



ANIQ VA TABIIY FANLAR RIVOJI: FUNDAMENTAL TADQIQOTLAR VA PEDAGOGIK INNOVATSIYALAR

THE DEVELOPMENT OF EXACT AND NATURAL SCIENCES:
FUNDAMENTAL RESEARCH AND PEDAGOGICAL INNOVATIONS

XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYA

INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE

MATERIALLAR TO'PLAMI

2026-YIL 25-APREL
25 APRIL, 2026

**MINISTRY OF HIGHER EDUCATION, SCIENCE AND INNOVATIONS OF THE REPUBLIC OF
UZBEKISTAN**

DENAU INSTITUTE OF ENTREPRENEURSHIP AND PEDAGOGY

**COLLECTION OF MATERIALS
OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL CONFERENCE
«THE DEVELOPMENT OF EXACT AND NATURAL SCIENCES: FUNDAMENTAL
RESEARCH AND PEDAGOGICAL INNOVATIONS»
April 25, 2026**

**«ANIQ VA TABIIY FANLAR RIVOJI: FUNDAMENTAL TADQIQOTLAR VA
PEDAGOGIK INNOVATSIYALAR» MAVZUSIDAGI
XALQARO ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI
MATERIALLAR TO‘PLAMI
2026-yil 25-aprel**

ISBN: 978-9910-5229-5-6

Collection of materials of the international scientific-practical conference «The Development of Exact and Natural Sciences: Fundamental Research and Pedagogical Innovations », April 25, 2026

Participants of the publication:

Members of the editorial board:

<i>O.A. Ruziyev</i>	<i>Rector of Denov Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, chairman</i>
<i>R.E. Shukurov</i>	<i>Vice-Rector for Scientific Affairs and Innovations of Denov Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, deputy chairman</i>
<i>A.T. Mamadalimov</i>	<i>Academician of the National University of Uzbekistan, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>G.I. Mukhamedov</i>	<i>Professor of Chirchik State Pedagogical University, Doctor of Chemistry (DSc), member</i>
<i>U.B. Khalilov</i>	<i>Doctor of Physics and Mathematics (DSc), Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the Academy of Sciences of Uzbekistan, member</i>
<i>I.D. Yadgarov</i>	<i>Doctor of Physics and Mathematics (DSc), Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the Academy of Sciences of Uzbekistan, member</i>
<i>Y.S. Ergashov</i>	<i>Professor of the National University of Uzbekistan, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>B.E. Umirzokov</i>	<i>Professor of Tashkent State Technical University, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>E.Y. Turayev</i>	<i>Professor of Termez State University, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>U.O. Kutliyev</i>	<i>Professor of Urgench State University, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>S.B. Donaev</i>	<i>Professor of Tashkent State Technical University, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>M.K. Kadirov</i>	<i>Professor of Samarkand State University, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>B.K. Eshchanov</i>	<i>Professor of Chirchik State Pedagogical University, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), member</i>
<i>G.R. Berdiyev</i>	<i>Doctor of Philosophy in Computational Physics (PhD), Qatar Environment and Energy Research Institute (Qatar), member</i>
<i>A. Khujakulov</i>	<i>Professor, Doctor of Physics and Mathematics (DSc), Physikalisch-Astronomischen Fakultät Jena (Germany), member</i>
<i>E.Kh. Alpomishev</i>	<i>Doctor of Philosophy in Physical and Mathematical Sciences (PhD), Joint Institute for Nuclear Research (Russia), member</i>
<i>Z.A. Isaxkhonov</i>	<i>Doctor of Physics and Mathematics (DSc), Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the Academy of Sciences of Uzbekistan, member</i>

ISBN: 978-9910-5229-5-6

“Aniq va tabiiy fanlar rivoji: fundamental tadqiqotlar va pedagogik innovatsiyalar” mavzusidagi xalqaro
ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallar to‘plami (2026-yil 25-aprel)

Nashr etishda qatnashganlar:

Tahririyat hay’ati a’zolari

<i>O.A. Ruziyev</i>	<i>Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti rektori, rais</i>
<i>R.E. Shukurov</i>	<i>Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo'yicha prorektor, rais o'rinbosari</i>
<i>A.T. Mamadalimov</i>	<i>O'zbekiston Milliy universiteti akademigi, fizika-matematika fanlari, doktori (DSc), a'zo</i>
<i>G.I. Muxamedov</i>	<i>Chirchiq davlat pedagogika universiteti professori, kimyo fanlari doktori (DSc), a'zo</i>
<i>U.B. Xalilov</i>	<i>O'zbekiston Fanlar akademiyasi Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti fizika-matematika fanlari doktori (DSc), a'zo</i>
<i>I.D. Yadgarov</i>	<i>O'zbekiston Fanlar akademiyasi Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti fizika-matematika fanlari doktori (DSc), a'zo</i>
<i>Y.S. Ergashov</i>	<i>O'zbekiston Milliy universiteti professori, fizika-matematika fanlari, doktori (DSc), a'zo</i>
<i>B.E. Umirzoqov</i>	<i>Toshkent davlat texnika universiteti professori, fizika-matematika fanlari, doktori (DSc), a'zo</i>
<i>E.Y. Turayev</i>	<i>Termiz davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari, doktori (DSc), a'zo</i>
<i>U.O. Qutliyev</i>	<i>Urganch davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari, doktori (DSc), a'zo</i>
<i>S.B. Donaev</i>	<i>Toshkent davlat texnika universiteti professori, fizika-matematika fanlari, doktori (DSc), a'zo</i>
<i>M.K. Kadirov</i>	<i>Samarqand davlat universiteti professori, fizika-matematika fanlari, doktori (DSc), a'zo</i>
<i>B.K. Eshchanov</i>	<i>Chirchiq davlat pedagogika universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), a'zo</i>
<i>G.R. Berdiyev</i>	<i>Qatar atrof-muhit va energetika ilmiy-tadqiqot instituti, hisoblash fizikasi bo'yicha falsafa doktori (Phd), Qatar, a'zo</i>
<i>A. Xo'jaqulov</i>	<i>Fridrix Shiller nomidagi Yena universiteti professori, fizika-matematika fanlari doktori (DSc), Germaniya, a'zo</i>
<i>E.X. Alpomishev</i>	<i>Yadro Tadqiqotlari Birlashgan Instituti, fizika-matematika fanlari bo'yicha falsafa doktori (Phd), Rossiya, a'zo</i>
<i>Z.A. Isaxanov</i>	<i>O'zbekiston Fanlar akademiyasi Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti fizika-matematika fanlari doktori (DSc), a'zo</i>

KIRISH SO‘ZI

*O.A.Ruziyev, Denov
tadbirkorlik va pedagogika
instituti rektori*

Assalomu alaykum hurmatli ustozlar, hamkasblar va bugungi konferensiya ishtirokchilari! “Aniq va tabiiy fanlarning rivoji: fundamental tadqiqotlar va pedagogik innovatsiyalar” mavzusidagi Xalqaro miqyosidagi konferensiyamizda uchrashib turganimizdan mamnunmiz.

Ushbu nufuzli anjuman O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 12-avgustdagi PQ-4805-sonli hamda kimyo, biologiya, fizika va texnika fanlari sohasida kadrlar tayyorlash tizimini takomillashtirishga oid qarorlari ijrosini ta’minlash, mamlakatimizda ilm-fan natijadorligini yangi bosqichga ko‘tarish maqsadida tashkil etildi.

Aziz anjuman ishtirokchilari!

Bugungi kunda aniq va tabiiy fanlarning taraqqiyoti mamlakatimiz uchun nafaqat ilmiy, balki yuksak **strategik ahamiyatga** ega. Zero, o‘z sabbat kelgan yosh avlodga ushbu fanlarni chuqur o‘rgatish — hududlarda yangi ishlab chiqarish quvvatlarini yaratish, yuqori qo‘shilgan qiymatga ega farmatsevtika, neft-gaz, kimyo, tog‘-kon va oziq-ovqat sanoati tarmoqlarini jadal rivojlantirishning bosh omilidir. Bu esa, o‘z navbatida, xalqimizning turmush farovonligini oshirishga xizmat qiluvchi mustahkam zamin bo‘lib xizmat qiladi.

Ushbu xalqaro konferensiyada siz aziz ustozlar va tadqiqotchilarning tashabbusi bilan aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda yangi innovatsion metodlar yaratish masalalari chuqur tahlil qilinadi. Ishonchim komilki, anjuman natijalari bo‘lajak o‘qituvchilar va yosh olimlarimiz oldiga qo‘yilgan amaliy vazifalarni muvaffaqiyatli bajarishda muhim qadam bo‘ladi.

Anjumanimiz o‘z ishini quyidagi uchta sho‘baga bo‘lingan holda davom ettiradi:

- **1-sho‘ba:** Fizik, biologik va kimyoviy jarayonlarni kompyuterda modellash.
- **2-sho‘ba:** Materialshunoslik va yangi materiallar texnologiyalari.
- **3-sho‘ba:** Uzluksiz ta’lim tizimida aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishning zamonaviy metodlari.

Konferensiyaga maqola taqdim etgan barcha ishtirokchilarga maqolalar to‘plamining elektron nusxasi taqdim etiladi.

Barchangizga anjuman ishida muvaffaqiyat va ulkan zafarlar tilayman. Bugungi munozaralarimiz ilm-fan rivoji yo‘lida yangi ufqlarni ochishiga umid bildirib qolaman.

E’tiboringiz uchun rahmat!

PLENARY SESSION



YALPI YIG‘ILISH

BRIDGING THE GAP BETWEEN THEORY AND EXPERIMENT THROUGH MODELING

Utkir Uljayev, Shakhnoza Muminova, Fakhridin Safarov, Abdulla Dursoatov, Erkin Yusupov, Bekhzodjon Abdurakhimov, Sherzod Reyimbayev

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

Modern scientific progress shows that a full understanding of complex physical, chemical, and engineering systems cannot be achieved solely through theory or experiment [1]. Modeling plays a key role in bridging this gap by transforming real processes into mathematical and computational models for deeper analysis and prediction. Theoretical approaches are often based on ideal conditions and cannot capture all system complexities, while experimental studies, although realistic, are limited by instruments, time, and cost. This leads to discrepancies between theory and experiment, where modeling acts as an essential connecting bridge. Computational methods such as quantum chemical calculations, molecular dynamics, and density functional theory (DFT) enable accurate investigation of structure, energy, and dynamic behavior of materials. These models help interpret experimental results, validate findings, and generate new hypotheses. Modeling also allows exploration of a wide range of parameters, including conditions difficult to achieve experimentally, improving efficiency and reducing costs. At the same time, experimental data remain essential for validating and refining models [2].

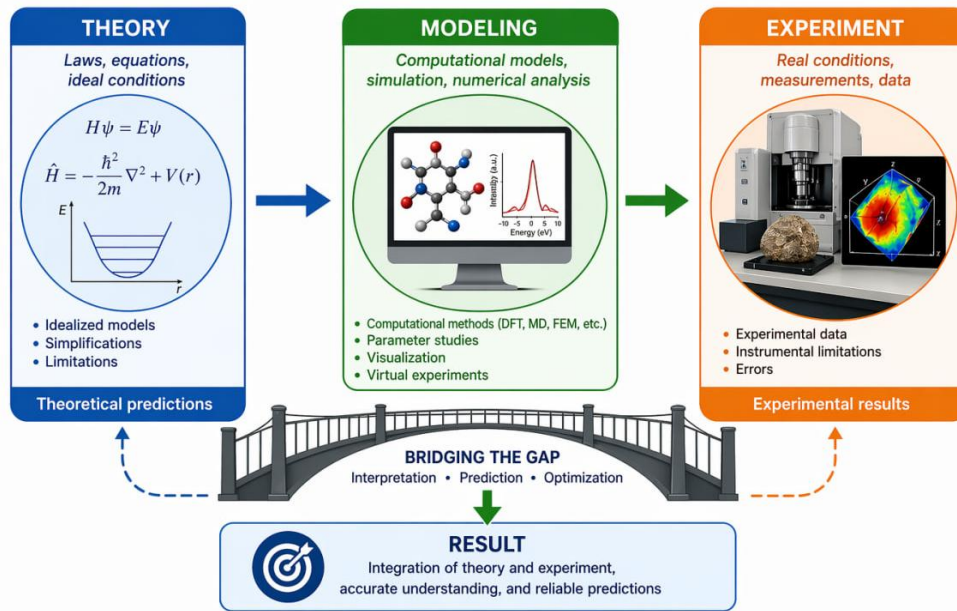


Fig 1. Schematic of the relationship between theory, modeling, and experiment, highlighting modeling as a bridge linking theoretical frameworks with experimental data for interpretation, prediction, and optimization.

In conclusion, modeling integrates theory and experiment into a unified framework, reducing their gap and enhancing scientific understanding. Advances in artificial intelligence and high-performance computing will further expand its capabilities.

REFERENCES

1. Schlappbach, L., Züttel, A. *Nature*, 2001.
2. Crabtree, G. et al. *Physics Today*, 2004.

QUADRUPOLE TRANSITIONS IN MOLECULES FROM REAL-TIME TIMEDEPENDENT DENSITY FUNCTION THEORY

Anvar Khujakulov¹, Michele Guerrini¹, Carlo Andrea Rozzi², and Caterina Cocchi¹

¹Friedrich-Schiller Universität Jena, Institute for Condensed Matter Theory and Optics, 07743 Jena, Germany, ²CNR, Istituto Nanoscienze, 41125 Modena, Italy

The breakdown of the dipole approximation in tightly focused or short-wavelength laser fields is driven by spatial electric field variations, leading to significant beyond-dipole effects including quadrupole transitions and a nonlinear optical response [1]. These effects become particularly important when the wavelength of the incident radiation is comparable to or smaller than the characteristic dimensions of the electronic system, or when the laser field exhibits strong inhomogeneities over the scale of the electron cloud. Under such conditions, the standard dipole approximation, which assumes a spatially constant electric field, no longer provides a complete description of light–matter interactions. Instead, higher-order multipole contributions, such as electric quadrupole and magnetic dipole terms, must be taken into account to accurately capture the absorption spectrum and the underlying electronic dynamics. We extend the Yabana–Bertsch implementation of real-time time-dependent density functional theory (RT-TDDFT) to include quadrupole transitions in the calculation of absorption cross-sections. This extension involves the incorporation of spatially varying vector and scalar potentials that couple to the quadrupole moments of the electronic density. The developed approach is then applied to atoms and small molecules, allowing us to systematically investigate beyond-dipole effects in systems of increasing complexity. Our results reveal absorption peaks appearing above the linear absorption onset, a clear signature of quadrupole transitions. These additional peaks correspond to electronic excitations that are dipole-forbidden but quadrupole-allowed, and they provide direct evidence of the breakdown of the dipole approximation.

Critically, for molecules with appropriate symmetry, the quadrupole contribution to the absorption cross-section is maximized when a specific molecular axis aligns with the electric field gradient, analogous to the dipole case. This orientation dependence arises from the tensorial nature of the quadrupole interaction, which couples differently to the molecular electronic structure depending on the relative alignment between the molecule and the field gradient. By systematically rotating the molecular axis relative to the laser polarization vector, we calculate the orientation-dependent absorption cross-section and differentiate the contributions from dipole and quadrupole transitions. This approach enables us to disentangle the two contributions even when they overlap in frequency space, providing a clear spectroscopic fingerprint of quadrupole activity. We quantitatively demonstrate that the quadrupole transition is not a minor effect but a significant contributor to absorption spectra beyond the dipole approximation. Our work establishes a practical and numerically efficient framework for going beyond the dipole approximation within RT-TDDFT, opening the door to accurate modeling of absorption spectra in strong-field and nanophotonic environments where field inhomogeneities are unavoidable.

REFERENCES

1. C. Cocchi, et al., Phys. Rev. Lett. 112, 198303 (2014).

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA ILG‘OR PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

M. Kodirov¹, B. Xolmirzaev¹, E. Voxidov²

¹Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti

²Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti

Fizika fanini o‘qitish jarayonida ilg‘or va innovatsion pedagogik strategiyalardan foydalanish ta’lim oluvchining ichki motivatsiyasini faollashtirishga hamda o‘quv materialini o‘zlashtirishga bo‘lgan haqiqiy qiziqishini shakllantirishga xizmat qiluvchi muhim omil hisoblanadi. Ayniqsa, laboratoriya ishlarini bajarish jarayonida fizik asbob-uskunalar bilan ishlash, fizik jarayon va hodisalarni real sharoitlarda o‘rganish orqali talabalar mustaqil faoliyat yuritadi, ularning mantiqiy fikrlashi rivojlanadi va natijada oliy ta’lim bitiruvchisining kompetent hamda raqobatbardosh kadr sifatida shakllanishiga zamin yaratiladi.

Fizika tabiiy fanlar, jumladan, astronomiya, kimyo, biologiya va geografiya orasida zamonaviy dunyoqarashni hamda inson tafakkurining ilmiy uslubini shakllantirishga xizmat qiluvchi yetakchi fundamental fan hisoblanadi. U inson tasavvur qilishi qiyin bo‘lgan elementar zarrachalar darajasidan tortib, global miqyosdagi obyektlargacha bo‘lgan murakkab hodisalarni o‘rganadi va izohlaydi. Bu esa real va aniq tushunchalar hamda ilmiy g‘oyalarni shakllantirish, ideal modellarni yaratish, turli qonuniyat va tamoyillarni ishlab chiqishni talab qiladi. Shu bois, talabalar bilimini chuqurlashtirishda ularning mustaqil tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantiruvchi ilg‘or va innovatsion ta’lim metodlaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi kunda fan va texnikaning jadal rivojlanishi, jamiyatda talab va ehtiyojlarning ortib borishi yuqori malakali, intellektual rivojlangan shaxsni tayyorlashni takomillashtirish zaruratini yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, avtomatlashtirish, robototexnika sohasining tez sur‘atlarda rivojlanishi hamda sun‘iy intellektning kundalik hayotga keng kirib borishi zamonaviy ishlab chiqarishda yuqori darajadagi muhandislik-texnik bilimlarni, rivojlangan mantiqiy fikrlashni va ijodiy yondashuvni talab etadi. Bunday sifatlarni, albatta, oliy ta’lim muassasalarida shakllantirish muhim, biroq iqtidorli yoshlarni maktab bosqichidayoq aniqlash, ularni maqsadli yo‘naltirish va rivojlantirish yanada samaraliroq hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, talabalarni mustaqil ijodiy, o‘quv va ilmiy-tadqiqot faoliyatiga jalb etish orqali ularning ilmiy-texnik salohiyatini rivojlantiruvchi innovatsion ta’lim muhitini yaratish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Fizika maktabda o‘qitiladigan asosiy fundamental fanlardan biri bo‘lishiga qaramay, amaliyot shuni ko‘rsatadiki, o‘quvchilarning katta qismi ushbu fan mohiyatini to‘liq anglab yetmaydi va uni murakkab, tushunarsiz hamda qiziqarsiz fan sifatida qabul qiladi. Shu sababli, o‘quvchilarning e’tiborini fizika fanini sifatli o‘rganishga jalb etish uchun har bir mavzuni vizual va amaliy asosda yoritishga imkon beruvchi noan’anaviy dars shakllaridan foydalanish zarur. Faqat shundagina o‘quvchilar fizikaning “atrofimizdagi real olam” bilan chambarchas bog‘liqligini, darsliklarda berilgan formulalar esa mavhum emas, balki real hodisa va tajribalar ifodasi ekanligini anglab yetadi. Afsuski, bugungi kunda mamlakatimizdagi ayrim umumiy o‘rta ta’lim maktablarida fizika va astronomiya fanlari birlashtirilib, haftasiga atigi ikki soat ajratilgani ushbu fanlarni to‘laqonli o‘rganish uchun yetarli emas. Taqqoslash uchun aytish mumkinki, o‘tgan asrning 80-yillarida yuqori sinflarda fizika va astronomiya fanlariga haftasiga besh soatgacha vaqt ajratilgan.

Ko‘pchilik olimlarning fikricha, kognitiv qiziqishlarning shakllanishi va rivojlanishida bir qator omillar muhim rol o‘ynaydi. Jumladan, o‘quv materialining mazmuni, o‘quv jarayonining tashkil etilishi hamda o‘qituvchining shaxsiyati ushbu jarayonga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Fizikani o‘qitish jarayonida o‘qituvchilar talabalarda “fizikaviy fikrlash”ni shakllantirishga intiladilar. Bu esa talabani to‘g‘ridan-to‘g‘ri eksperimental faoliyatga jalb etish, modellashtirish orqali mavhum tushunchalarni anglash, fizik

qonuniyatlarning umumiy mohiyatini ko‘ra olish, hodisalarni oldindan ilmiy asosda bashorat qilish hamda ularni fizik jihatdan baholay olish kabi ko‘nikmalarni rivojlantirishni o‘z ichiga oladi. Shu bilan birga, kognitiv jarayonlar ta‘limning mazmuniy asosini tashkil etib, kelajak mutaxassislarning kasbiy faoliyatga intellektual moslashuvini belgilaydi.

Fizika kursini o‘rganishda laboratoriya ishlari va masala yechish mashg‘ulotlari alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu jarayonda talabalar o‘zlarining ijodiy qobiliyatlarini namoyon etishlari, nazariy bilimlarini amaliy jihatdan mustahkamlashlari mumkin. Oliy ta‘lim tizimidagi laboratoriya mashg‘ulotlari o‘quv jarayonining muhim tarkibiy qismi bo‘lib, ular talabalar tomonidan nazariy bilimlarni chuqur o‘zlashtirishga yo‘naltirilgan. Bunda kuzatish, o‘lchash, nazorat qilish, hisoblash texnikasi kabi vositalardan foydalanish orqali amaliy ko‘nikma va malakalar shakllantiriladi. Shu ma’noda, laboratoriya mashg‘ulotlari talabalarning mustaqil fikrlashini rivojlantirish, ilmiy-tadqiqot olib borish ko‘nikmalarini shakllantirish hamda ularni kelajak kasbiy faoliyatiga tayyorlashda muhim o‘rin tutadi. Shu bois zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish ta‘lim samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Amaliyotda esa laboratoriya mashg‘ulotlari ko‘pincha frontal, guruhli va individual shakllarda tashkil etiladi.

Laboratoriya ishlarini bajarish fizika va texnika sohalaridagi kasblarni o‘zlashtirishda muhim ahamiyatga ega. Biroq bugungi kunda bu jarayonda ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan, ba’zi hollarda laboratoriya mashg‘ulotlari ma’ruza darslari bilan bir vaqtda o‘tkaziladi, ya’ni talabalar hali nazariy bilimlarni to‘liq egallamasdan turib laboratoriya ishlarini bajarishga majbur bo‘ladilar. Natijada ular ishning fizik mohiyatini chuqur anglamasdan, uni mexanik tarzda bajarishga o‘tib qoladilar. Yana bir muhim muammo shundaki, talabalar laboratoriya ishlarini ko‘pincha yakka tartibda emas, balki 2–3 kishilik guruhlarda bajaradilar. Bunday holatda guruhdagi faolroq talaba ishni bajaradi, hisobotni tayyorlaydi va savollarga javob beradi, qolganlar esa yetarli bilimga ega bo‘lmasdan baho olishga intiladilar. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etishda innovatsion o‘qitish metodlarini qo‘llash hamda talabalarning o‘qishga bo‘lgan motivatsiyasini oshirish muhim ahamiyatga ega.

Xulosa qilib aytganda, laboratoriya va boshqa amaliy fizika mashg‘ulotlarida noan’anaviy dars shakllaridan foydalanish o‘quv materialini yanada tushunarli, qiziqarli va samarali tarzda yetkazish imkonini beradi. Bunday yondashuv nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlashga, balki ularni amaliyotda qo‘llash ko‘nikmalarini rivojlantirishga ham xizmat qiladi, bu esa o‘z navbatida o‘quvchilarning bilimlarni o‘zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshiradi.

Shuningdek, ta‘lim jarayonida qulay va motivatsion muhit yaratish talabalarning kognitiv faolligini kuchaytiradi, ularning mustaqil fikrlash, tahlil qilish va xulosa chiqarish qobiliyatlarini rivojlantiradi. Natijada o‘quvchilar fanga nisbatan barqaror qiziqish hosil qiladi hamda murakkab fizik masalalarni yechishda o‘ziga xos yondashuvlarni qo‘llash imkoniga ega bo‘ladi.

Umuman olganda, innovatsion va noan’anaviy pedagogik texnologiyalarni fizika ta‘limiga keng joriy etish ta‘lim sifatini oshirish, talabalarni ilmiy izlanishga yo‘naltirish hamda ularni zamonaviy talablar darajasida kompetent mutaxassis sifatida shakllantirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Kodirov M.K., Voxidov E.R. // Umumta‘lim maktablari va akademik litseylarda fizika o‘qitishning ilmiy-nazariy va metodik asoslari (umumta‘lim maktablari va akademik litseylarning fizika fani o‘qituvchilari uchun uslubiy qo‘llanma) // – Toshkent: “FIRDAVS-SHOH NASHRIYOTI”, 2025. – 128 b.
2. Kodirov M.K., Voxidov E.R. // Fizika fanini o‘qitishdagi muammolar to‘g‘risida // O‘zMU xabarleri, Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universitetining ilmiy jurnali, 2023-1/7, – Toshkent, 2023. – B. 100–103.
3. Засухина Е.В. // Использование инновационных подходов к проведению уроков физики в общеобразовательном учебном заведении.

ENGINEERING CARBON NANOSTRUCTURES: COMPUTATIONAL PATHWAYS TO SELECTIVE DESIGN

Umedjon Khalilov

U.A. Arifov Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the Academy of Sciences of the
Republic of Uzbekistan, 100125 Tashkent, Uzbekistan, MOSAIC Research Group, Department of
Chemistry, University of Antwerp

Although carbon nanostructures such as carbon nanotubes, graphene, and carbyne offer outstanding mechanical, thermal and electronic properties, synthesizing them in a truly selective and controllable way remains difficult. In this work, atomistic simulations, including hybrid MD/fbMC and DFT calculations, are used to interpret key experiments and to suggest practical routes for more controlled synthesis. For catalyzed CVD growth of carbon nanotubes, the simulations show how the degree of dehydrogenation, which is set by the feedstock, the temperature and the hydrogen content, governs the nucleation of single-walled or multi-walled tubes and the formation of intermediate carbon networks on the catalyst [1]. By clarifying the role of different carbon contributors at the nanotube rim, the work explains how chirality can already be influenced at the earliest growth stages [2]. In hydrogen-based PECVD, the onset of selective etching of semiconducting tubes is linked to the alignment of adsorbed ortho hydrogen pairs with respect to the chiral vector [3]. Inside carbon nanotubes, nickel-catalyzed endohedral synthesis is shown to yield either inner tubes or graphene nanoribbons from conventional carbon and hydrocarbon feedstocks, in line with experimentally observed dimensions [4, 5]. The growth and chemical modification of carbyne chains are further explored, revealing that hydrogenation stabilizes the chains and enhances their conductivity toward metallic behavior [4]. Finally, simulations indicate that encapsulated transition metals, such as nickel, can significantly increase the hydrogen storage capacity of single-walled nanotubes [6]. Together, these results connect growth conditions to atomic-scale mechanisms and help bring the theoretical design and experimental realization of advanced carbon nanostructures closer together.

REFERENCES

1. Khalilov, U., Bogaerts, A., & Neyts, E. C. *Nat. Commun.* 6 (2015), 10306.
2. Khalilov, U., Vets, C., & Neyts, E. C. *Nanoscale Horiz.* 4 (2019), 674–682.
3. Khalilov, U., et al. *Nanoscale* 9 (2017), 1653–1661.
4. Khalilov, U., Vets, C., & Neyts, E. C. *Carbon* 153 (2019), 1–5.
5. Khalilov, U., & Neyts, E. C. *Carbon* 171 (2021), 72–78.
6. Khalilov, U., et al. *Int. J. Hydrogen Energy* 55 (2024), 604–610.

DISSIPATIVE EFFECTS IN TWO-DIMENSIONAL MATERIALS

Erkin Alpomishev

Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Russia

In two-dimensional systems, the influence of external alternating electric field on the quantum Hall effect is studied within the theory of open quantum systems. Charge carriers are treated as quantum particles interacting with the environment through a one-body (mean-field) mechanism. The dynamics of charge carriers is limited by the average collision time, which takes effectively into account two-body effects. The functional dependencies of average collision time on temperature and magnetic field are phenomenologically treated. Taking into consideration one-body, two-body, and non-Markovian effects, the electrical conductivity tensor is analytically derived in terms of cyclotron frequency and frequency of the external electric field. The theory is applied to describe the real and imaginary parts of the dynamic conductivity in two dimensional systems at various alternating electric fields. The dependence of magnetic moment of two-dimensional systems on the magnetic field is predicted at various temperatures and frequencies of the external electric field.

CARBON NANOTUBE–MOLECULE RECTENNAS FOR OPTICAL-FREQUENCY ENERGY HARVESTING: A QUANTUM TRANSPORT STUDY

Golibjon Berdiyrov, Hicham Hamoudi

Qatar Environment and Energy Research Institute, O. Box 5825 Doha, Qatar

Rectennas offer a promising route for harvesting electromagnetic energy by combining an antenna with an ultrafast rectifying diode. While this concept is well established at microwave and terahertz frequencies, extending rectenna operation into the optical regime remains a major challenge due to fundamental limitations in both antenna design and diode response. At optical frequencies, conventional metallic antennas suffer from increased losses and scaling constraints, while traditional semiconductor diodes are unable to operate efficiently due to slow carrier dynamics and high RC time constants.

In this work, we propose a nanoscale rectenna architecture based on carbon nanotubes (CNTs) that addresses both challenges simultaneously. The CNT acts as an efficient nanoscale optical antenna, while a CNT–molecule–metal junction serves as an ultrafast rectifying element. This hybrid structure enables strong light–matter interaction and provides a pathway for high-frequency rectification beyond the limits of conventional designs.

Using quantum transport simulations, we systematically investigate the electronic and transport properties of these devices under varying configurations, including different molecular linkers and metal contacts. The results reveal a significant enhancement in the operational frequency of the rectifying junction, demonstrating a many-fold increase compared to traditional nanoscale diode systems. This improvement is attributed to reduced junction capacitance, efficient charge transport through molecular states, and strong electronic coupling at the CNT interfaces.

Overall, the proposed CNT-based rectenna design provides a viable strategy for extending rectification into the optical domain, opening new opportunities for nanoscale energy harvesting and optoelectronic applications.

EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH OF PHOTONEUTRON REACTIONS IN THE ^{181}Ta NUCLEUS

J. H. Khushvaktov^{1,2}, M. A. Demichev¹, D. L. Demin¹, S. A. Evseev¹, M. I. Gostkin¹,
V. V. Kobets¹, D. V. Ponomarev¹, F. A. Rasulova^{1,2}, S. V. Rozov¹, E. T. Ruziev^{2,3},
A. A. Solnyshkin¹, T. N. Tran^{1,4,5}, E. A. Yakushev¹

¹Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Russia, ²Institute of Nuclear Physics Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, 100214 Tashkent, Uzbekistan, ³National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, 100174 Tashkent, Uzbekistan, ⁴Institute of Physics of the Vietnam Academy of Science and Technology, 100000 Hanoi, Vietnam, ⁵Institute for Nuclear Science and Technology, VINATOM, 100000 Hanoi, Vietnam

Tantalum samples were irradiated with bremsstrahlung, which is converted when high-energy electrons are slowed down in the field of the bismuth nucleus. The experiments were carried out at the Linac-200 accelerator using electron beams with energies of 20, 40, 60, 80, 105 and 130 MeV. Based on the obtained results of the analysis of the measured gamma spectra of irradiated tantalum samples, the relative reaction yields and flux-averaged cross sections of photonuclear reactions in ^{181}Ta nuclei were determined.

In the theoretical part of our research, the flux of bremsstrahlung radiation falling on tantalum samples was calculated by simulating experimental processes using the Geant4 code. The photonuclear reaction cross-sections were calculated using the TALYS-2.0 code. Using data on the bremsstrahlung flux and the reaction cross-section, the yields of photonuclear reactions were calculated. By comparing the obtained experimental and theoretical results, the theoretical models of the Geant4 and Talys codes, which describe the processes of interaction of photons with nuclei, were tested. Comparisons show that the used theoretical models cannot correctly describe photonuclear reactions that emit more than 5-6 neutrons from the nucleus.

QADIMGI QIMOR O‘YINLARI ASOSIDA ZAMONAVIY EHTIMOLLIK TUSHUNCHALARINI SHAKLLANTIRISH

Dilfuza Maxmudova, Bekzod Husanov

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti, 111720 Toshkent, O‘zbekiston

Ehtimolliklar nazariyasi o‘zining abstrakt tushunchalari, qat’iy mantiqiy tuzilishi va matematik formalizatsiyasi bilan o‘quvchilar hamda talabalar uchun murakkab fanlardan biri hisoblanadi. Shu bilan birga, mazkur fan boy tarixiy merosga ega bo‘lib, uning shakllanishi va rivojlanishida ko‘plab buyuk matematiklar, faylasuflar hamda olimlarning hissasi beqiyosdir.

Ta’lim jarayonida tarixiy materiallardan foydalanish nafaqat darslarni qiziqarli va hayotiy mazmun bilan boyitadi, balki talabalarning mantiqiy tafakkurini rivojlantiradi, fan tarixiga nisbatan hurmat va qiziqishni oshiradi, o‘rganilayotgan mavzuning mohiyatini chuqurroq anglashga xizmat qiladi.

Mazkur maqolaning maqsadi – ehtimolliklar nazariyasini o‘qitishda tarixiy materiallardan samarali foydalanishning metodik tamoyillarini ishlab chiqish va amaliy tavsiyalarni taklif etishdan iborat.

Qadimgi qimor o‘yinlari insoniyat tarixida nafaqat ko‘ngilochar vosita, balki matematik tafakkurning shakllanishida muhim “empirik laboratoriya” vazifasini bajargan. Ushbu o‘yinlar orqali insonlar tasodifiy hodisalarni kuzatgan, natijalarni solishtirgan, asta-sekin statistik umumlashtirishga intilgan. Bu jarayon empirik ehtimollik tushunchasining dastlabki ko‘rinishlarini yuzaga keltirgan. Masalan, qadimgi Misr va Yunoniston davrida qo‘llanilgan astragalus (hayvon suyagidan yasalgan kubik) o‘yinlari har bir yuzning turlicha tushish ehtimoli mavjudligini ko‘rsatgan. Bu holat ehtimollik tushunchasining intuitiv, tajribaga asoslangan shakllaridan biri sifatida talqin qilinadi. Shu jihatdan, qadimgi o‘yinlar keyinchalik matematik modellashirish va nazariy umumlashtirish uchun asos bo‘lib xizmat qilgan. Bu g‘oyalar XVII asrda Blez Paskal, Pyer de Ferma va Yakob Bernulli tomonidan ilmiy asosda rivojlantirilib, ehtimollik nazariyasining shakllanishiga zamin yaratgan.

Mashhur fizik R.Feynman ta’kidlaganidek “Ehtimollik nazariyasi insoniyatning tasodifiylik va noaniqlikni tushunishga bo‘lgan intilishining mahsulidir”. U dastlab qimor o‘yinlari orqali shakllangan bo‘lsa-da, bugungi kunda fan va texnologiyaning muhim nazariy asoslaridan biriga aylangan.

Ehtimollik nazariyasining ilmiy asosda shakllanishi 1654-yilda Blez Paskal va Pyer de Ferma o‘rtasidagi mashhur yozishmalar bilan bog‘liq. Ushbu yozishmalar fransuz zodagoni va qimorboz Shevalye de Mere tomonidan ilgari surilgan masalalarni yechishga qaratilgan edi. Mazkur muammolar o‘yin jarayonida yuzaga keladigan tasodifiy natijalarni adolatli baholash zaruratidan kelib chiqqan.

De Mere tomonidan ilgari surilgan masalalardan biri quyidagicha: agar o‘yin to‘xtatilsa, yutuq mablag‘lari o‘yinchilar o‘rtasida qanday taqsimlanishi kerak? Bu savol matematikada “bo‘linmagan o‘yin masalasi” sifatida mashhur bo‘lib, ehtimollik nazariyasining rivojlanishida muhim burilish nuqtasini tashkil etgan.

Mazkur tarixiy materiallar ehtimollik nazariyasini o‘qitishda samarali didaktik vosita sifatida xizmat qiladi. Jumladan, “Ehtimollikning klassik ta’rifi” mavzusini tushuntirishda quyidagi muammoli savollarni qo‘llash maqsadga muvofiq:

1-savol. Nima sababdan insoniyat asrlar davomida tasodifiy hodisa va ehtimollikni tushunishga intilgan?

Bu savol orqali talabalar tarixiy kontekstga olib kiriladi va muammo ildizlari qadimgi o‘yinlarga borib taqalishi tushuntiriladi.

2-savol. (Shevalye de Mere masalasi): “Agar to‘rtta o‘yin kubigi 24 marta tashlansa, kamida bir marta olti ochko tushish ehtimoli qanday?”

Mazkur savol Paskal va Ferma tomonidan tahlil qilinib, natijada ehtimollikning klassik ta’rifiga asos solingan. Ushbu yondashuv orqali talabalar ehtimollik tushunchasining tarixiy shakllanish

jarayonini anglaydi va matematik formulalarning amaliy ildizlarini tushunib yetadi.

Tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi xulosalarga kelindi:

Ehtimollik nazariyasini o‘qitishda tarixiy materiallardan foydalanish didaktik jihatdan samarali hisoblanadi.

Qadimgi qimor o‘yinlari ehtimollik tushunchalarini shakllantirishda muhim pedagogik vosita sifatida xizmat qiladi.

Muammoli va tajribaviy yondashuv talabalarning bilim sifatini oshiradi.

Amaliy tavsiyalar:

- Ehtimollik mavzularini tarixiy misollar bilan boshlash;
- Darslarda o‘yin elementlari va simulyatsiyalardan foydalanish;
- Muammoli savollar orqali tafakkurni faollashtirish;
- Raqamli platformalar orqali tajribalarni vizuallashtirish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kolmogorov A.N. Asoslari ehtimollik nazariyasi. – M.: Nauka, 1986.
2. Gnedenko B.V. Ehtimollik nazariyasi kursi. – M.: Nauka, 1988.
3. Pascal B., Fermat P. Correspondence on Probability Theory. – Paris, 1654.
4. Bernstein J.A Short History of Probability and Statistics. – New York, 1996.
5. David F.N. Games, Gods and Gambling: A History of Probability and Statistical Ideas. – London: Griffin, 1962.
6. Feynman R.P. The Character of Physical Law. – MIT Press, 1965.
7. Polat E.S. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar. – Toshkent, 2010.
8. Khutorskoy A.V. Didaktika va zamonaviy ta’lim texnologiyalari. – Moskva, 2007.
9. Dewey J. Experience and Education. – New York, 1938.
10. Mayer R. Multimedia Learning. – Cambridge University Press, 2001.

TABIIY PILLANI CHUVISH JARAYONIDA ELEKTROKIMYOVIY FAOLLASHGAN SUV BILAN ISHLOV BERISH VA UNING CHIQISH ISHIGA TA’SIRI

M. Davranova, A. Ulukmuradov, M. Fattaxov, B. Islamov

Toshkent To‘qimachilik va Yengil Sanoat Instituti, 100100 Toshkent, O‘zbekiston

Hozirgi kunda tabiiy suvga turli fizik omillarni ta’sir ettirib, uning fizik, kimyoviy va biologik xossalarini o‘zgartirgan holda kimyoviy va biologik jarayonlarga ta’sirini o‘rganish bo‘yicha keng ko‘lamda tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ayniqsa keyingi yillarda kimyo texnologiyasida keng ko‘lamda elektroliz jarayonining shakl o‘zgarishi sifatida yuzaga kelgan yo‘nalish elektrolizga uchragan suvda hosil bo‘ladigan mahsulotlarni membranalar yordamida anolit va katolit qismlarga ajratish yuzasidan olib borilayotgan tadqiqotlar keng ko‘lamli ravishda olib borilmoqda.

Elektrofaollashtirilgan suv eritmalari o‘ziga xos xususiyatlari tufayli inson faoliyatining barcha sohalarida keng qo‘llaniladi. Bular qishloq xo‘jaligi, chorvachilik, parrandachilik, asalarichilik, tibbiyot, farmasevtika, qurilish, maishiy ehtiyojlar va boshqalar. O‘zbekistonda ham, xorijda ham elektrofaollashtirilgan suvdan foydalanish bo‘yicha tadqiqotlar jadal olib borilmoqda. Rivojlangan davlatlar kimyoviy dori vositalarining foydasi ham, nojo‘ya ta’sirini ham to‘liq his qilgan holda, allergik asorat yoki qarshilik (immunitet) keltirib chiqarmaydigan va nojo‘ya ta’siri bo‘lmagan yangi ekologik toza texnologiyalarni jadal izlamqda.

Suvlarni elektrokimyoviy faollashuvining fizik-kimyoviy mohiyati shundaki, mineral tuzlarning suyultirilgan eritmalari (shu jumladan oddiy ichimlik suvi) diafragma oqimi orqali elektroaktivatorda anodda yoki katodda (unipolyar) ishlov berish natijasida anomal fizik-kimyoviy faollik bilan tavsiflangan metastabil (faollashtirilgan) holatga o‘tishi bilan izohlanadi. Shu jihatdan to‘qimachilik sanoatida vujudga kelayotgan texnologik suvlarni elektr toki bilan faollashtirish jarayonlarini pillachilik sanoatida qo‘llash, u yerda ekologik toza muhitni tashkil etish va elektr tejamkor texnologiyalarni qo‘llash va o‘rganishga qaratilgan ilmiy izlanishlar, shubxasiz dolzarb bo‘lib, muhim ilmiy va amaliy ahamiyatiga egadir[1-3].

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, 4-qism katoddagi asosiy kimëviy reaksiyalar vodorodni hosil bo‘lishidir, ikkinchi tomondan - erigan kislorodni gidroksil ionigacha tiklanishidir, buning hisobiga muhit ishqorlanadi. Gidroksil ionlari metall ionlari bilan birikib, gidroksidlarni hosil qiladi. Eritmada magniy gidroksidi - qiyin eruvchan asos bo‘lganligi sababli, cho‘kmaga tushadi. Magniy gidroksidi to‘la cho‘kib bo‘lgandan so‘ng kalsiy gidroksidi hosil bo‘ladi, eritmada $rN=11,5$ ga yetganda, Sa^{2+} ionlari suvda doimo mavjud bo‘lgan SO_3^{2-} ionlari bilan ta’sirlanib, navbatdagi cho‘kmani hosil qiladi. Ya’ni ishqoriy suvning qattiqligi pasayadi. 5-qism anodda esa kislorod va xlorning ajralishi sodir bo‘ladi. Xlor suv bilan o‘zaro ta’sirlashib, gipoxlorit kislota (HSIO) hosil qiladi, buning natijasida muhit kislotali bo‘ladi.

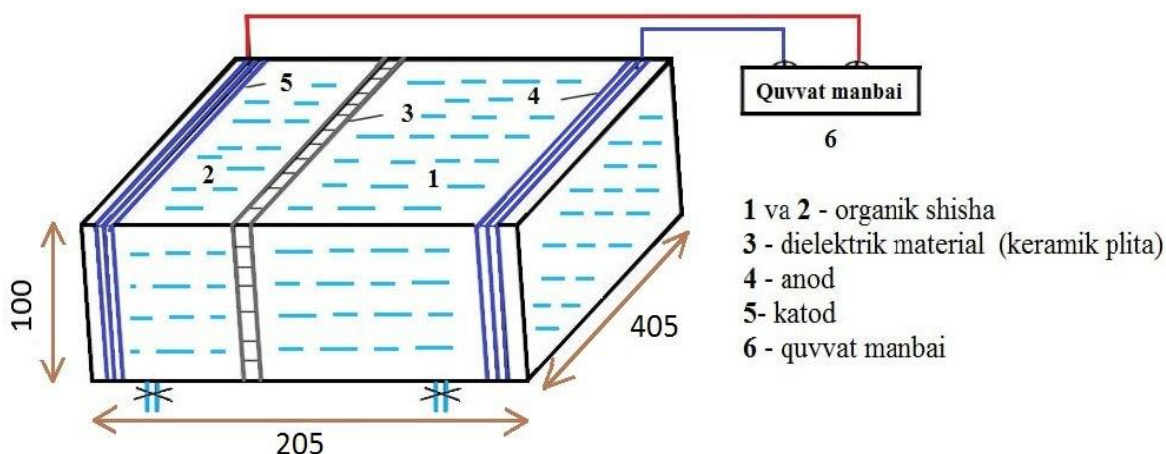
Tadqiqotlarimizda turli suv manbalaridan olingan namunalarni elektrokimëviy faollashtirib, ularning pH qiymati, umumiy qattiqli, xlorid va sulfatlar miqdori talab darajasiga to‘g‘ri kelishi laboratoriya qurilmalarida tekshirildi. Natijalarga ko‘ra ishqoriy muhitga ega bo‘lgan suv (katolit)ning barcha variantlardagi umumiy qattiqligi $2,3-2,5 \text{ mg.ekv/dm}^3$ (O‘zDST 950/200 bo‘yicha me’yori $7-10 \text{ mg.ekv/dm}^3$) Cl - ioni miqdori $33,2-36,2 \text{ mg/dm}^3$ (O‘zDST 950/200 bo‘yicha me’eri 250 mg/dm^3) SO_4^{2-} miqdori $31-44 \text{ mg/dm}^3$ (O‘zDST 950/200 bo‘yicha me’yori $400-500 \text{ mg/dm}^3$) ni tashkil etdi.

Tahlil elektrokimëviy faollashtirilgan suvning ishqoriy muhitdagi holatida qattiqligi, xloridlar va sulfatlar miqdori me’eriy ko‘rsatkichlardan ancha pastligi aniqlandi. pH ko‘rsatkichi esa yangi olingan (1 kunlik) suvda $10-10,5$ va 2 kun saqlangan suvda $8,5-9,5$ ni tashkil etgan. Kislotali muhitga ega bo‘lgan suv (anolit)ning umumiy qattiqligi $3,4-3,7 \text{ mg.ekv/l}$ (O‘zDST 950/200 bo‘yicha me’eri $7-10 \text{ mg.ekv/l}$) Cl - ioni miqdori $44,2-48,5 \text{ mg/l}$ (O‘zDST 950/200 bo‘yicha me’eri 250 mg/l) SO_4^{2-} miqdori $148-187 \text{ mg/l}$ (O‘zDST 950/200 bo‘yicha me’yori $400-500 \text{ mg/l}$) ni tashkil etdi. Ikki qismga ajratilgan elektroliz

mahsulotlaridan biri kislotali (anolit soxananing anod qismidagi suyuqlik) va ikkinchisi ishqoriy (katolit soxananing katod qismidagi suyuqlik) bo‘lib, ular o‘z vodorod ko‘rsatkichi bilangina farq qilmasdan, balki fizik, kimyoviy va biologik xossalari bilan ham bir-biridan, shuningdek, tabiiy suvdan ham farq qiladi.

Shu asosda biz tadqiqotlarimizni elektrokimyoviy faollashtirilgan suvlarni pillani chuvish jarayoniga qo‘llash va tolani pilladan chiqishni oshirish bo‘yicha tadqiqot ishlarini olib bordik. Buning uchun 1-rasmda keltirilgan laboratoriya qurilmasi yig‘ildi va barcha tajribalar, ushbu elektrokimyoviy faollashtiruvchi laboratoriya qurilmasida amalga oshirildi. Jarayon quyidagicha amalga oshiriladi, tabiiy pilla qobig‘i chuvilishidan oldin, elektr faollashtirilgan suvda ishlov beriladi, ya’ni quriq pilla qobig‘i hajm bo‘ylab tekis qilib, manfiy qutblangan bo‘limiga joylashtiriladi. Unga $U=12-24$ V oralig‘ida kuchlanish berilib, $t=25-30$ minut vaqt oralig‘ida, hamda $T=50^{\circ}\text{C}$ temperaturada bug‘lantiriladi (ivutiladi).

Natijada, elektr faollashtirilgan suvda, pilla qobig‘i (ivutiladi) namlanadi, pillaning ustki (seritsin) qatlamli qismida fizik va kimyoviy o‘zgarishlar vujudga kelishi aniqlandi. Bu ishda, pilla qobig‘ini oddiy texnologik suvda va elektrokimyoviy faollashtirilgan suvning kislotali hamda ishqoriy muhitlarida ishlov berilgan holatidagi ko‘rsatkichlarini tahliliy ma’lumotlari ham keltirilgan.



1-rasm. Laboratoriya elektroaktivatorining prinsipial sxemasi.

Tadqiqot natijalari tahlili elektrokimyoviy faollashtirilgan suvda ishlov berilgan pillalarda, pillani chuvilishi va uning chiqish ishini oddiy texnologik suvga nisbatan ancha yaxshilanganligi isbotlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Фаттахов М.А., Исламов Б.Х., Мамаева Д.А., Ташпулатов С.Ш. Исследование электрохимических свойств технологической жидкости // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, Иваново, -2024. - №3 (411), - С. 133-140.
2. Abdullayev M.T., Xayitov B.A., Po‘latov A.S., Raximov U. Elektrokimyoviy faollashgan suvdan biologik vositalar ko‘paytirishda foydalanish // FarPI ilmiy texnika jurnali. – Farg‘ona, 2017 yil. – № 3. – B. 98-102.
3. Islamov B.Kh, Fattahov M. A. Viscosity properties of aqueous solutions of natural silk waste compositions. // The American Journal of Engineering and Technology. 2022. V. 04, I. 02, pp. 1-4.

ADVANCING NEUTRON IMAGING IN UZBEKISTAN: FROM FACILITY DEVELOPMENT TO MULTIDISCIPLINARY APPLICATIONS

Bekhzodjon Abdurakhimov

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, Denau, Surkhandarya region, Uzbekistan
Institute of Nuclear Physics, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Tashkent,
Uzbekistan

Neutron imaging is nowadays recognized as a powerful non-destructive technique capable of revealing the internal structure of various objects. The unique interaction of neutrons with matter – high penetration depth, sensitivity to light elements, and strong contrast between neighbouring elements – makes neutron methods complementary to X-ray methods for many applications. Driven by the growing demand from the scientific community, in 2020, a neutron radiography and tomography (NRT) facility has been developed at the steady-state WWR-SM research reactor of the Institute of Nuclear Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan (INP AS RUz) in collaboration with the Joint Institute for Nuclear Research (Dubna, Russia) [1]. The facility provides a thermal neutron flux of about $9 \times 10^6 \text{ n} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, a field of view of $90 \times 90 \text{ mm}^2$, and a spatial resolution of approximately $280 \mu\text{m}$.

Today, the scientific programme at this facility covers a broad range of applications. In geology, neutron tomography has been successfully applied to study the internal structure of igneous and metamorphic rocks, as well as meteorite fragments. For example, lamprophyre dikes were studied to reveal the possible connection between the inclusions in the dike body and the magma flow. With neutron tomography, it was possible to obtain the 3D distributions of such inclusions, to analyze their size, shape, and orientation, and to confirm the connection between the spatial orientation of the inclusions and the direction of magma movement. Similarly, meteorite samples have been analyzed to reveal the spatial distribution of iron-rich phases and other mineral components.

Another major scientific direction at the facility of the WWR-SM reactor is the non-destructive study of cultural heritage objects. The non-destructive nature of neutron tomography is particularly valuable for investigating unique and valuable artefacts. The NRT facility has been extensively used to investigate metal artefacts from the Uzundara fortress (III–II centuries BC, Surkhandarya region). A variety of metal artefacts, including copper and silver coins as well as iron rings, have been examined. Neutron tomography revealed the presence of internal porosity, cracks, and deep corrosion penetration, which are invisible from the surface. These observations provide valuable information about ancient manufacturing technologies (casting, minting) and the long-term degradation of metals in soil environments. Furthermore, the method enables the 3D reconstruction of the studied objects and the quantitative assessment of the preserved metal volume, which is essential for conservation planning [2].

In conclusion, since 2020, neutron imaging in Uzbekistan has advanced from a newly developed facility at the WWR-SM reactor to a versatile platform for non-destructive studies of various objects, including geological samples, meteorites, cementitious materials, palaeontological finds, and cultural heritage objects. Its application to the Uzundara fortress artefacts has already yielded new data on ancient technologies and provided recommendations for restoration and conservation [2]. Future plans include expanding the method to in-situ plant studies and engineering diagnostics.

REFERENCES

1. Abdurakhimov B.A. et al. (2021). New neutron imaging facility at the WWR-SM reactor: Design and first results. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. A. Vol. 989, 164959.
2. Tashmetov M.Y. et al. (2024). Nondestructive structural studies of the Euthydemus I coin and fragments of rings from the Uzundara Fortress using NT. J. Surf. Invest., 18(4), 874-880.

SECTION SESSION

1. COMPUTER MODELING OF PHYSICAL, BIOLOGICAL, AND CHEMICAL PROCESSES

— — — — —

SHO‘BA MAJLISI

1. FIZIK, BIOLOGIK VA KIMYOVIY JARAYONLARNI KOMPYUTERDA MODELLASHTIRISH

INTERLAYER FORCE FIELD FOR THE ANISOTROPIC INTERACTION BETWEEN PLANAR ORGANIC MOLECULES AND TWO-DIMENSIONAL HEXAGONAL BORON NITRIDE

Tolibjon Abdurakhmonov, Oliver Kühn

Institute of Physics, University of Rostock, D-18059 Rostock, Germany

We introduce an anisotropic interlayer potential (ILP) for planar organic molecules on hexagonal boron nitride (hBN) that combines registry-dependent short-range repulsion, long-range dispersion, and explicit all-atom electrostatics [1]. The main motivation is that existing ILP-type models describe nonpolar interfaces well, but they are not sufficient for polar organic molecules containing partially charged heteroatoms, where electrostatic contributions play a decisive role in adsorption, diffusion, and self-assembly [2]. To address this limitation, we developed a new ILP for hBN-supported molecular systems and parametrized it against PBE/MBD reference data using pentacene and PTCDI as representative nonpolar and polar molecules [3]. Transferability was then tested on PTCDA, which was not included in the fit.

The potential was designed to reproduce not only vertical potential energy curves but also the lateral corrugation of the hBN surface that governs diffusion pathways and epitaxial ordering. In benchmark tests, the model shows good agreement with the DFT reference data. For representative adsorption curves, the mean absolute errors are 0.023 eV for pentacene/hBN and 0.067 eV for PTCDI/hBN, while for the lateral potential-energy surfaces the errors are 0.031 and 0.015 eV, respectively. The ILP also reproduces molecule–molecule interactions with reasonable accuracy and remains transferable to PTCDA/hBN, demonstrating that the inclusion of electrostatic interactions substantially extends the applicability of ILP models beyond purely nonpolar systems.

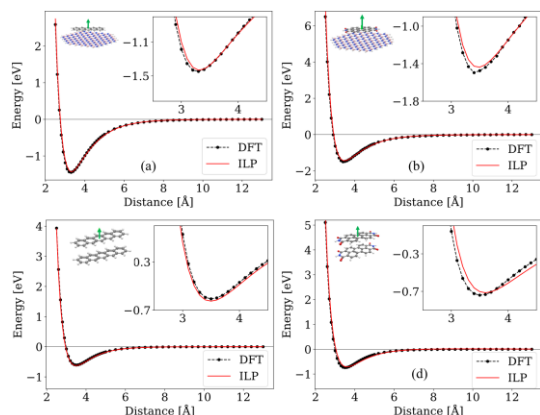


Figure 1. DFT and ILP interaction curves for adsorption and stacking.

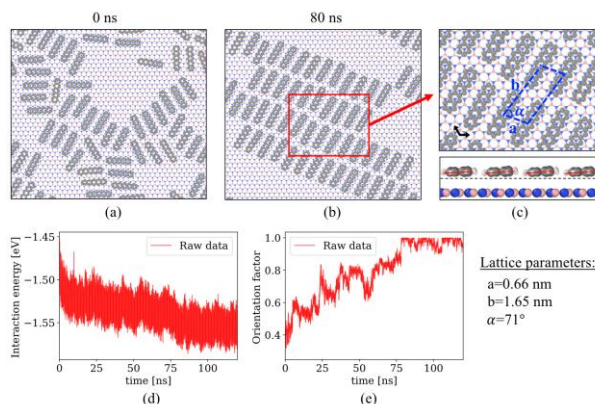


Figure 2. MD snapshot of pentacene self-assembly into an epitaxial monolayer on hBN.

On this basis, we performed large-scale molecular-dynamics simulations to investigate diffusion, cluster formation, and monolayer growth on hBN. The results reveal a clear contrast between nonpolar pentacene and the more polar perylene derivatives. Pentacene is relatively mobile on the surface and undergoes long-range jumps between adsorption sites, assisted by out-of-plane fluctuations and transient tilting that reduce the effective corrugation barrier. In contrast, PTCDA binds more strongly to hBN because its carbonyl groups enhance electrostatic anchoring, which suppresses lift-off and large tilts and restricts the motion mainly to short hops between neighboring sites. At 300 K, this difference leads to markedly different diffusion coefficients, with pentacene diffusing much faster than PTCDA. The same contrast persists during self-assembly. At low coverage, pentacene molecules remain dispersed on the

surface for long times because the intermolecular attraction is relatively weak. By contrast, PTCDA rapidly forms compact clusters stabilized by weak double hydrogen bonds, and these clusters can move collectively across the substrate while largely preserving their internal arrangement. At higher coverage, the simulations reproduce two distinct epitaxial films on hBN. Pentacene forms an ordered parallel monolayer with lattice parameters $a = 6.6\text{\AA}$, $b = 16.5\text{\AA}$, and $\alpha = 71^\circ$, whereas PTCDA forms a dense nearly square lattice with $a = b = 15.7\text{\AA}$ and $\alpha = 88^\circ$. These results show that the new ILP can capture how molecular polarity controls mobility, aggregation, and final film morphology on hBN, while remaining computationally efficient enough for simulations on length and time scales inaccessible to direct first-principles methods.

The main advance of this work is that explicit electrostatics are built into a transferable anisotropic interlayer model, allowing one to bridge the gap between static DFT benchmarks and nanosecond-scale simulations of organic-layer formation on hBN. The ILP therefore provides a practical route to study polar and nonpolar π -conjugated adsorbates on hBN in systems that are too large for direct ab initio dynamics but still require physically meaningful interface corrugation and intermolecular ordering.

REFERENCES

1. Tolibjon Abdurakhmonov and Oliver Kühn - Journal of Chemical Theory and Computation 2026 22 (2), 1046-1058, DOI: 10.1021/acs.jctc.5c01643
2. Wengen Ouyang, Davide Mandelli, Michael Urbakh, and Oded Hod - Nano Letters 2018 18 (9), 6009-6016, DOI: 10.1021/acs.nanolett.8b02848
3. Nils le Coutre, Tolibjon Abdurakhmonov, Paul Weinbrenner, Kenji Watanabe, Takashi Taniguchi, Tobias Korn, Franziska Fennel, Oliver Kühn, and Friedemann Reinhard - ACS Applied Optical Materials 2025 3 (2), 455-462, DOI: 10.1021/acsaom.4c00522

TURLI ENERGIYALI PROTONLARNING PMMA FANTOMIDA BRAGG CHO‘QQISINI GEANT4 DASTURIDA MODELLASHTIRISH

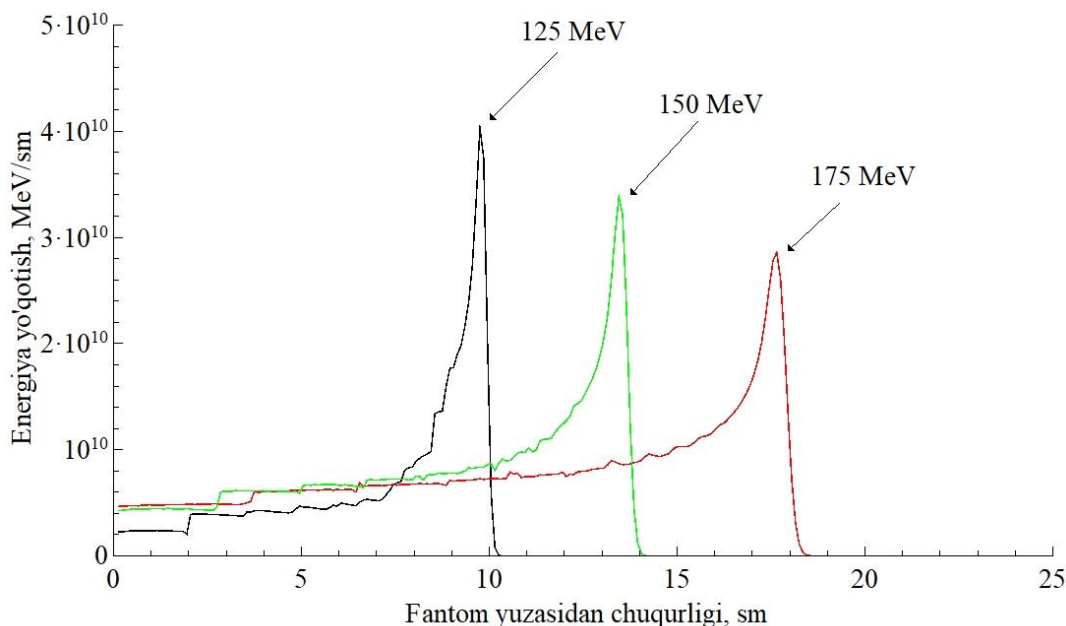
Islombek Himmatov¹, Mirjalol Yusupov², ¹Orifjon Mamatqulov, ¹Bobosher Bahridinov, ¹Zohidjon Umarov

¹Sharof Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti, 140104 Samarqand, O‘zbekiston,

²Lomonosov nomidagi Moskva davlat universiteti, 119991 Moskva, Rossiya

Proton terapiyasi zamonaviy radiatsion onkologiyaning eng ilg‘or yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu tezisda proton terapiyasini Geant4 dasturiy ta‘minotida modellashtirilish va olingan natijalar tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida 125, 150 va 175 MeV energiyali protonlar oqimining PMMA (Polimetilmetakrilat) fantomidagi energiya yo‘qotish jarayoni o‘rganilib, Bragg cho‘qqisi parametrlari aniqlangan.

Proton terapiyasi an‘anaviy foton terapiyasiga nisbatan bir qator muhim afzalliklarga ega. Eng asosiy farq fizik jihatdan namoyon bo‘ladi: protonlar materiya ichida harakatlanganda ularning energiya yo‘qotishi tezlik kvadratiga teskari proporsional ravishda oshib boradi. Bu hodisa Bragg cho‘qqisi deb ataladi va protonlarning to‘liq to‘xtash nuqtasida maksimal energiya ajralib chiqishiga olib keladi. Natijada, o‘simta yonidagi sog‘lom to‘qimalarga tushadigan doza sezilarli darajada kamayadi. Proton terapiyasining barcha afzalliklariga qaramay, uning klinik amaliyotda keng qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiluvchi bir qator muammolar mavjud. Eng muhim muammolardan biri Bragg choqqisining hosil bo‘lish masofasini aniqlashdagi noaniqlikdir. Bu muammoni hal qilishda kompyuterda modellashtirish muhim rol o‘ynaydi. Geant4 dasturi proton terapiyasining bir qator fizik jarayonlarini modellashtirish imkonini beradi: elektromagnit o‘zaro ta’sirlar, yadro reaksiyalari, ikkinchi darajali zarralar hosil bo‘lishi va ularning tarqalishi, shuningdek β^+ izotoplarining hosil bo‘lishi va parchalanishi.



1-rasm. Turli energiyali protonlar oqimining Bragg cho‘qqilari.

PMMA (Polimetilmetakrilat) proton terapiyasida to‘qima ekvivalenti material sifatida keng qo‘llaniladi. Uning kimyoviy formulasi $C_5H_8O_2$, zichligi esa 1.18 g/sm^3 ni tashkil qiladi. PMMA yumshoq to‘qimaning xususiyatlariga yaqin bo‘lib, qattiq va barqaror material sifatida modellashtirish

va tajribalar uchun qulay hisoblanadi.

Geant4 dasturi yordamida 125, 150 va 175 MeV energiyali proton oqimlari uchun energiya yo‘qotish jarayoni tahlil qilindi. Har bir energiya uchun Bragg cho‘qqisi parametrlari aniqlanib, ular o‘zaro taqqoslandi. 125 MeV energiyali protonlar uchun Bragg cho‘qqisi 9.5 santimetr chuqurlikda joylashgan. Maksimal energiya yo‘qotish $4.0 \cdot 10^{10}$ MeV/cm ni tashkil etadi, sirt va cho‘qqidagi energiya yo‘qotish nisbati 1:450 ga teng. Cho‘qqi kengligi (FWHM) 0.75 santimetrni tashkil qiladi. Bu parametrlar bosh va bo‘yin o‘simtalarini davolash uchun maqbul hisoblanadi.

150 MeV energiyali protonlar uchun Bragg cho‘qqisi 13.5 santimetr chuqurlikda joylashgan. Maksimal energiya yo‘qotish $3.4 \cdot 10^{10}$ MeV/cm bo‘lib, sirt/cho‘qqi nisbati 1:400 ni tashkil etadi. Cho‘qqi kengligi 0.80 santimetrga teng. Bu energiya prostata va jigar o‘simtalarini davolashda keng qo‘llaniladi. 175 MeV energiyali protonlar eng chuqur, 17.4 santimetrdagi Bragg cho‘qqisiga ega. Maksimal energiya yo‘qotish $2.9 \cdot 10^{10}$ MeV/cm ga yetadi. Cho‘qqi kengligi 0.85 santimetrni tashkil qiladi. Bu energiya o‘pka va umurtqa o‘simtalarini davolashda qo‘llaniladi.

Proton terapiyasi zamonaviy onkologiyaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Uning an’anaviy foton terapiyasiga nisbatan asosiy afzalligi sog‘lom to‘qimalarga tushadigan dozani sezilarli darajada kamaytirish imkoniyatidir. Biroq, masofani aniqlashdagi noaniqliklar ushbu usulning keng qo‘llanilishini cheklaydi. Geant4 dasturida modellashtirish ushbu muammolarni hal qilishda muhim rol o‘ynaydi. Olingan natijalar proton terapiyasida dozani aniq nazorat qilish usullarini takomillashtirish uchun muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zapfen Campos, B. Real-time in vivo range verification of proton therapy: Nitrogen-12 imaging in a near-clinical scenario [Doctoral dissertation]. University of Groningen; 2026. doi: 10.33612/diss.1457696745
2. Gao, Q., Lin, K., Lin, H.H., et al. Experimental validation of Monte Carlo simulation model for proton range verification using an in-beam dual-head PET system. *Radiation Physics and Chemistry*. 2026; 238:112498.
3. Akbari, F., Karimian, A. Advancing Proton Therapy: A Review of Geant4 Simulation for Enhanced Planning and Optimization in Hadron Therapy. *Journal of Medical Signals and Sensors*. 2024; 14:30. doi: 10.4103/jmss.jmss_49_23
4. GEANT4 TOOLKIT [Электронный ресурс]: Пакет моделирования взаимодействия частиц с веществом. URL <http://geant4.cern.ch>.
5. Newhauser W.D., Fontenot J.D., Mahajan A., Kornguth D., Stovall M., Zheng Y., Taddei P.J., Mirkovic D., Mohan R., Cox J.D. et al. The risk of developing a second cancer after receiving craniospinal proton irradiation // *Phys. Med. Biol.* 2009. Vol. 54. P. 2277–2291.
6. Widesott L., Pierelli A., Fiorino C., Dell’oca I., Broggi S., Cattaneo G.M., di Muzio N., Fazio F., Calandrino R., Schwarz M. Intensity-modulated proton therapy versus helical tomotherapy in nasopharynx cancer: Planning comparison and NTCP evaluation // *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.* 2008. Vol. 72. P. 589–596.
7. Widesott L., Amichetti M., Schwarz M. Proton therapy in lung cancer: Clinical outcomes and technical issues. A systematic review // *Radiother. Oncol.* 2008. Vol. 86. P. 154–164.

ANALYSIS OF QUASINORMAL MODES OF BLACK HOLES

¹Bobur Turimov, ²Shavkat Karshiboev, ³Shuhrat Hayitov

¹Ulugh Beg Astronomical Institute, 100052 Tashkent, ²Samarqand State Pedagogical Institute, 140100 Samarkand, ³New Uzbekistan University, 100000 Tashkent, Uzbekistan

Black holes are among the most intriguing predictions of Einstein’s general theory of relativity. Far from being merely theoretical constructs, they have been confirmed through both electromagnetic observations and, more recently, gravitational wave detections. Classically, black holes are defined by a small number of parameters-mass, charge, and angular momentum-according to the *no-hair theorem* (Israel 1967; Carter 1971). However, when these compact objects are perturbed, they exhibit a characteristic response governed by damped oscillations known as quasinormal modes (QNMs).

Quasinormal modes are solutions to linearized perturbation equations around a black hole background, with complex frequencies that describe both oscillation and decay. These modes arise due to the curvature of spacetime acting like a potential well that temporarily traps the perturbation before it decays via gravitational radiation (Vishveshwara 1970; Press 1971). The frequencies of QNMs depend only on the black hole’s parameters, making them ideal "fingerprints" for identifying and characterizing black holes.

The importance of QNMs has grown significantly with the advent of gravitational wave astronomy. The Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory (LIGO) and Virgo collaborations have observed the ringdown phase of black hole mergers—where QNMs dominate the emitted signal (Abbott et al. 2016). These detections have enabled the direct measurement of QNM frequencies, allowing for precise tests of general relativity and opening the path toward *black hole spectroscopy* (Berti et al. 2009).

In addition to their observational relevance, QNMs provide deep insights into the stability of spacetime, quantum gravity, and the nature of compact objects. Deviations from the expected QNM spectrum could signal new physics beyond general relativity or the existence of exotic compact objects (Cardoso & Pani 2019).

Theoretical Framework of QNMs

Consider a black hole spacetime (e.g., Schwarzschild, Kerr, or Reissner-Nordström). Perturbing the metric $g_{ab} = g_{ab} + h_{ab}$ and linearizing Einstein’s equations yields a set of equations governing the evolution of perturbations. Equations for all components of the metric perturbation can often be recast into a Schrödinger-like wave equation of the form:

$$\psi''(x) + [\omega^2 - V(x)] \psi'(x) = 0,$$

where x is the tortoise coordinate and $V(x)$ is the effective potential depending on the type of perturbation (scalar, electromagnetic, gravitational), and ω is the (complex) quasinormal frequency. Quasinormal modes are defined by the boundary conditions: (i) purely ingoing waves at the horizon, (ii) purely outgoing waves at spatial infinity. These conditions lead to a discrete spectrum of complex frequencies $\omega = \omega_R + i\omega_I$, where ω_R gives the oscillation frequency and ω_I describes the decay rate. The imaginary part ensures that the mode decays over time, reflecting the absorption by the black hole horizon and the radiation to infinity. For a Schwarzschild black hole, the gravitational QNMs depend only on the mass M , and the fundamental mode scales inversely with M . In Kerr black holes, the rotation introduces mode splitting (Zeeman-like effect) in spectra and leads to superradiance and more complex structure. Each black hole has a unique QNM spectrum determined by its parameters (mass, charge, spin). Observing QNMs is akin to spectroscopy in atomic physics, allowing us to infer these properties. The term *black hole spectroscopy* refers to extracting this information from gravitational wave data. In binary black hole mergers, QNMs dominate the ringdown phase, the final stage of the waveform. Analyzing this phase allows us to estimate the mass, charge and spin of the black hole, and test the no-hair theorem. By

comparing observed QNMs to predictions from general relativity (GR), we can test GR’s validity in strong gravity. Deviations from the expected QNM spectrum could indicate:

The existence of exotic compact objects (e.g., gravastars, boson stars), Modified theories of gravity (e.g., Einstein-dilaton-Gauss-Bonnet, scalar-tensor theories), Quantum gravity effects (e.g., horizon fluctuations, fuzzballs).

Conclusion

Quasinormal modes are intrinsic oscillation modes of black holes that emerge naturally in response to perturbations. They encapsulate essential information about the geometry and stability of black holes and serve as critical tools in gravitational wave astronomy. The study of QNMs has transformed from a theoretical curiosity into a practical and observable aspect of astrophysics, with profound implications for fundamental physics.

As observational techniques improve, particularly with next-generation detectors (e.g., LISA, Einstein Telescope), we anticipate an even deeper understanding of black holes and the gravitational interactions that govern them. The future of black hole physics and gravitational wave science will be shaped, in large part, by the exploration of these mysterious and mathematically elegant quasinormal modes.

REFERENCES

1. Abbott, B. P., et al. (2016). Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger. *Physical Review Letters*, 116(6), 061102.
2. Berti, E., Cardoso, V., & Starinets, A. O. (2009). Quasinormal modes of black holes and black branes. *Classical and Quantum Gravity*, 26(16), 163001.
3. Cardoso, V., & Pani, P. (2019). Testing the nature of dark compact objects: a status report. *Living Reviews in Relativity*, 22, 4.
4. Carter, B. (1971). Axisymmetric Black Hole Has Only Two Degrees of Freedom. *Physical Review Letters*, 26(6), 331–333.
5. Israel, W. (1967). Event horizons in static vacuum space-times. *Physical Review*, 164(5), 1776–1779.
6. Press, W. H. (1971). Long wave trains of gravitational waves from a vibrating black hole. *Astrophysical Journal*, 170, L105–L108.
7. Vishveshwara, C. V. (1970). Scattering of gravitational radiation by a Schwarzschild black-hole. *Nature*, 227, 936–938.

GLOBAL CLUSTER SYSTEMS IN DWARF GALAXIES AND THEIR RELATION TO HALO MASS

K. Tillaboev^{1,2}, I. Tadjibaev^{1,3}

¹National University of Uzbekistan, Tashkent, ²Chirchik branch of Tashkent State Medical University, Chirchik, ³Chirchik State Pedagogical University, Chirchik, Uzbekistan

Dwarf galaxies, especially ultra-faint ones, are dominated by dark matter, often exceeding their baryonic content by several orders of magnitude. They serve as key laboratories for probing dark matter via stellar kinematics and testing models, including the Cold Dark Matter paradigm despite issues like the missing satellite and core-cusp problems. In the hierarchical framework of galaxy formation, dwarf galaxies are considered the building blocks of larger systems like the Milky Way, which grow through successive mergers and accretion. Their shallow potentials make them sensitive to environmental effects (e.g., tidal and ram-pressure stripping), while their old stars provide clues about the early Universe and reionization. Due to their low mass, they are strongly affected by stellar feedback, which can regulate or suppress star formation. Recent observational advances, including the James Webb Space Telescope and upcoming surveys from the Vera C. Rubin Observatory, are significantly improving our ability to detect and study faint dwarf galaxies in detail. Globular clusters (GCs) are among the oldest stellar systems in the Universe, with typical ages of $\sim 10 - 13$ Gyr, corresponding to formation redshifts $z \geq 2 - 6$. Observations show a nearly linear correlation between the total mass (or number) of GCs and the dark matter halo mass of galaxies, with $M_{GC}/M_{halo} \sim 10^{-5}$, indicating that GCs can serve as indirect probes of dark matter halos. In addition, globular clusters preserve information about the assembly history of galaxies. Their spatial distribution, kinematics, and metallicity subpopulations (metal-poor and metal-rich) provide evidence for past merger and accretion events. The formation of GCs is associated with extreme physical conditions, such as high gas surface densities $\geq 10^2 - 10^3 M_{\odot} pc^{-2}$ and high star formation rate densities, typical of starburst environments at high redshift. In dwarf galaxies, the study of globular clusters is particularly important due to the large scatter in their numbers: galaxies with stellar masses $M_* \leq 10^7 M_{\odot}$ often host no GCs, while systems with $M_* \sim 10^8 - 10^9$ can host up to $\sim 5 - 10$ clusters. This large dispersion reflects the stochastic nature of GC formation and the strong influence of feedback and environmental effects in low-mass systems. Although the number of globular clusters (GCs) is generally correlated with the dark matter halo mass of galaxies, dwarf galaxies show a large scatter in GC populations. Systems with similar masses ($M_* \sim 10^7 - 10^9 M_{\odot}$) can host anywhere from zero to several GCs [1,2]. This discrepancy cannot be explained by simple scaling relations and indicates that stochastic processes and environmental effects play a significant role. Understanding the origin of this scatter remains an open problem in galaxy formation.

To investigate the origin of the scatter in the number of globular clusters (GCs) in dwarf galaxies, we adopt a simplified modeling approach that links GC formation to the dark matter halo mass. We assume that the expected number of GCs is proportional to the halo mass, such that the mean GC number can be expressed as

$$\lambda = \eta * M_{halo}$$

where η is the GC formation efficiency parameter [1]. To account for stochasticity, the actual number of GCs is modeled as a Poisson variable [2],

$$N_{GC} \sim \text{Poisson}(\lambda)$$

We apply this model to galaxies with halo masses in the range $10^8 - 10^{11} M_{\odot}$ to explore the origin of the observed scatter.

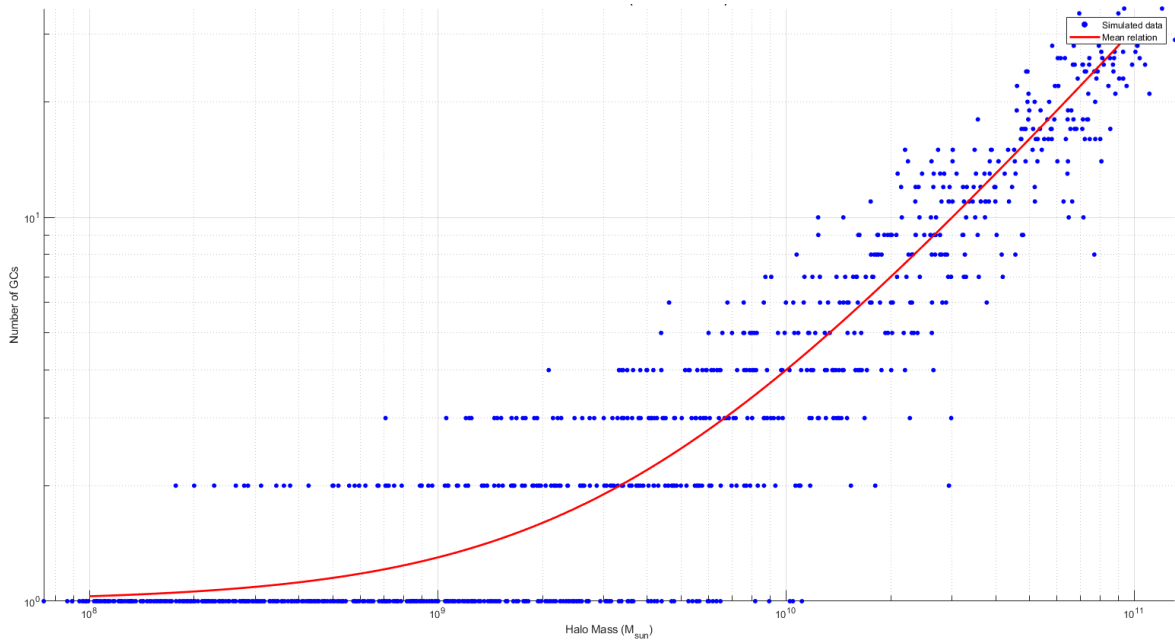


Figure 1. Stochastic Relation Between Globular Cluster Number and Halo Mass.

Figure 1 shows the relationship between the number of globular clusters (GCs) and the halo mass of galaxies based on a stochastic model. The red curve represents the mean relation, where the expected number of globular clusters scales linearly with halo mass ($N_{GC} \propto M_{halo}$). This behavior is consistent with theoretical expectations and previous observational results indicating that more massive dark matter halos host larger GC populations. The blue points correspond to individual realizations generated using a Poisson distribution, highlighting the stochastic nature of globular cluster formation. At low halo masses ($M_{halo} \leq 10^9 M_{\odot}$), the expected number of clusters is small, leading to a discrete distribution dominated by systems with zero or one globular cluster. This produces visible horizontal sequences due to the integer nature of the Poisson process. With increasing halo mass, both the mean number of globular clusters and the dispersion increase, resulting in a broader distribution around the mean relation. However, the relative scatter decreases at higher masses, consistent with Poisson statistics where the fractional uncertainty scales as $1/\sqrt{N}$. A small horizontal scatter has been introduced to the halo mass values to mimic observational uncertainties and improve visualization. Overall, Figure 1 demonstrates that while the average GC–halo mass relation follows a well-defined trend, stochastic effects are significant, especially in low-mass (dwarf) galaxies.

This study shows that the large scatter in the number of globular clusters in dwarf galaxies can be naturally explained by stochastic effects. Assuming a linear relation between GC number and halo mass, a simple Poisson model reproduces the observed trends. In low-mass galaxies, the small expected number of clusters leads to significant relative scatter and discrete distributions. Thus, the GC–halo mass relation is inherently probabilistic, especially in the dwarf galaxy regime.

REFERENCES

1. Burkert, A., & Forbes, D. (2020). High-precision Dark Halo Virial Masses from Globular Cluster Numbers: Implications for Globular Cluster Formation and Galaxy Assembly. 159(2), 56.
2. Chen, Y., & Gnedin, O. (2023). Formation of globular clusters in dwarf galaxies of the Local Group. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 522(4), 5638-5653.

INFLUENCE OF THE POROUS STRUCTURE OF AMORPHOUS SILICON DIOXIDE (α -SiO₂) ON HYDROGEN STORAGE EFFICIENCY

Sh.B. Izzatullayeva¹, A.Ch. Dursoatov¹, U.B. Uljayev^{1,2}

¹Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, ²Institute of Ion-Plasma and Laser Technology of Uzbekistan Academy of Science, 100125 Tashkent, Uzbekistan

The environmental friendliness and high sustainability of hydrogen energy make hydrogen a promising “green” fuel, but its efficient storage remains a pressing issue. Storage in compressed or liquefied form requires large volumes, costs, and energy, so solid-phase storage in porous materials is considered a safer and more cost-effective approach [1]. Due to their high specific surface area and developed porous structure, porous materials based on SiO₂ are recognized as promising for hydrogen storage [2]. In this study, the effect of the porous structure of α -SiO₂ on the adsorption of hydrogen molecules is examined using molecular dynamics (MD) simulations in LAMMPS.

The results show that at 300 K and pressures of 0.1-100 MPa, the degree of hydrogen adsorption coverage on the α -SiO₂ surface varies from 0.13% to 21.12%, and the gravimetric density ranges from 0.03 to 2.07 wt.% (see Fig. 1). Despite the increase in pore volume, H₂ molecules virtually do not penetrate into the inner layers of α -SiO₂ due to the specific configuration and spatial distribution of the pores. Structures such as pockets, channels, tunnels, and voids significantly limit hydrogen diffusion, with some cavities being closed or having an irregular geometry, preventing molecules from penetrating deep into the material. Thus, the geometric structure of the pores is a key factor determining the efficiency of hydrogen adsorption. The efficiency of hydrogen adsorption in porous α -SiO₂ materials is determined by the geometric structure of the pores, which limits the penetration of H₂ molecules into the bulk, despite the increase in total pore volume.

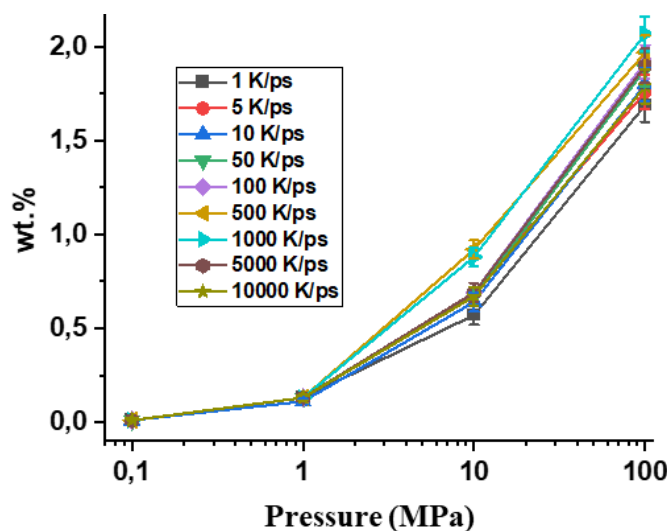


Fig. 1. Dependence of the gravimetric density of hydrogen on the cooling rate at different pressures (right).

REFERENCES

1. Utkir Uljayev et al., Enhanced hydrogen retention in Ni-filled carbon nanotubes at high temperatures, Chemical Physics Letters 874–875 (2025).
2. Wang, T., et al. Metal-decorated covalent organic frameworks for efficient H₂ storage, J. Mater. Chem. A, 2022.

CHANGE OF THE ELECTRONIC PROPERTIES OF DWNT UPON BORON DOPING

Sh. Muminova¹, I. Yadgarov², U. Eshdavlatova¹, U. Uljayev^{1,2}

¹Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, ²Institute of Ion-Plasma and Laser Technology of Uzbekistan Academy of Science, 100125 Tashkent, Uzbekistan

Carbon nanotubes (CNTs) are nanostructures composed of sp^2 -hybridized atoms and possessing metallic or semiconducting properties depending on their chiral indices [1]. Boron-doped DWCNTs (B-DWCNTs) improve their electronic structure, electrical conductivity, and catalytic activity, making them suitable for energy storage, sensors, and nanoelectronics. The introduction of boron atoms into DWCNTs creates p-type semiconductors, with the structure and electronic properties depending on the doping temperature and concentration [2].

B-DWCNTs were studied by molecular dynamics (MD) simulations using the LAMMPS package and the ReaxFF potential. The nanotube diameter was 13.64-13.7 Å, the length was 28.12 Å, and the boron concentration ranged from 0-10%. Energy minimization and thermobaric stabilization were carried out using the NpT ensemble in the temperature range of 300-1500 K [3].

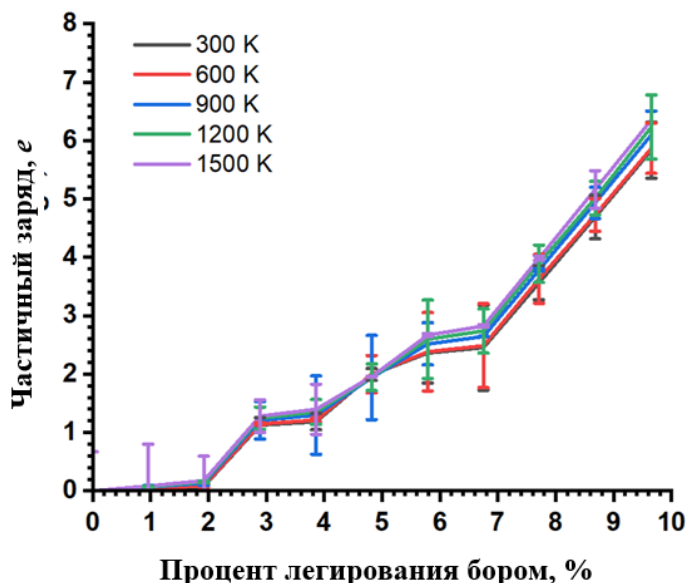


Fig 1 Dependence of the change in partial charge on the concentration of the dopant and temperature.

At low doping concentrations, defects enhance semiconducting properties, whereas at high concentrations, excess defects disrupt the π -electron network. The increase in partial charge is explained by electron redistribution, structural changes, and ionic effects, demonstrating the effectiveness of B-DWCNTs in controlling temperature-dependent electronic properties.

REFERENCES

1. S. Iijima. Phys. B Condens. Matter 323, 1 (2002).
2. U. Uljayev et al., Mod. Electron. Mater. 10, 3 (2024).
3. Sh. Muminova et al., East european journal of physics, 3, 390-397 (2025).

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МИГРАЦИЮ ЭКЗОАТОМА НИКЕЛЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ФУЛЛЕРЕНА C₆₀

Х.И. Жабборов^{1,2}, И.Д. Ядгаров³

¹Ташкентский государственный технический университет имени И.А. Каримова, 100095 Ташкент,

²Tashkent International University of Education, 100207 Ташкент,

³Институт ионно-плазменных и лазерных технологий Академии наук Узбекистана, 100125 Ташкент, Узбекистан

Взаимодействие атомов переходных металлов с молекулами фуллеренов привлекает значительное внимание благодаря потенциальным областям применения в катализе, молекулярной электронике и разработке наноматериалов [1]. Особый интерес представляют фуллерены, функционализированные никелем, поскольку присутствие экзотома никеля может изменять электронные и магнитные свойства углеродного каркаса, влияя на его химическую активность и стабильность [2,3]. Предыдущие исследования методом DFT показали, что экзодрические атомы переходных металлов преимущественно адсорбируются в местах C–C-мостиков на поверхности C₆₀ с энергиями взаимодействия порядка 1 эВ [4]. Понимание механизмов миграции атомов металла на поверхности фуллерена имеет решающее значение для контроля этих свойств в наномасштабе [5].

Температурная миграция экзотома никеля на поверхности фуллерена C₆₀ исследована методом молекулярной динамики в пакете LAMMPS. Предварительно структура C₆₀ была релаксирована методом минимизации энергии. Расчеты выполнены в ансамбле NVT с использованием термостата Нозе–Хувера. Конфигурации адсорбции и длины связей Ni–C анализировались в программе JMOL. Сначала была построена атомная структура фуллерена C₆₀ и выполнена минимизация энергии для получения его устойчивой геометрии. Затем атом никеля был размещён над поверхностью релаксированного фуллерена как экзотом, после чего проведена повторная минимизация энергии системы в LAMMPS методом сопряжённых градиентов. Расчёты показали, что наиболее устойчивыми являются конфигурации, в которых атом Ni располагается вблизи связей C–C или между соседними атомами углерода. Позиции в центре пяти- и шестичленных колец оказались менее вероятными из-за более слабой локальной стабилизации. Наиболее стабильные структуры представлены на рис. 1.

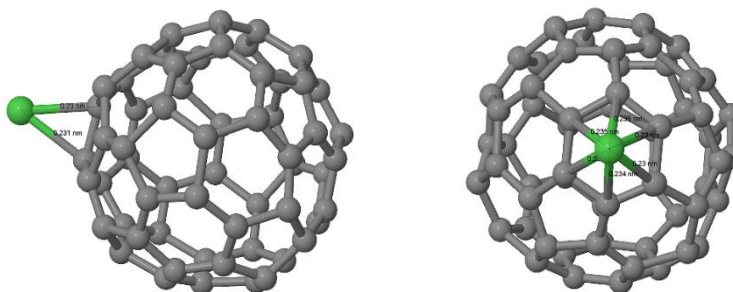


Рис. 1. Примеры локализации экзотома никеля на поверхности фуллерена после процедуры минимизации.

Анализ временной зависимости энергии взаимодействия Ni–C₆₀ показал осцилляции с амплитудой около 0,8 эВ, обусловленные тепловыми флуктуациями и изменением локальной геометрии адсорбции (Рис.2.). При повышении температуры экзотом Ni может переходить

между соседними устойчивыми положениями, что указывает на его миграцию по поверхности фуллерена. При этом амплитуда энергетических колебаний не является барьером миграции, поскольку реальные энергетические барьеры были определены отдельно методом CI-NEB.

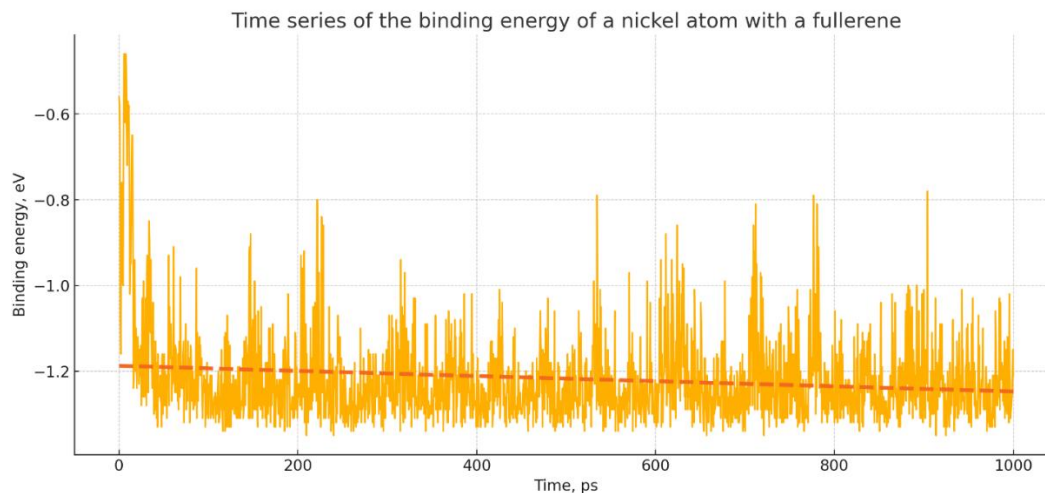


Рис. 2. Временной ряд энергии связи экзотомов.

Временной анализ показывает, что характерные переходные времена между локальными минимумами составляют приблизительно 5–15 пс. Этот диапазон согласуется с типичными временными масштабами тепловых колебаний углеродного каркаса при исследуемой температуре. Это предполагает, что миграция экзатома в основном обусловлена температурно-индуцированными деформациями структуры фуллерена, которые периодически изменяют высоту барьера на потенциальной поверхности и создают условия для скачкообразного перемещения. Другими словами, миграция термически активирована, что типично для адатомов на наноструктурированных углеродных поверхностях. Таким образом, полученные результаты демонстрируют связь между динамикой экзатома и колебательными деформациями фуллерена, что позволяет интерпретировать временной ряд как отклик системы на изменение локального рельефа потенциальной энергии.

Проведённое моделирование показало, что с ростом температуры подвижность атома никеля на поверхности фуллерена C_{60} возрастает. Наиболее устойчивые положения соответствуют областям вблизи связей C–C, а миграция между ними определяется термической активацией.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

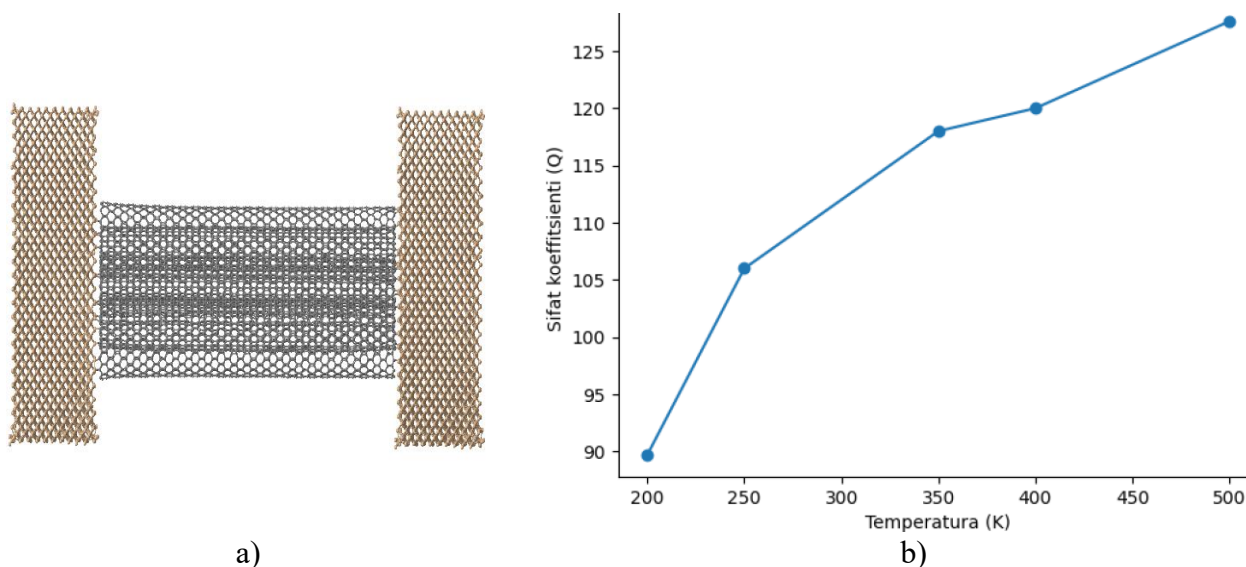
1. Neyts, E., Bogaerts A. Formation of endohedral Ni@ C_{60} and exohedral Ni- C_{60} metallofullerene complexes by simulated ion implantation. *Carbon* 47, 3177–3184 (2009).
2. Verkhovtsev, A. V., Schramm, S., & Solov'yov, A. V. Molecular dynamics study of the stability of a carbon nanotube atop a catalytic nickel nanoparticle. *J. Phys. Chem. C* 118, 16521–16529 (2014).
3. Haghgoo, S. & Nekoei, A.-R. Metal oxide (including NiO) adsorption on fullerene C_{60} : a DFT study. *RSC Advances* 11, 17377–17390 (2021).
4. Lebedeva, I. V., Knizhnik, A. A., Popov, A. M., & Potapkin, B. V. *Ni-assisted transformation of graphene flakes to fullerenes: molecular dynamics study. J. Phys. Chem. C* 116, 7374–7385 (2012).
5. Apriati, Y. N., Nugraheni, A. D., & Sholihun, S. Interaction of small molecules with fullerene C_{60} : DFT study of adsorption energy. *Materials Science Forum* 1066, 135–143 (2022).

KREMNIY TAGLIKLAR ORASIGA O‘RNATILGAN UNT LARNING MEXANIK TEBRANISHLARINI MD USULIDA MODELLASHTIRISH

Navruz Zoirov, Danila Alyabev, Ikrom Urolov

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi U.A. Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti, 100125 Toshkent, O‘zbekiston

Uglerod asosli nanostrukturalar XXI-asrning istiqbolli nanomateriallaridan biri bo‘lib, ularning mexanik, elektr va issiqlik xossalari ko‘plab sohalarda inqilobiy o‘zgarishlar qilish imkonini bermoqda. Jumladan, uglerod nanotrubkalari (UNT) o‘zining noyob xossalari tufayli rezonatorlar va tebranish-sensorli qurilmalarida ideal material sifatida qaralmoqda. Odatda bunday qurilmalarda foydalanilgan UNT larning sifat koeffitsienti (Q-faktor) ni aniqlash muhim hisoblanadi, chunki sifat koeffitsienti qurilmalarning samaradorligini belgilab beruvchi kattalikdir [1]. Ushbu tadqiqot ishida kremniy tagliklar orasiga joylashtirilgan UNT lar mexanik tebranishida sifat koeffitsientlari (Q) turli xil temperaturalarda o‘rganildi. Tadqiqot (MD) usuliga asoslangan holda LAMMPS ochiq manba paket dasturida [2] modellashirildi. 1a-rasmda kremiy nanoplastinkalari orasiga joylashtirilgan UNT lar dastasi. 2b-rasmda sifat koeffitsientining temperaturaga bog‘lanish tasvirlangan.



1-rasm. a) kremiy nanoplastinkalari orasiga joylashtirilgan UNT lar dastasi; b) UNT lar dastasidagi bo‘ylama tebranishlar sifat koeffitsientini tizim haroratiga bog‘lanishi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, temperatura ortib borishi bilan UNT lar sifat koeffitsienti ortib boradi. Bu esa rezonatorlar va tebranish-sensorli qurilmalarining samaradorligini oshirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. E.GhavamiNezhad, M. Mahnama and N. Zolfaghari, Phys. Chem. Chem. Phys., 2020.
2. Sandia National Laboratories, Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator (LAMMPS), 2023

ANISOTROPY OF EFFECTIVE ELASTIC CONSTANTS IN GALLIUM ARSENIDE CRYSTALS

I. Toshpulatov, V. Avdiyevich

Institute of Ion-Plasma and Laser Technology of Uzbekistan Academy of Science, 100125 Tashkent, Uzbekistan

In recent years, there has been growing interest in the linear and nonlinear elastic properties of crystals used in optical signal processing devices such as modulators, deflectors, acousto-optic filters, etc., including those in the infrared range [1-3].

The long side of the samples was oriented along the axes [100], [110], and [111] with an accuracy of no worse than 1° . The non-parallelism of the end faces perpendicular to the direction of propagation of the acoustic wave was no more than 30 arc seconds. To excite longitudinal and transverse acoustic waves in the frequency range of 30 – 1200 MHz, the lithium niobate plate transducers (X or rotated Y-cut) with a natural resonant frequency of ~ 30 MHz were used.

For crystals of cubic symmetry, which include GaAs crystals, it is necessary to know three independent components of both the real and imaginary parts of the elasticity tensor. The values of the effective elastic constants c'_{eff} and c''_{eff} for longitudinal and transverse acoustic waves along the directions [100], [110], and [111] were determined from the values of velocity and attenuation coefficient of these acoustic waves [6].

$$c_{ijkl} = c'_{ijkl} + ic''_{ijkl} \quad (1)$$

For GaAs crystals, which have cubic symmetry, it is necessary to know three independent components of the real and imaginary parts of the elasticity tensor.

Figure 2 illustrates the angular dependence of the effective elastic constant C'_{eff} for gallium arsenide (GaAs) in the (001) plane. The maximum and minimum values occur along the [100] and [110] directions, confirming that the effective elastic constant of GaAs is direction-dependent. This anisotropy plays a crucial role in determining polarization characteristics in the crystal.

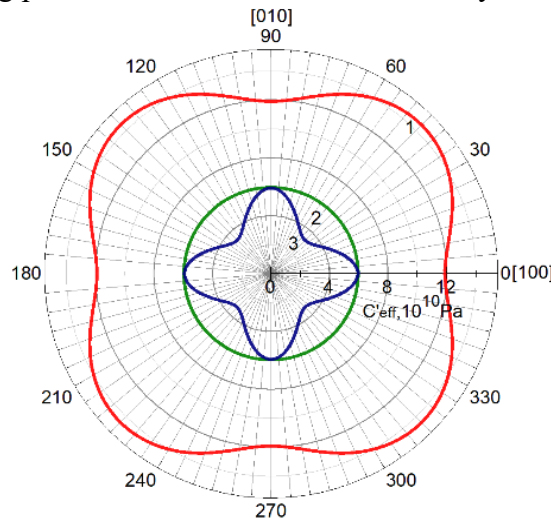


Fig. 1. Effective real elastic constants of quasi-longitudinal (1), shear (2) and quasi-shear (3) acoustic waves in the (001) plane

Figure 3 shows the angular dependence of the effective elastic constant C'_{eff} for gallium arsenide (GaAs) in the (110) plane. There is an anisotropy for shear waves in this plane.

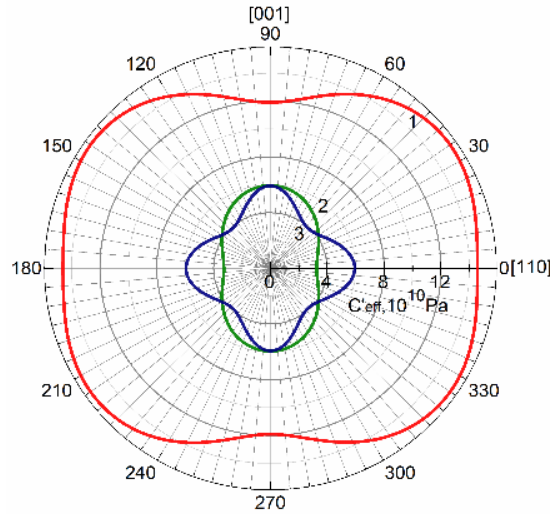


Fig. 2. Effective real elastic constants of quasi-longitudinal (1), shear (2) and quasi-shear (3) acoustic waves in the (110) plane

For the [100] direction, the effective elastic constants c'_{eff} and c''_{eff} coincide, respectively, with the elasticity tensor components c'_{11} and c''_{11} for longitudinal waves and with c'_{44} and c''_{44} for transverse waves. The values of the components c'_{12} and c''_{12} were determined from the data on the velocity and attenuation of transverse acoustic waves along the [110] direction with polarization along the [110] axis from the relations:

$$c'_{eff} = \frac{c'_{11} - c'_{12}}{2} \quad (2)$$

$$c''_{eff} = \frac{c''_{11} - c''_{12}}{2} \quad (3)$$

The values of the obtained real components of the elasticity tensor are in good agreement with the literature data given in [2, 3]. The propagation velocity and acoustic attenuation along any arbitrary direction can be calculated using effective elastic constants with the help of expressions [4]:

The values of the real and imaginary components of the elasticity tensor which allow to analyze the spatial dispersion of the characteristics of acoustic waves have been obtained. It is shown that the strongest attenuation anisotropy is observed for purely transverse acoustic waves propagating in the (110) plane with polarization along the [001] axis.

The revealed features of the anisotropy of the characteristics of acoustic waves can be used in the development of acoustic delay lines, acousto-optic modulators and deflectors based on gallium arsenide crystals.

Deviation of the polarization direction of quasi-longitudinal waves from their propagation direction in the (110) plane is higher than that in the (001) plane. It is meaning that greater anisotropy effect and stronger directional dependence of wave propagation in the (110) plane.

REFERENCES

1. R.E. Newnham. Properties of Materials /Anisotropy/ Symmetry, New York, Oxford University Press, 2005.
2. D. Royer, E. Dieulesaint, Elastic Waves in Solids II, Verlag Berlin, Heidelberg, Springer, 2000.
3. M.P Shaskolskaya. (ed.) Acoustic crystals. Handbook. M., Nauka, 1982.
4. F.R. Akhmedzhanov, V.V. Lemanov, A.N. Nasyrov, Acoustic attenuation surfaces in crystals, *J. Tech. Phys. Letters*, Vol. 6, Issue 10, 1980, pp. 589-592.

EFFECT OF Ni MODIFICATION ON HYDROGEN ADSORPTION IN CARBON NANOTUBES: AN MD STUDY

J. Kodirov¹, E. Yusupov¹, F. Safarov¹, Sh. Buzrikov², U. Uljayev^{1,3}

¹Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, ²Scientific and Technical Centre for Radiation and Nuclear Safety, 100011 Tashkent, ³Institute of Ion-Plasma and Laser Technology of Uzbekistan Academy of Science, 100125 Tashkent, Uzbekistan

The depletion of fossil fuel reserves and the aggravation of environmental problems are stimulating an active search for clean and sustainable energy sources, with hydrogen being considered as a promising environmentally friendly energy carrier with high energy density. Due to the shortcomings of traditional hydrogen storage methods, research is increasingly focusing on solid-phase storage in porous and carbon-containing nanomaterials, in particular carbon nanotubes (CNTs) [1]. In recent years, endohedral modification of CNTs with metal atoms such as nickel (Ni) has been recognized as an effective way to enhance hydrogen adsorption. The present study aims to investigate the physisorption of hydrogen on the outer surface of single-walled CNTs (SWCNTs) with chirality (8,0) endohedrally modified with Ni atoms [2,3].

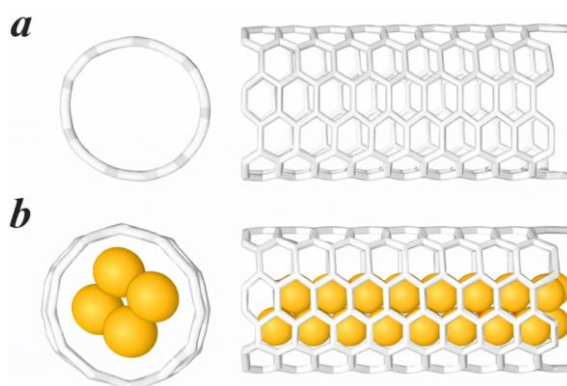


Fig. 1. Top and side views of (a) pure SWCNT (8,0) and (b) SWCNT (8,0) modified with nickel atoms. Carbon and nickel atoms are shown in white and yellow, respectively.

Figure 1 shows that increasing the volume fraction of endohedral Ni atoms in SWCNTs leads to an increase in the gravimetric density of physisorbed H₂ molecules from 1.75 wt.% (Ni₀) to 3.18 wt.% (Ni₁₈), which is 1.82 times higher than the value for unmodified SWCNTs.

Endohedral modification of single-walled carbon nanotubes with Ni atoms significantly enhances hydrogen physisorption efficiency due to hybridization between Ni d-orbitals and nanotube π -electrons and the associated change in partial charge distribution, resulting in a substantial increase in gravimetric hydrogen storage capacity.

REFERENCES

1. C. Liu et al., Hydrogen Storage in Single-Walled Carbon Nanotubes at Room Temperature, *Science* Vol 286, 5 (1999)
2. Utkir Uljayev et al., Enhanced hydrogen retention in Ni-filled carbon nanotubes at high temperatures, *Chemical Physics Letters* 874–875 (2025)
3. Umedjon Khalilov et al., Can endohedral transition metals enhance hydrogen storage in carbon nanotubes?, *Int. Journ. of Hydrogen Energy* 55(15) (2024)

ENHANCEMENT OF HYDROGEN PHYSISORPTION IN LOHC SYSTEMS DOPED WITH C_{60} FULLERENE

G. Rakhimova, U. Uljayev

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

Hydrogen is considered a promising clean energy carrier because of its high energy density and environmental safety, yet its practical application is limited by storage difficulties. Among alternative storage media, liquid organic hydrogen carriers (LOHCs) have attracted attention due to their convenience in transport and handling. In this study, hydrogen physisorption in aromatic LOHC systems containing C_{60} fullerenes was investigated using molecular dynamics simulations [1].

The results show that C_{60} fullerenes act as effective nanoscale adsorption centers, increasing the local hydrogen density and enhancing the overall storage performance. This improvement is mainly related to the spherical geometry of C_{60} and its delocalized π -electron system, which create energetically favorable adsorption regions compared with pristine LOHCs [2,3]. As a result, hydrogen molecules tend to accumulate near fullerene surfaces more strongly than in the unmodified liquid medium.

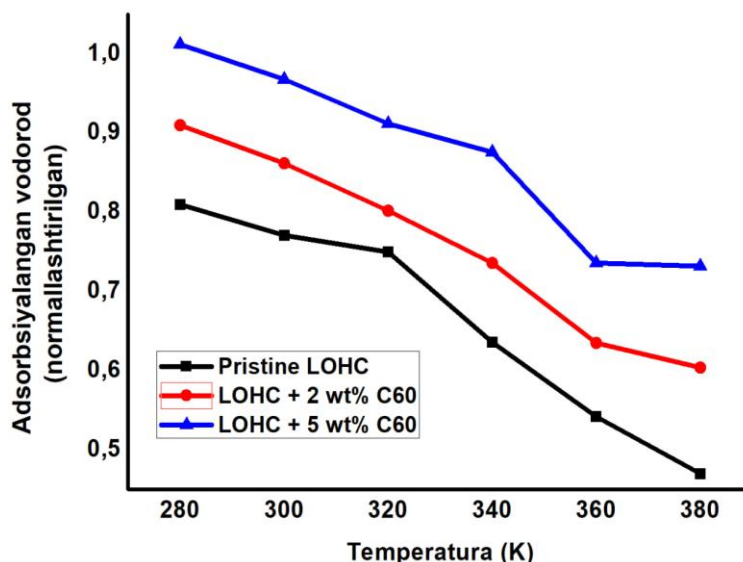


Fig 1. Effect of temperature on hydrogen adsorption in a C_{60} -modified LOHC system.

Overall, the findings indicate that the incorporation of C_{60} is a promising strategy for improving hydrogen storage efficiency in hybrid LOHC-based materials and provides useful atomistic insight for the design of advanced storage systems.

REFERENCES

1. Schlapbach, L., Züttel, A. *Nature*, 2001.
2. Crabtree, G. et al. *Physics Today*, 2004.
3. Züttel, A. *Materials Today*, 2003.

40 KEV ENERGIYALI FE IONLARINING SI DAGI IMPLANTATSIYA PROFILLARINI SRIM VA TCAD YONDASHUVLARI ASOSIDA MATEMATIK MODELLASHTIRISH

Amin Mallayev¹, Shohruh Sayfulloyev¹

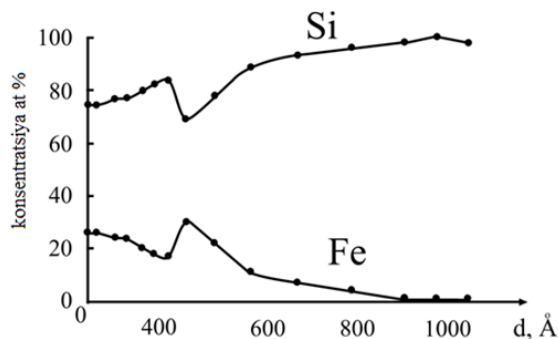
¹Qarshi xalqaro innovatsion universiteti, 180109 Qarshi, ²Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, 100174 Toshkent, O‘zbekiston

Ushbu ishda 40 keV energiya va $D = 10^{16}$ ion/sm² doza bilan implantatsiya qilingan Fe ionlarining Si ichidagi chuqurlik bo‘yicha taqsimoti berilgan eksperimental grafik asosida tahlil qilindi va SRIM/TRIM fizikasi hamda TCAD jarayon modellariga mos samarali matematik model taklif etildi. Statik implantatsiya SRIM-ga mos Gauss profili bilan, yuqori dozalardagi qayta taqsimlanish esa sirt changlanishi, radiatsion aralashish va silitid hosil bo‘lishini hisobga oluvchi dinamik tenglama orqali tavsiflandi. Modellash tirish natijalari Fe maksimumining 400–450 Å atrofida shakllanishi, yuqori dozalarda maksimumning kengayishi va 35–40 at.% oralig‘idagi Fe miqdori FeSi₂ ga yaqin stexiometriya bilan mos kelishini ko‘rsatadi [1–7].

1-rasmda Fe konsentratsiyasi sirtga yaqin qatlamda 25–30 at.% ga yetishi, asosiy implantatsiyalangan atomlar taxminan 300 Å gacha to‘planishi va 800–850 Å da Fe miqdori 1–2 at.% gacha tushishi ko‘rinadi. Bunday ko‘rinish oddiy statik implantatsiya bilan to‘liq tushuntirilmaydi, chunki profilning boshlanish qismida sirtga yaqin boyish, 400 Å atrofida esa alohida maksimum mavjud. Shu sababli profil ikki bosqichda modellash tirildi: (i) SRIM-ga mos dastlabki to‘xtash-taqsimot qismi, (ii) TCAD-ga mos doza ortishi bilan yuz beradigan qayta taqsimlanish qismi.

$$C\_SRIM(x) = C_{max} \cdot \exp[-(x - R_p)^2 / (2 \cdot \Delta R_p^2)]$$

Bu yerda R_p — o‘rtacha proyeksiyalangan masofa, ΔR_p — straggling, C_{max} esa maksimum konsentratsiya. Ion implantatsiya nazariyasida aynan shunday Gauss yaqinlashuvi eng sodda va keng qo‘llaniladigan tasvirdir; SRIM esa ionlarning to‘xtashi va masofa taqsimotini ikkilik to‘qnashuvlar asosida hisoblaydi [1,2]. Rasmga moslashtirish natijasida samarali parametrlar $R_p \approx 420$ Å, $\Delta R_p \approx 115$ Å va $C_{max} \approx 29$ at.% deb olindi. Bu qiymatlar mazkur rasmga mos rekonstruktiv parametrlar bo‘lib, to‘g‘ridan-to‘g‘ri litsenziyalı SRIM chiqishi emas.

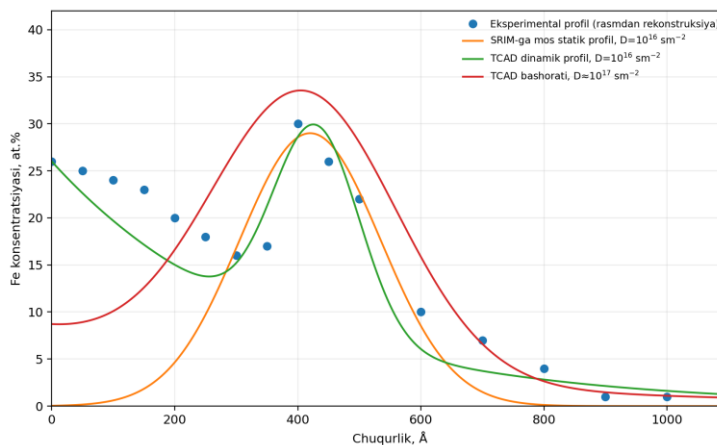


1-rasm. Eksperimental Fe–Si taqsimot profili.

Yuqori dozalarda profilni faqat R_p va ΔR_p bilan ifodalash yetarli emas. Chunki bunday holatda sirt changlanishi, implantatsiyalangan atomlarning qayta ko‘chishi, radiatsion nuqsonlar orqali kuchaygan diffuziya va Fe–Si birikmalarining shakllanishi bir vaqtning o‘zida sodir bo‘ladi. Shuning uchun samarali TCAD tenglama quyidagicha yozildi:

$$\partial C/\partial \Phi = G\_SRIM(x) + \partial/\partial x(Deff \cdot \partial C/\partial x) - vs \cdot \partial C/\partial x - k \cdot R_{sil}(C)$$

Bu yerda Φ — doza, $G\_SRIM(x)$ — implantatsiya manbai, $Deff$ — radiatsion aralashish va diffuziyani umumlashtiruvchi samarali koeffitsiyent, vs — sirtning regressiya tezligi, $R_{sil}(C)$ esa silitsid fazalarga bog‘liq yutilish hadi. Synopsys Sentaurus Process hamda Silvaco ATHENA kabi TCAD paketlarida implantatsiya profillarini Gauss, Pearson yoki dual-Pearson ko‘rinishida berish va keyin ularni diffuziya hamda qayta taqsimlanish modullari bilan rivojlantirish amaliyoti keng qo‘llanadi [3,4].



2-rasm. Eksperimental nuqtalar asosida tiklangan konsentratsiya profili, SRIM ga mos statik taqsimot va TCAD ga mos dinamik taqsimot profillari.

2-rasmdan ko‘rinadiki, $D = 10^{16}$ ion/sm² uchun statik SRIM profili markaziy maksimumni yetarlicha beradi, ammo sirtga yaqin 20–25 at.% li boyish zonasini bera olmaydi. TCAD-ga mos dinamik profil esa aynan shu sirt boyishi, 400–450 Å dagi maksimum va chuqur qatlamlardagi uzun dumni bir vaqtning o‘zida qayta tiklaydi. $D \approx 10^{17}$ ion/sm² uchun hisoblangan profil bitta keng maksimumga aylanadi. Maksimumdagi Fe miqdorining 35–40 at.% oralig‘iga chiqishi FeSi₂ uchun xos 33.3 at.% Fe stexiometriyasiga juda yaqin bo‘lib, sirt osti qatlamlarida disilitsid tipidagi fazalar ustunlashayotganini ko‘rsatadi [5,6]. Bundan yuqoriroq qiymatlar esa muvozanatdan chetlangan Fe-boy sohalar, nuqsonli matritsa va aralash fazalar bilan izohlanishi mumkin.

Demak, dastlab 40 keV Fe ionlari Si ichida to‘xtab, Gaussga yaqin birlamchi taqsimot hosil qiladi. Doza ortishi bilan esa sirt changlanishi va qayta aralashish sabab maksimum kengayadi va sirtga siljiydi. Shu qatlamdagi tarkibi 33–40 at.% diapazonga yetganda FeSi₂ tipidagi birikmalar shakllanishi uchun termodinamik sharoit paydo bo‘ladi. Dinamik nurlanish sharoitida bunday evolyutsiyani faqat SRIM o‘emas, balki TCAD yoki TRIDYN singari qayta taqsimlanishni hisobga oluvchi modellar yaxshiroq tavsiflaydi [4,7].

Eksperimental nuqtalar asosida aniqlangan chuqurlik bo‘yicha Fe konsentratsiya profili 40 keV Fe→Si tizimi uchun eksperimental grafikning asosiy belgilarini muvaffaqiyatli ifodaladi, sirtga yaqin boyish, 400–450 Å dagi maksimum, chuqur qatlamlardagi so‘nish va yuqori dozalarda yagona keng maksimumning paydo bo‘lishi ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ziegler J.F., Biersack J.P., Ziegler M.D. SRIM – The Stopping and Range of Ions in Matter. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, 2010, 268, 1818–1823.

2. Ion implantation profiles are commonly approximated by a Gaussian distribution with projected range R_p and straggling ΔR_p ; see standard ion implantation lecture notes and texts summarized in Ref. [1].
3. Synopsys. TCAD News, Spring 2013: Sentaurus Process implant moment extraction; Gaussian, Pearson and dual-Pearson implant fitting.
4. Scheiblin P. Calibrated and Predictive Simulation of Doping Profiles: Low Energy Ion Implantation. Silvaco Simulation Standard, 2000.
5. Liu B.X., Zhu D.H., Lu H.B., Pan F., Tao K. Synthesis of β - and α -FeSi₂ phases by Fe ion implantation into Si using metal vapor vacuum arc ion source. J. Appl. Phys., 1994, 75(8), 3847–3854.
6. Lakshantha W.J., Dhoubhadel M.S., Reinert T., McDaniel F.D., Rout B. Investigation of various phases of Fe–Si structures formed in Si by low energy Fe ion implantation. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, 2015, 365, 114–119.
7. Möller W. TRI3DYN – Collisional computer simulation of the dynamic evolution of 3-dimensional nanostructures under ion irradiation. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, 2014, 322, 23–33.

NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF CYCLONE SEPARATOR GEOMETRY WITH TANGENTIAL INLET ON SEPARATION EFFICIENCY

A. Adilova¹, A. Dursoatov², A. Kurbanov², U. Uljayev²

¹ Tashkent State University of Economics, 100066 Tashkent, ² Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

This study presents a detailed investigation of how the radial and axial geometric parameters of cyclone separators influence major performance characteristics, including cut-off diameter (d_{50}), pressure drop, and the slope of the fractional efficiency curve. Cyclone separators, widely used in industrial gas-solid separation processes, were analyzed through both conventional design approaches and modern Computational Fluid Dynamics (CFD) simulations (Fig.1) [1].

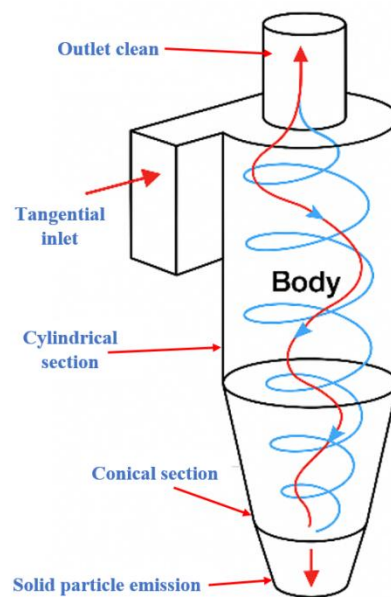


Fig. 1. Principal diagram of a cyclone separator with labeled components and flow directions

Particular attention was given to the limitations of the classical Lapple method, while the effect of individual geometric parameters on separator efficiency was evaluated systematically [2,3]. Experimental measurements and numerical simulations were carried out to determine pressure loss and velocity distribution, and the results showed good agreement. The study also demonstrated that at low particle loadings, the dispersed phase has little effect on the main flow structure. In addition, several predictive approaches, including Lapple's correlations and more recent empirical models, were applied to estimate separation efficiency and pressure drop. The findings provide a useful basis for the rational design and optimization of cyclone separators.

REFERENCES

1. Adilova A.Sh. Improvement of the design of cyclones based on the dynamic analysis of the movement of harmful impurities in the air flow//Dissertation. Tashkent, 2023
2. Hoffman A. C. and L. E. Stein, Stein, Gas Cyclone and Swirl Tubes, Second Edi. 2008.
3. Parnell, C. B. (1990). Cyclone design for cotton gins. the 1990 ASAE International Winter Meeting (p. 905102). St. Joseph, Mich: ASAE.

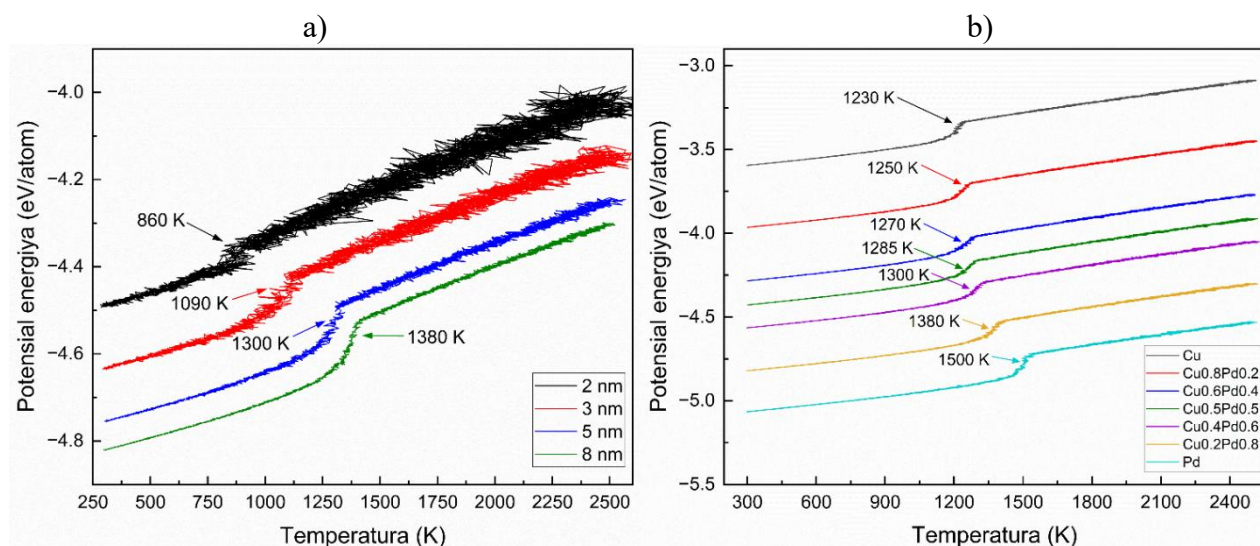
MOLEKULYAR DINAMIKA USULI ORQALI CuPd NANOZARRALARINING ERISH XUSUSIYATINI O‘RGANISH

M. Mengniyozova, M. Choriyeva, F. Safarov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

CuPd nanozarralari o‘zining yuqori sirt-hajm nisbati va kuchli sinergik effekti tufayli turli xil katalitik ilovalarda foydalanish uchun ideal material hisoblanadi [1, 2]. Biroq, yuqori haroratlarda nanozarralarning erishga moyilligi ularning katalitik faolligini o‘zgartirishi va amaliy samaradorligini cheklashi mumkin [3]. Shu sababli ham CuPd nanozarralarining ishlashini yanada optimallashtirish uchun ularning erish haroratini nazorat qilish talab etiladi. Ko‘plab izlanishlar olib borilayotganiga qaramay, CuPd nanozarralarining erish jarayonlarini boshqaruvchi atomar darajadagi tafsilotlar hali ham yetarli emas [4].

Ushbu tadqiqot ishida GPUMD dasturi [5] yordami CuPd nanozarralarining erish jarayoni o‘rganish uchun molekulyar dinamika (MD) simulyatsiyalarini amalga oshirildi. Atomlar orasidagi o‘zaro ta’sirni tavsiflash uchun UNEP-v1 deb nomlangan mashinali o‘qitishga asoslangan atomlararo potensialdan foydalanildi [6]. Model tizim sifatida turli o‘lcham (2, 3, 5, 8 nm) va tarkibli (Cu, Cu_{0.8}Pd_{0.2}, Cu_{0.6}Pd_{0.4}, Cu_{0.5}Pd_{0.5}, Cu_{0.4}Pd_{0.6}, Cu_{0.2}Pd_{0.8}, Pd) CuPd sferik shakldagi CuPd nanozarralari tanlab olingan. Barcha model tizimlarning energiyasi dastlab FIRE algoritmi yordamida minimallashtirildi [7], so‘ngra 300 K haroratda 100 ps vaqt davomida NVT ansambli yordamida muvozanatlashtirildi [8]. Nihoyat barcha model tizimlar harorati 300 K dan 2500 K haroratgacha 1 K/ps tezlik bilan qizdirildi.



1-rasm. a) Turli o‘lchamdagi Cu_{0.2}Pd_{0.8} nanozarralari potensial energiyasining temperaturaga bog‘liqligi; b) 8 nm o‘lchamga ega tuli tarkibli CuPd nanozarralari potensial energiyasining temperaturaga bog‘liqligi.

Dastlabki natijalar shuni ko‘rsatadiki, Cu_{0.2}Pd_{0.8} nanozarrasi o‘lchamining 2 nm dan 8 nm gacha ortishi erish haroratining 860 K dan 1380 K gacha ko‘tarilishiga olib keladi. Xususan, 2 nm, 3 nm, 5 nm va 8 nm o‘lchamli zarralar uchun erish nuqtalari faza o‘tishidagi potensial energiyaning keskin sakrashi orqali aniqlanib, mos ravishda 860 K, 1090 K, 1300 K va 1380 K ni tashkil etdi (a-rasm). Kichik o‘lchamdagi zarralarning nisbatan past haroratlarda erishi Gibbs-Tomson effekti bilan bevosita

izohlanadi [9].

8 nm o'lchamga ega nanozarralarda esa tizimdagi Pd atomlarining konsentratsiyasi ortishi erish haroratining tizimli ravishda oshishiga olib keladi. Sof Cu nanozarrasi 1230 K haroratda erigan bo'lsa, qotishmadagi Pd konsentratsiyasi oshib borishi bilan erish nuqtasi Cu_{0.8}Pd_{0.2} da 1250 K ga, Cu_{0.6}Pd_{0.4} da 1270 K ga, Cu_{0.5}Pd_{0.5} da 1285 K ga, Cu_{0.4}Pd_{0.6} da 1300 K ga va nihoyat sof Pd zarrasi uchun 1500 K gacha ko'tarilishi kuzatildi. Ushbu natijalar shuni ko'rsatadiki, CuPd nanozarralarining o'lchami va tarkibidagi Pd miqdorini o'zgartirish orqali ularning erish jarayonini katalitik ilovalar uchun maqsadli boshqarish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lu C, Zhou S, Zhou W, et al (2023) Carbon-confined Cu-Pd alloy nanoparticles as high-performance catalysts for acetylene selective hydrogenation. *Chemical Engineering Journal* 464:142609. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2023.142609>
2. Wang G, Hao P, Chang Y, et al (2022) Copper and palladium bimetallic sub-nanoparticles were stabilized on modified polyaniline materials as an efficient catalyst to promote C–C coupling reactions in aqueous solution. *Nanoscale* 14:2256–2265. <https://doi.org/10.1039/D1NR07640J>
3. Darvishi Kamachali R (2022) Melting upon Coalescence of Solid Nanoparticles. *Solids* 3:361–373. <https://doi.org/10.3390/solids3020025>
4. Zhou Z, Guo X, Jia H, et al (2023) Ultra-Fast Heating Process of Cu-Pd Bimetallic Nanoparticles Unraveled by Molecular Dynamics Simulation. *Coatings* 13:1078. <https://doi.org/10.3390/coatings13061078>
5. Xu K, Bu H, Pan S, et al GPUMD 4.0: A high-performance molecular dynamics package for versatile materials simulations with machine-learned potentials. <https://doi.org/10.1002/mgea.70028>
6. Song K, Zhao R, Liu J, et al (2024) General-purpose machine-learned potential for 16 elemental metals and their alloys. *Nat Commun* 15:10208. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-54554-x>
7. Bitzek E, Koskinen P, Gähler F, et al (2006) Structural Relaxation Made Simple. *Phys Rev Lett* 97:170201. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.97.170201>
8. Martyna GJ, Klein ML, Tuckerman M (1992) Nosé–Hoover chains: The canonical ensemble via continuous dynamics. *J Chem Phys* 97:2635–2643. <https://doi.org/10.1063/1.463940>
9. Qi WH (2005) Size effect on melting temperature of nanosolids. *Physica B: Condensed Matter* 368:46–50. <https://doi.org/10.1016/j.physb.2005.06.035>

AMORF SiO_2 NANOZARRALARINING VAKUUMDAGI DIMERLANISH DINAMIKASI

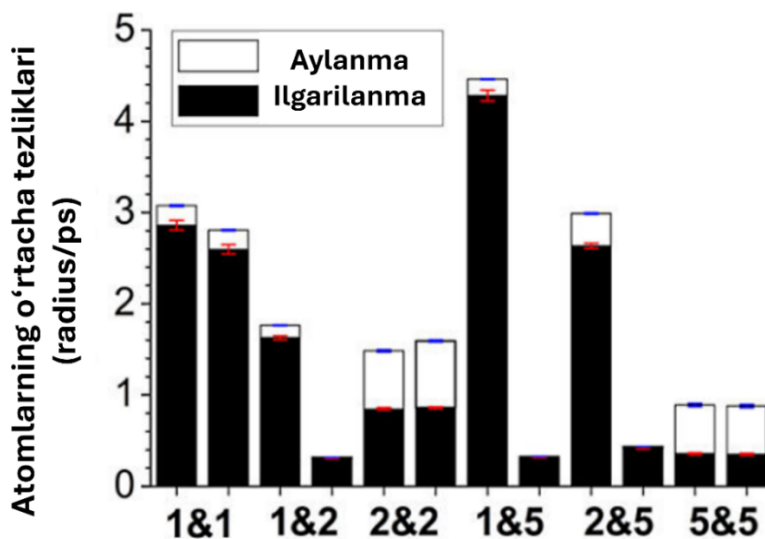
M. Choriyeva, M. Mengniyozova, F. Safarov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Kremniy oksidi (SiO_2) nanozarralarining o‘ziga xos xususiyatlari, jumladan, sirt yuzasining hajmga nisbatan yuqori nisbati, sozlanishi mumkin bo‘lgan sirt kimyosi va biyoslashuvchanligi ularni kataliz, tibbiyot va atrof-muhitni tozalash sohalarida qo‘llash uchun ideal materialga aylantiradi [1]. Biroq, ushbu zarralarning o‘zaro agregatsiyalanishga bo‘lgan kuchli moyilligi ularning dastlabki xususiyatlarini o‘zgartirishi va amaliy samaradorligini cheklab qo‘yishi mumkin [2]. Shu sababli, SiO_2 nanozarralarining ishlash samaradorligini optimallashtirish ularning agregatsiya jarayonini nazorat qilishni talab etadi.

Bugungi kunga qadar ushbu yo‘nalishda keng ko‘lamli izlanishlar olib borilganiga qaramay, SiO_2 nanozarralari agregatsiyasining dastlabki bosqichlarini boshqaruvchi atom darajasidagi mexanizmlar hanzugacha to‘liq o‘rganilmagan [3]. Ushbu tadqiqot ishi aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan bo‘lib, unda 1-5 nm o‘lchamdagi amorf SiO_2 nanozarralarining vakuum sharoitidagi agregatsiyasining ilk bosqichi, ya’ni dimerlanish dinamikasini molekulyar dinamika (MD) usuli yordamida o‘rganiladi.

Dastlab, ushbu nanozarralarning energiyasi keskin tushish (sd) va birlashgan gradient (cg) optimallashtirish algoritmlarini ketma-ket qo‘llash orqali minimallashtirildi. Shundan so‘ng, tizimlar izotermik-izobarik (NPT) ansambli sharoitida 300 K harorat va 0 Pa bosim ostida 250 ps davomida termodinamik muvozanat holatiga keltirildi. Bevosita nanozarralarning o‘zaro agregatsiya jarayonini kuzatish va tahlil qilish uchun asosiy modellashtirish ishlari mikrokanonik (NVE) ansamblda 10 nanosekund davomida amalga oshirildi. Zarrachalar o‘lchamining dimerlanish dinamikasiga ta’sirini miqdoriy baholash maqsadida agregatsiya davomidagi atomlarning o‘rtacha ilgariylanma va aylanma harakat tezliklari o‘rganildi.



1-rasm. SiO_2 nanozarralarining dimerlanish jarayonida nanozarra radiusiga nisbatan normallashtirilgan atomlarning o‘rtacha ilgariylanma va aylanma harakat tezliklari. Xatolik chiziqlari mos ravishda qizil va ko‘k rangda tasvirlangan.

Natijalar shun ko‘rsatadiki, 1 nm o‘lchamdagi zarralar juftligida (1&1) ilgariylanma harakat tezligi (taxminan 1350 m/s) aylanma harakat tezligidan (100 m/s) qariyb 14 barobar yuqori ekanligi kuzatildi. Bunga kichik zarralarning tartibsiz amorf tuzilishi va notekis shakli aylanishni qiyinlashtirib, ko‘proq

ilgarilanma harakatni afzal ko‘rishi sabab bo‘ladi.

Zarrachalar o‘lchami ortishi bilan aylanish erkinligi ortadi. Agar 2&2 juftligida ilgarilanma tezlikning aylanma harakat tezligiga nisbati 1.4 gacha pasaysa, yirik 5&5 juftligida jarayon butunlay o‘zgaradi. 5 nm li zarralarda aylanma harakat tezligi (1325 m/s) ilgarilanma harakat tezligidan (875 m/s) ikki barobardan ziyodga oshadi. Ularning sferik shakli va kattaligi yo‘naltirilgan birikishga imkon berib, barqarorroq dimerlar hosil bo‘lishini ta‘minlaydi [4].

Aralash o‘lchamdagi (1&2, 1&5 va 2&5) juftliklarda yirik zarracha butun jarayonni boshqarib, kichik zarraning aylanma harakatini keskin cheklab qo‘yadi. Biroq, massalar farqi natijasida kichik zarralarning ilgarilanma harakat tezligi juda yuqori bo‘ladi. Masalan, 1&5 juftligidagi kichik zarraning ilgarilanma tezligi 2150 m/s gacha, 2&5 juftligida esa 2600 m/s gacha yetishi aniqlandi.

Ushbu natijalar shuni tasdiqlaydiki, SiO_2 nanozarralarining agregatsiya dinamikasi va shakllanadigan dimerlarning barqarorligi zarrachalarning massasi hamda aylanish erkinligi bilan chambarchas bog‘liqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

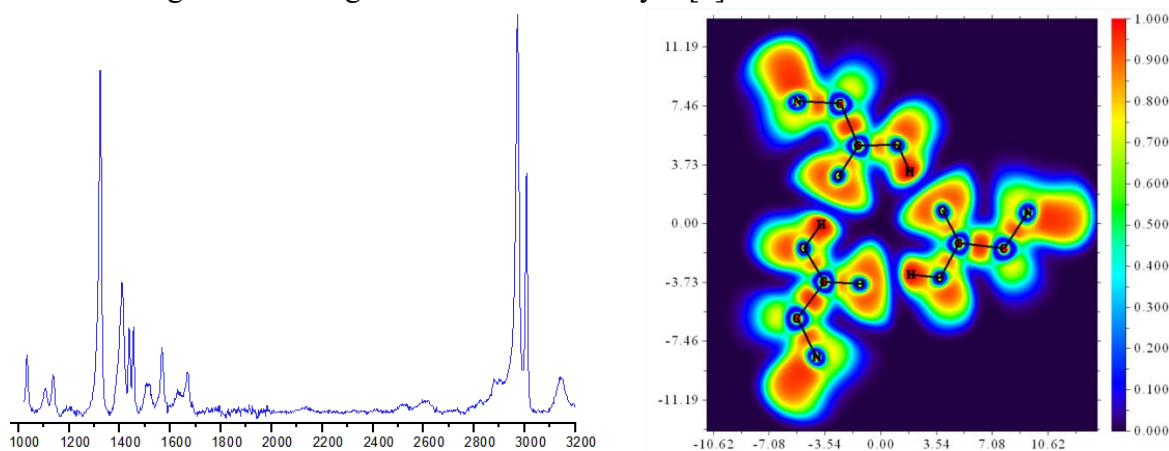
1. A. A. Nayl et al., RSC Adv. 12, 13706 (2022).
2. S. Shrestha, B. Wang, and P. Dutta, Adv. Colloid Interface Sci. 279, 102162 (2020).
3. D. Husanova et al., J. Phys. Chem. C 129, 2421 (2025).
4. D. Spagnoli et al., J. Phys. Chem. C 2008, 112 (38), 14731–14736.

GLITSINNING KOMBINATSION SOCHILISH SPEKTRLARI VA KVANTO-KIMYOVIY HISOBLASHLAR

M. Xolmatova, A. Dursoatov, B. Primkulov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Aminokislotalar kristall tuzilishli, yuqori erish temperaturasiga ega va suvda yaxshi eruvchi moddalar bo‘lib, molekulalararo ta’sirlarda O-H hamda N-H guruhlarini muhim rol o‘ynaydi [1–2]. Shu bois ular biologik va spektroskopik jihatdan keng o‘rganilmoqda. Aminokislotalarning tebranish spektrlari asosan O-H, N-H, NH_3^+ , COO^- va CH guruhlarini spektrlarini aks ettirib, molekulyar tuzilish hamda vodorod bog‘lanishlarning muhim rolini tavsiflaydi [3].



1-rasm. Glitsinning KS spektri va elektron zichlikning fazoviy taqsimoti.

Spektral ma’lumotlarga ko‘ra, $1400\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ sohada joylashgan intensiv chiziqlar karboksilat (COO^-) guruhining assimetrik va simmetrik valent tebranishlariga mos kelishi aniqlandi. Ushbu chiziqlarning mavjudligi glitsin molekulasining zwitterion holatda barqaror ekanligini ko‘rsatadi. $1300\text{--}1450\text{ cm}^{-1}$ oralig‘idagi chiziqlar CH_2 hamda NH_2^+ guruhlarining deformatsion tebranishlariga, $1000\text{--}1100\text{ cm}^{-1}$ sohadagi tebranishlar esa C-N bog‘ining valent modalariga tegishli ekanligi bilan izohlanadi. Yuqori chastotali ($2700\text{--}3200\text{ cm}^{-1}$) sohada kuzatilgan O-H va N-H tebranishlari vodorod bog‘lanishlarning mavjudligini ko‘rsatib, ularning kengayishi va chastota siljishi molekulalararo o‘zaro ta’sirlar bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi. Spektrlardagi chastota siljishi va intensivlik o‘zgarishlari glitsinda muhitga bog‘liq vodorod bog‘lanishlarning qayta tashkil topishini aks ettiradi.. Elektron zichlik xaritasida yuqori elektron zichlik hududlari asosan kislorod va azot atomlari hamda kovalent bog‘lanishlar atrofida jamlangan bo‘lib, bu mazkur atomlarning yuqori elektrmanfiyligi va bog‘lovchi elektronlarning lokalizatsiyasi bilan izohlanadi. Mazkur natijalar glitsin molekulalari orasidagi o‘zaro ta’sirlarning asosan elektrostatik va vodorod bog‘lanish tabiatiga ega ekanini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

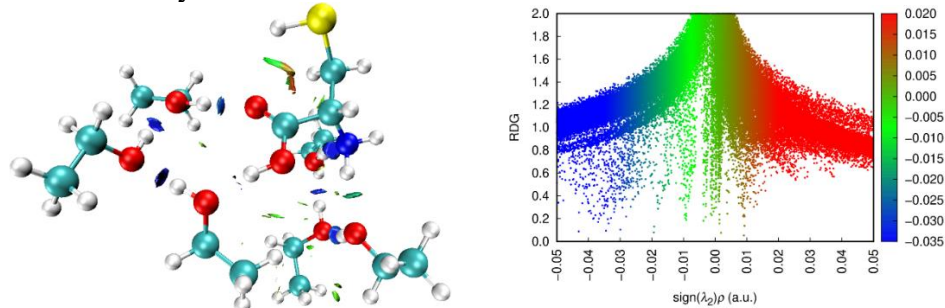
1. H. Hushvatkov, A. Jumabaev, G. Muradov, A. Absanov // American Journal of Quantum Chemistry and Molecular Spectroscopy, 2021, Vol. 5, №1, pp. 1–9.
2. Daniel A., Prakassaro A., Dornadula K., Ganesan S. // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2016, Vol. 152, pp. 58–63.
3. Socrates, G. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies: Tables and Charts. John Wiley & Sons, 2001.

L-SISTEIN-ETANOL MOLEKULAR KOMPLEKSIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI

E.X.Yusupov, B.H.Xo‘janazarov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti.O‘zbekiston.

L-sistein-etanol molekulyar kompleksida yuzaga keluvchi nokovalent o‘zaro ta’sirlarning tabiatini aniqlash, ularning kompleks barqarorligiga qo‘shadigan hissasini baholash hamda molekulyar tizimning strukturaviy va fizik-kimyoviy xossalarni tushuntirishdagi rolini ochib berish nazariy va amaliy jihatdan muhim bo‘lgan dolzarb ilmiy masaladir.



1-rasm. Glitsin-suv kompleksining NCI, RDG va Elektron zichlik tahlili

L-sistein-etanol molekulyar kompleksi uchun o‘tkazilgan RDG va NCI tahlillari tizimda mavjud bo‘lgan nokovalent o‘zaro ta’sirlarning murakkab va ko‘p komponentli tabiatini aniqlash imkonini berdi. RDG grafigida $\text{sign}(\lambda_2)\rho$ qiymatlarining manfiy sohada zich joylashuvi kuchli tortuvchi o‘zaro ta’sirlar, xususan vodorod bog‘lari mavjudligini aniq ko‘rsatadi. Ushbu hududlarga mos keluvchi ko‘k rangli nuqtalar va izosirtlar L-sisteinning $-\text{NH}_2$, $-\text{COOH}$ hamda $-\text{SH}$ guruhlar bilan etanolning $-\text{OH}$ guruhi o‘rtasida shakllangan vodorod bog‘larini ifodalaydi.

Grafikning nolga yaqin qismida ($\text{sign}(\lambda_2)\rho \approx 0$) kuzatilgan yashil zonalar zaif dispersiya va Van-der-Vaals o‘zaro ta’sirlar ustunligini bildiradi. Bu ta’sirlar molekulararo masofa va fazoviy moslashuvni ta’minlab, kompleksning umumiy barqarorligiga qo‘shimcha hissa qo‘shadi. Musbat sohada ($\text{sign}(\lambda_2)\rho > 0$) joylashgan qizil nuqtalar esa sterik itarilish kuchlari mavjudligini ko‘rsatadi, bu esa ayrim atomlar orasida fazoviy cheklanishlar borligini bildiradi.

NCI izosirtlar tahlili RDG natijalarini to‘liq tasdiqlab, vodorod bog‘lari lokal va yo‘naltirilgan xarakterga ega ekanini, dispersiya kuchlari esa keng fazoda tarqalganini ko‘rsatdi.

Xususan, ko‘k rangli izosirtlarning kuzatilishi L-sisteinning funksional guruhlar bilan etanolning gidroksil guruhi orasida kuchli tortuvchi xarakterga ega vodorod bog‘lari shakllanishini tasdiqlaydi. Ushbu bog‘lanishlar kompleksning fazoviy konfiguratsiyasini mustahkamlab, uning energetik jihatdan qulay holatda barqarorlashuviga xizmat qiladi. Yashil rangli izosirtlar esa zaif van-der-Vaals va dispersiya ta’sirlarini ifodalab, kompleksning umumiy barqarorligida muhim qo‘shimcha omil sifatida namoyon bo‘ladi. Tahlil natijalari L-sistein-etanol sistemasida tortuvchi o‘zaro ta’sirlar ustun ekanini, kompleks barqarorligi esa asosan vodorod bog‘lari va dispersiya kuchlarining uyg‘un ta’siri bilan ta’minlanishini ko‘rsatdi.

ADABIYOTLAR

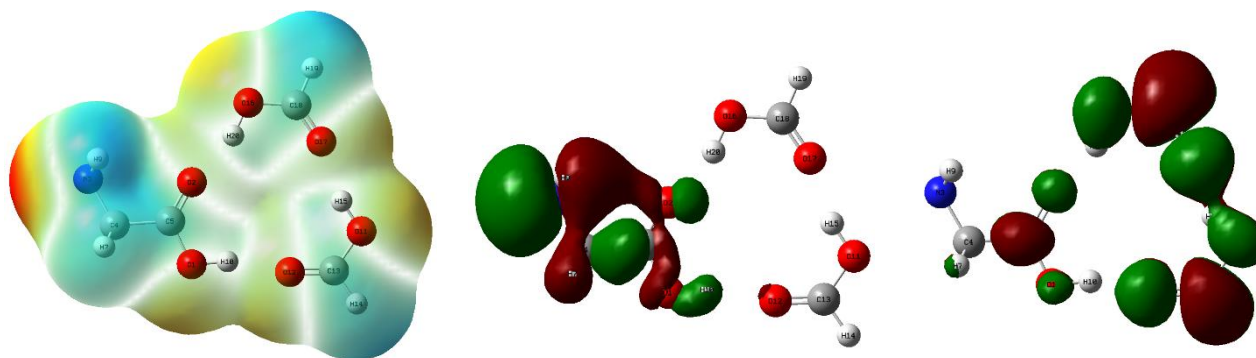
1. H. Hushvatkov, A. Jumabaev, G. Muradov, A. Absanov // American Journal of Quantum Chemistry and Molecular Spectroscopy, 2021, Vol. 5, №1, pp. 1–9.
2. Daniel A., Prakassar A., Dornadula K., Ganesan S. // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2016, Vol. 152, pp. 58–63.

GLITSIN-METAN KISLOTA KOMPLEKSIDA ELEKTRON TUZILISH VA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI

A. Yo‘ldoshev, Sh. Omonova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti.O‘zbekiston.

Glitsin va metan kislotasi o‘rtasidagi molekulararo o‘zaro ta’sirlar biologik va fizik-kimyoviy jarayonlarda muhim ahamiyatga ega [1]. Mazkur ishda glitsin–metan kislota kompleksining elektron tuzilishi va molekulararo o‘zaro ta’sirlari kvant-kimyoviy usullar asosida o‘rganildi. Aminokislotalar va organik kislotalar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlar biologik hamda fizik-kimyoviy jarayonlarda muhim rol o‘ynaydi [2], shu sababli bunday komplekslarning nazariy tahlili katta ilmiy ahamiyatga ega.



1-rasm. Glitsin-metan kompleksining MEP va HOMO-LUMO tahlili.

Hisoblash natijalariga ko‘ra, chegaraviy molekulyar orbitallar energiyalari quyidagicha aniqlandi: HOMO energiyasi -6.96857 eV, LUMO energiyasi -0.392388 eV bo‘lib, ular orasidagi energiya tafovuti $\Delta E = 6.576182$ eV ni tashkil etadi. Ushbu qiymatning katta bo‘lishi kompleksning yuqori termodinamik barqarorligini va nisbatan past kimyoviy reaktivligini ko‘rsatadi. Kimyoviy qattqlik ($\eta = 3.288091$ eV) tizimning zaryad almashinuviga nisbatan chidamli ekanini ko‘rsatadi, yumshoqlik ($S = 0.152064$ eV) esa uning past reaktivligini tasdiqlaydi. Kimyoviy potensial ($\mu = -3.68048$ eV) molekulaning elektronlarni o‘ziga tortish xususiyatini ifodalaydi, elektrofiliklik indeksi ($\omega = 2.059846$ eV) esa kompleksning o‘rtacha darajadagi elektrofil xususiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Elektrostatik potensial (ESP) xaritalari tahlili kompleksda zaryad taqsimotining notekisligini aniqladi. Vodorod atomlari esa musbat potensialga ega bo‘lib, proton donor markazlar sifatida namoyon bo‘ldi. Bu natijalar glitsin va metan kislota molekulari o‘rtasida O-H...O va N-H...O tipiagi kuchli vodorod bog‘lari mavjudligini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR

1. Parr R.G., Yang W. Density Functional Theory of Atoms and Molecules. Oxford University Press, 1989.
2. Domingo L.R., Pérez P. The nucleophilicity N index in organic chemistry. Organic & Biomolecular Chemistry, 2011, 9, 7168–7175.

ДЕФЕКТНЫЙ ГРАФЕН КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ФИЗИСОРБЦИИ ВОДОРОДА

А. Каршиева, У. Улжаев.

Денауский институт предпринимательства и педагогики, Узбекистан.

Углеродные наноматериалы рассматриваются как перспективные кандидаты для хранения водорода благодаря их малой плотности, высокой удельной поверхности и хорошей механической стабильности [1,5]. Среди них графен занимает особое место благодаря своей двумерной структуре и выдающимся электронным и физическим свойствам [3]. Однако в своем идеальном (бездефектном) состоянии графен демонстрирует слабое взаимодействие с молекулами водорода, что ограничивает его эффективность хранения при нормальных условиях [4]. Для преодоления данного ограничения одним из эффективных подходов является введение структурных дефектов в графеновую решётку [2]. В данной работе с использованием реактивной молекулярной динамики было проведено исследование физисорбции молекул водорода на дефектном графене. Были рассмотрены различные конфигурации и концентрации дефектов с целью оценки их влияния на адсорбционные свойства материала. Результаты моделирования показали, что наличие дефектов существенно повышает способность графена к адсорбции водорода [2,4]. В частности, увеличение размеров и концентрации дефектов приводит к формированию энергетически выгодных центров адсорбции. Эти центры возникают вследствие локальной перестройки электронной структуры и перераспределения заряда в области дефектов, что усиливает взаимодействие между молекулами водорода и поверхностью графена [4].

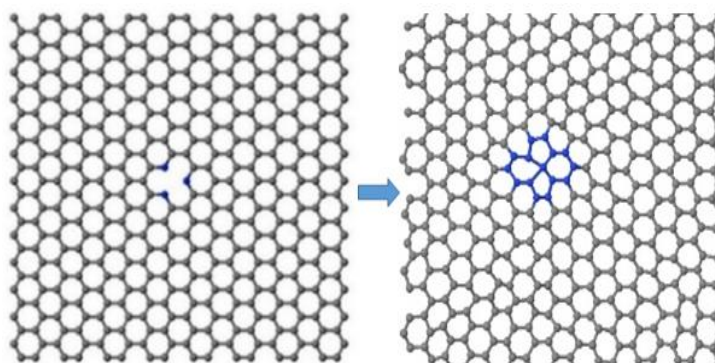


Рис. 1. Образование дефекта в графене: слева - идеальная структура, справа - вакансия (синим).

При оптимальной концентрации дефектов около 10% гравиметрическая ёмкость хранения водорода достигает приблизительно 2,16 мас. % при нормальных условиях, что хорошо согласуется с ранее опубликованными результатами [2,5]. В заключение следует отметить, что дефектная модификация играет ключевую роль в улучшении свойств физисорбции графена. Контролируемое создание дефектов может рассматриваться как эффективный способ повышения эффективности хранения водорода в углеродных наноматериалах [1,5].

ЛИТЕРАТУРА

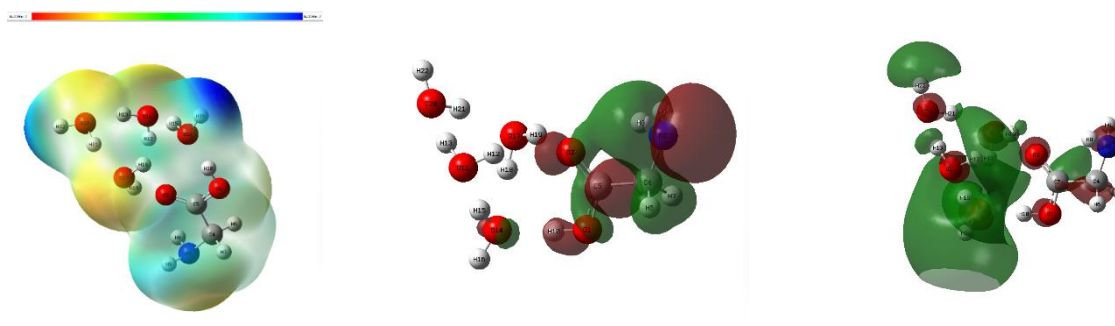
1. Mengqi Zeng, et al. Exploring Two-Dimensional Materials toward the Next-Generation Circuits: From Monomer Design to Assembly Control // *Chemical Reviews*. – 2018. – Vol. 118, No. 13. – p. 6236–6296.
2. U. B. Uljaye, et al. The role of defects in graphene in hydrogen adsorption // *FarSU Scientific Reports*. 2023.

GLITSIN-SUV KOMPLEKSINING ELEKTRON TUZILISH VA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI

A. Yo‘ldoshev, A. Xoliyorova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti.O‘zbekiston.

So‘nggi yillarda kvant-kimyoviy usullar molekullarning elektron tuzilishini chuqur o‘rganish, ularning kimyoviy faolligini bashorat qilish hamda turli fizik-kimyoviy xossalarini nazariy jihatdan asoslashda keng qo‘llanilmoqda [1]. Ayniqsa, chegaraviy molekulyar orbitalar nazariyasi moddalarning donorlik va akseptorlik xususiyatlarini aniqlashda muhim vosita hisoblanadi [2]. Molekulaning eng yuqori to‘ldirilgan molekulyar orbitali (HOMO) va eng quyi bo‘sh molekulyar orbitali (LUMO) elektron almashinish jarayonlarida asosiy rol o‘ynaydi.



1-rasm. Glitsin-suv kompleksining MEP va HOMO-LUMO tahlili.

Hisoblash natijalariga ko‘ra Elektrostatik potensial (MEP) xaritalari asosida kompleksda aniq donor (kislorod atomlari) va akseptor (vodorod atomlari) markazlar mavjudligi aniqlanib, ular o‘rtasida O-H...O va N-H...O tipidagi kuchli vodorod bog‘lari shakllanishi tasdiqlandi. HOMO energiyasi -7.193 eV bo‘lib, bu kompleksda elektronlarning mustahkam bog‘langanini ko‘rsatadi. LUMO energiyasi -0.736 eV ga teng bo‘lib, kompleksning elektron qabul qilish qobiliyati mavjudligini bildiradi.

Energiya tafovuti $\Delta E = 6.457$ eV bo‘lib, bu qiymat kompleksning yuqori barqaror ekanini ko‘rsatadi. Katta energiya tafovuti elektronlarning bir orbitaldan boshqasiga o‘tishini qiyinlashtiradi, natijada kompleksning kimyoviy faolligi kamayadi.

Ionlashish energiyasi (7.193 eV) va elektron affiniteti (0.736 eV) asosida aniqlangan elektronegativlik (3.965 eV) kompleksning elektronlarni o‘ziga tortish xususiyatini ko‘rsatadi. Kimyoviy qattqlik (3.229 eV) va yumshoqlik (0.155) qiymatlari esa kompleksning tashqi ta’sirlarga nisbatan barqaror ekanini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR

1. Hansen A., Grimme S. Accurate description of intermolecular interactions in water and amino acid complexes by dispersion-corrected density functional theory. *Journal of Chemical Theory and Computation*, 2015, 11, 393–401.
2. Řezáč J., Hobza P. Advanced corrections of hydrogen bonding and dispersion for DFT calculations: Application to biomolecular systems. *Chemical Reviews*, 2016, 116,

ATOMISTIC MECHANISMS OF LASER-INDUCED DECOMPOSITION OF KAPTON POLYIMIDE FOR GRAPHENE NUCLEATION

Tursunpulat Juraboev¹, Dilobar Shunqorova², Umedjon Khalilov^{1,3}

¹Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, ²Institute of Ion-Plasma and Laser Technology of Uzbekistan Academy of Science, 100125 Tashkent, Uzbekistan, ³University of Antwerp, Antwerp, Belgium

Laser-induced graphene (LIG) is a promising approach for producing conductive carbon materials from polymers [1]. However, the ultrafast nature of these processes and their occurrence at the atomic scale make it challenging to fully understand the underlying mechanisms. In particular, the nucleation and structural evolution of graphene-like phases during laser processing of Kapton polyimide require further detailed investigation, particularly at the initial stages of graphene nucleation.

Therefore, in this study, the decomposition process of Kapton polyimide under laser irradiation was modeled using reactive molecular dynamics simulations based on the ReaxFF framework. During the simulations, bond breaking and the formation of volatile products were analyzed, enabling quantitative analysis of the composition and relative distribution of the generated molecular species.

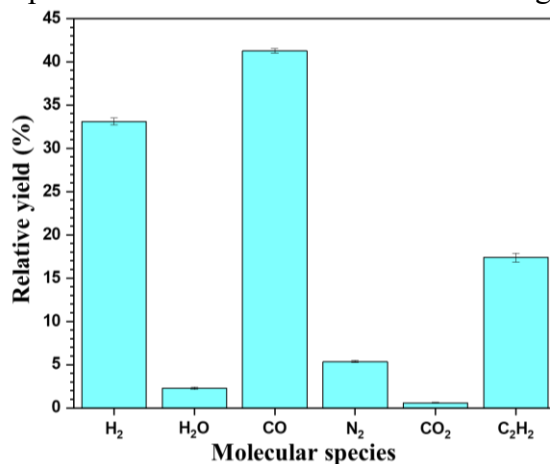


Fig 1. Laser-induced decomposition products distribution in Kapton polymer.

The simulation results demonstrate that the decomposition of Kapton polyimide under laser irradiation leads to the formation of various gaseous products (Figure 1). The highest fractions are observed for CO and H₂ molecules, indicating that the cleavage of C–O and C–H bonds is dominant in this process. The significant release of these gases is also consistent with experimental observations, showing good agreement between simulation results and experimental data [2]. Furthermore, the considerable formation of C₂H₂ molecules indicates carbon atom rearrangement and the formation of small carbon clusters, which act as precursors for graphene nucleation.

In contrast, the relatively low amounts of H₂O, N₂, and CO₂ indicate the limited participation of oxygen and nitrogen atoms in the formation of volatile products or their involvement in alternative reaction pathways. Overall, the obtained results reveal that the laser-induced decomposition of Kapton is a complex, multistep process that proceeds through multiple parallel reactions, ultimately leading to the formation of graphene-like carbon structures and thereby initiating graphene nucleation.

REFERENCES

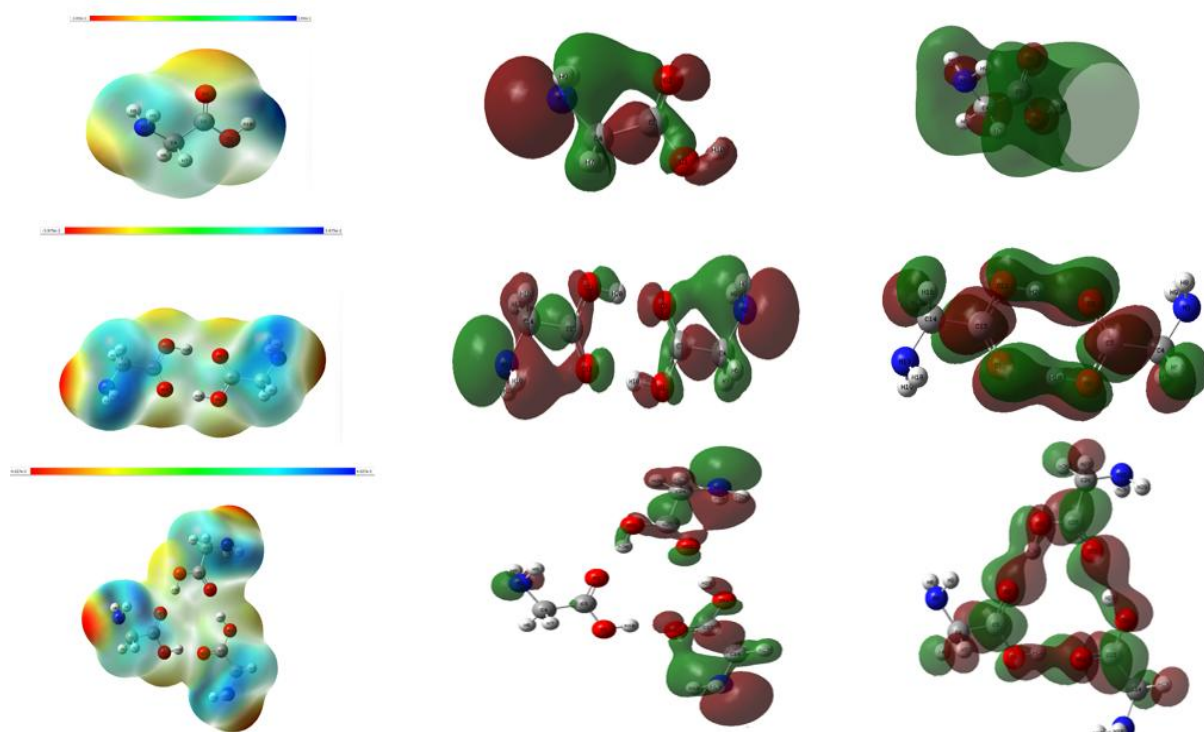
1. A. Hussain et al. A focused review, *Materials Chemistry and Physics* **248**, 122924 (2020).
2. J. J. Shea et al. *Electrical Insulation Magazine*, IEEE **20**, 45 (2004).

GLITSINDAGI NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI

D. Jumayeva, R. Murataliyeva, A.Ch. Dursoatov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti.O‘zbekiston.

Molekulyar tizimlarning elektron tuzilishini o‘rganish ularning barqarorligi, reaktivligi va kimyoviy xossalarini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi [1]. HOMO va LUMO energiyalari asosida aniqlanadigan kimyoviy potensial, kimyoviy qattqlik hamda elektrofillik indeksi kabi parametrlar molekulalarning elektron berish va qabul qilish qobiliyatini baholash imkonini beradi [2]. Shu bilan birga, monomer, dimer va trimer kabi agregat holatlarning solishtirma tahlili molekulalararo o‘zaro ta’sirlar ta’sirida elektron xossalarning qanday o‘zgarishini aniqlashga xizmat qiladi [3]. Mazkur ishda monomer, dimer va trimer tuzilmalarining HOMO–LUMO parametrlari asosida ularning barqarorligi, reaktivligi va elektrofillik xossalari tahlil qilindi.



1-rasm. Glitsin monomer, dimer va trimerining MEP va HOMO-LUMO tahlili.

Monomer, dimer va trimer tuzilmalarining molekulyar elektrostatik potensial xaritalari tahlili. Xaritalarda qizil rang elektron zichligi yuqori bo‘lgan manfiy potensial hududlarni, ko‘k rang esa elektron zichligi past bo‘lgan musbat potensial sohalarni ifodalaydi. Monomer holatda manfiy potensial asosan kislorod atomlari atrofida, musbat potensial esa vodorod va amin guruhi yaqinida kuzatiladi. Bu esa molekuladagi asosiy reaktiv markazlarning aynan shu funksional guruhlar bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi. Dimer tuzilmada molekulalararo o‘zaro ta’sirlar natijasida elektrostatik potensialning qayta taqsimlanishi yuz berib, ayrim hududlarda zaryadning lokalizatsiyasi kuchayadi. Xususan, kislorod atomlari atrofidagi manfiy potensial va vodorod atomlari yaqinidagi musbat potensial molekulalararo vodorod bog‘lari hosil bo‘lish ehtimolini oshiradi. Trimer tuzilmada esa zaryad taqsimoti yanada murakkablashib, potensialning delokalizatsiyasi kuchayadi. Bu holat tizimdagi molekulalararo o‘zaro ta’sirlarning mustahkamlanishi va umumiy barqarorlikning ortishini anglatadi.

HOMO–LUMO parametrlari asosida monomer, dimer va trimer tuzilmalarining elektron xossalari tahlili. Monomer, dimer va trimer tuzilmalarining HOMO-LUMO parametrlari tahlili ularning elektron tuzilishi, barqarorligi va reaktivligida muhim farqlar mavjudligini ko'rsatdi. HOMO–LUMO energiya tafovuti va kimyoviy qattqlik qiymatlarining solishtirma tahlili asosida dimer eng barqaror va eng kuchli elektrofil, trimer nisbatan faolroq, monomer esa o'rtacha barqarorlikka ega va elektrofilligi eng past tizim sifatida baholandi.

1-jadval

Tuzilma	HOMO (eV)	LUMO (eV)	μ (eV)	η (eV)	ω (eV)	ΔE (eV)
Monomer	-7.1688	-0.4713	-3.82005	3.34875	2.17884	6.6975
Dimer	-7.6235	-0.7586	-4.19105	3.43245	2.55865	6.8649
Trimer	-7.1456	-0.7007	-3.92315	3.22245	2.38811	6.4449

Jadvaldan ko'rinadiki, dimer tuzilma eng katta HOMO–LUMO energiya tafovuti ($\Delta E = 6.8649$ eV) va kimyoviy qattqlikka ($\eta = 3.43245$ eV) ega bo'lib, u eng barqaror va eng kam reaktiv tizim hisoblanadi. Shu bilan birga, uning elektrofillik indeksi ($\omega = 2.55865$ eV) eng yuqori bo'lib, elektron qabul qilish qobiliyati kuchli ekanini ko'rsatadi. Trimerda energiya tafovuti ($\Delta E = 6.4449$ eV) kichikroq bo'lgani sababli u nisbatan faolroq tizim sifatida namoyon bo'ladi, elektrofillik xossasi esa o'rtacha darajada ($\omega = 2.38811$ eV). Monomer esa $\Delta E = 6.6975$ eV qiymat bilan barqaror bo'lsa-da, elektrofillik indeksi ($\omega = 2.17884$ eV) eng past bo'lib, u o'rtacha barqarorlik va nisbatan past reaktivlikka ega tizim sifatida tavsiflanadi. Umuman olganda, natijalar dimer $\rightarrow$ monomer $\rightarrow$ trimer ketma-ketligida barqarorlik kamayishini, aksincha reaktivlik ortishini ko'rsatadi.

ADABIYOTLAR

1. Parr R.G., Yang W. Density Functional Theory of Atoms and Molecules. Oxford University Press, 1989.
2. Pearson R.G. Hard and Soft Acids and Bases (HSAB) Theory. Journal of Chemical Education, 1968, 45(9), 581–587.
3. Domingo L.R., Pérez P. The nucleophilicity N index in organic chemistry. Organic & Biomolecular Chemistry, 2011, 9, 7168–7175.

EFFECT OF ENDOHEDRAL DOPING ON HYDROGEN ADSORPTION AND ELECTRONIC STRUCTURE IN SWCNT(8,0) SYSTEMS

R. Khurramov, Z. Hamdamova, U. Uljayev

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

In this study, the hydrogen storage behavior of SWCNT(8,0) nanotubes was investigated using reactive molecular dynamics simulations [1]. Within the framework of the research, pristine and endohedrally doped systems containing Fe atoms ($D_n@h\text{-SWCNT}(8,0)$) were comparatively analyzed in order to evaluate the influence of dopant species on the electronic properties of the nanotube framework and on hydrogen adsorption characteristics. The obtained results demonstrated that the introduction of dopant atoms into the inner cavity of the nanotube significantly modifies the charge distribution of the carbon network and enhances the interaction mechanism between hydrogen and the nanotube surface. The effect of temperature on hydrogen storage in the $\text{Fe}_{13}@SWCNT$ system was examined. The results show that hydrogen retention decreases as temperature increases. The gravimetric density declines from 7.4 wt.% at 300 K to 6.6 wt.% at 600 K, indicating the onset of hydrogen desorption. At higher temperatures, the decrease becomes more pronounced, reaching 4.2 wt.% at 900 K and 2.3 wt.% at 1200 K. Overall, the $\text{Fe}_{13}@SWCNT$ system shows better hydrogen storage performance at low and moderate temperatures, while its efficiency drops significantly at elevated temperatures.

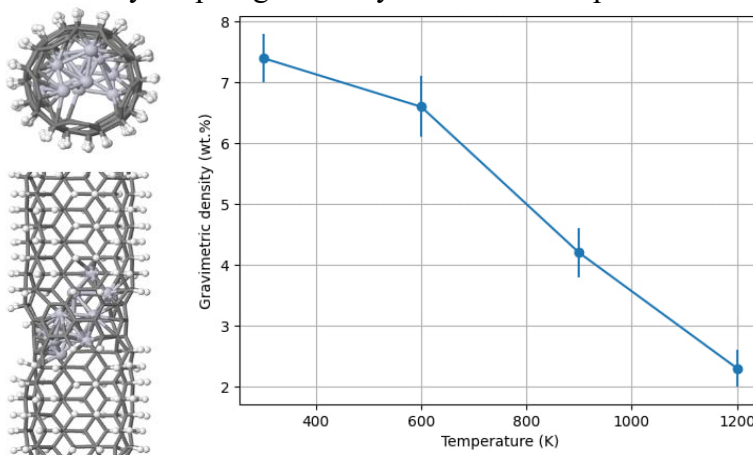


Figure 1. Top and side views of $D_n@h\text{-SWCNT}(8,0)$ with endohedral metall filling degrees of Fe_{13} (left). Average gravimetric density (wt.%) of adsorbed hydrogen atoms as a function of system temperature for SWCNTs with varying amounts of encapsulated metal (Fe) atoms (right).

Furthermore, the results suggest that endohedral doping provides an effective route for tuning the adsorption properties of SWCNT-based systems in a controlled manner. By selecting suitable dopant atoms and optimizing their concentration, it becomes possible to improve the interaction strength, stability, and overall hydrogen storage performance of carbon nanotube nanostructures. These findings highlight the practical potential of doped SWCNT systems as promising nanomaterials for advanced energy storage and hydrogen-based technologies.

REFERENCES

1. U. Uljayev et al., Enhanced hydrogen retention in Ni-filled carbon nanotubes at high temperatures, *Chemical Physics Letters*, 874-875, 142177 (2025).
2. U. Khalilov et al., Can endohedral transition metals enhance hydrogen storage in carbon nanotubes?, *International Journal of Hydrogen Energy*, 55, 604-610 (2024).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОРЕГРЕССИВНОГО МЕТОДА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕПРЕРЫВНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ

Мафтуна Абдихалилова, Юлдуз Юсупова, Абдугаппар Касимов

Национальный университет Узбекистана, 100174 Ташкент, Узбекистан

В широком спектре прикладных задач лазерной локации, атмосферного лазерного зондирования и наблюдательной астрономии атмосферная турбулентность является основным ограничивающим фактором, препятствующим широкому внедрению научных исследований в практику. Состояние атмосферы и, следовательно, её оптические характеристики зависят от множества параметров, которые изменяются почти случайным образом во времени. Например, показатель преломления атмосферы изменяется со временем, и эти вариации зависят от температуры, давления, режима ветра, облачности, характера подстилающей поверхности, сезона и времени суток и других факторов. Поэтому воспроизводимость экспериментов в исследованиях, связанных с распространением излучения в атмосфере и требующих определённого времени, оставляет желать лучшего.

В компьютерном моделировании флуктуации показателя преломления могут быть заданы и в определённой степени контролируются во времени, что позволяет изучать зависимость интенсивности лазерного излучения от других атмосферных параметров. Это делает численные эксперименты практически незаменимыми наряду с полевыми исследованиями. В численных экспериментах, связанных с распространением лазерного излучения в атмосфере и наблюдательной астрономией, фазовые экраны служат ключевым инструментом для учёта влияния турбулентных флуктуаций показателя преломления [1]. В то же время в ряде задач, таких как лазерная спектроскопия оптического пробоя, возникает необходимость исследовать распространение последовательностей ультракоротких лазерных импульсов. Для решения таких задач необходимо генерировать непрерывные, изменяющиеся во времени фазовые экраны. В данной работе представлен новый метод генерации нелинейно меняющихся фазовых экранов атмосферной турбулентности. Метод основан на авторегрессивной модели первого порядка с учетом смещения экранов под влиянием бокового ветра. Для генерации первого фазового экрана воспользуемся соотношением между спектральными плотностями показателя преломления и фазы излучения.

$$F_{\varphi}(k_x, k_y) = 2\pi k_0^2 * \Delta z * F_n(k_x, k_y, 0) \quad (1)$$

Для описания спектральной плотности показателя преломления наиболее часто используется модель предложенная фон Карман, в котором двухмерный спектр пространственных флуктуаций показателя преломления считается имеющим вид:

$$F_n(k_x, k_y, k_z) = 0.33 C_n^2 * (k^2 + k_0^2)^{-11/6} \left[\exp\left(-\frac{k^2}{k_m^2}\right) \right] \quad (2)$$

где, k_x, k_y, k_z - координаты в частотном пространстве, $k_0 = 2\pi/L_0$ и $k_m = 5.95/l_0$ - минимальная и максимальная частота флуктуаций, k — волновое число равное $2\pi/\lambda$, L_0 и l_0 — внешний и внутренний масштабы турбулентности, и C_n^2 - структурная характеристика показателя преломления атмосферы.

Для моделирования временной эволюции фазового экрана использовалась авторегрессионная модель первого порядка, что позволило значительно ускорить получение окончательного результата:

$$\varphi_n = \alpha * \varphi_{n-1} + \sqrt{(1 - \alpha^2)} * w_n \quad (3)$$

где, φ_n — фазовый экран на шаге n , w_n — случайная инновация (белый шум), α — коэффициент корреляции фазового экрана, определяемый как $\alpha = \exp(-\Delta t/\tau_0)$, где τ_0 — время когерентности

волнового фронта в атмосфере.

Проведенные численные эксперименты показали высокую скорость генерации экранов, а рис.1, полученный в экспериментах, свидетельствует о высокой степени соответствия модели реальной атмосфере.

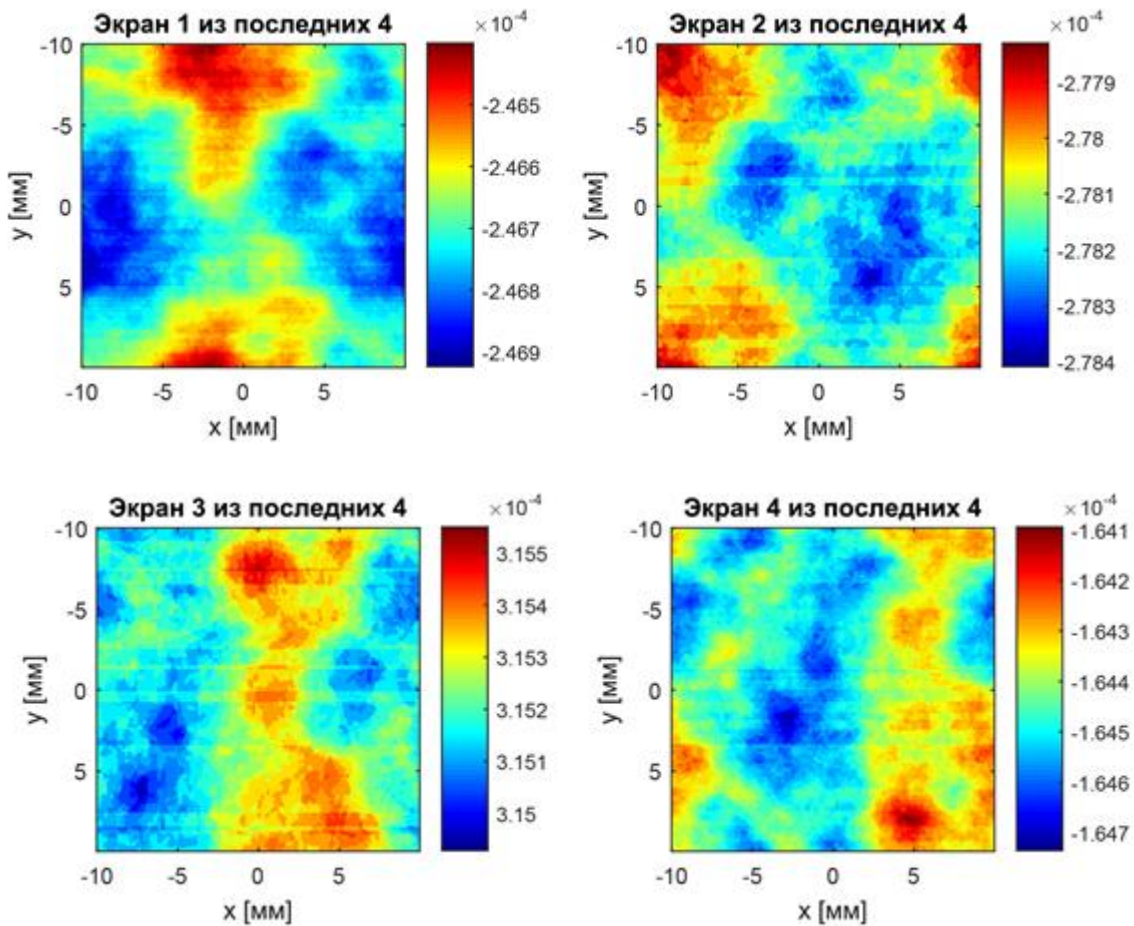


Рис.1. Фазовые экраны с разницей в $t=0.001$ сек. Визуализация показывает пространственную структуру неоднородностей показателя преломления и ее динамику со временем. Воздушные массы смещаются слева на право.

В ходе эксперимента за сравнительно короткий период времени ($t \approx 5$ сек.) на машине со средней производительностью были сгенерированы 200 коррелированных фазовых экранов, в которых учтены как изменения неоднородностей со временем, так и смещения неоднородностей атмосферы под воздействием ветра, что свидетельствует о высокой скорости генерации экранов так и о высокой степени соответствия модели реальной атмосфере. Величина структурной постоянной показателя преломления атмосферы, в этой реализации фазового экрана, предполагалась равной $C_n^2 = 1.0 \cdot 10^{-14} \text{ м}^{-2/3}$, это значение соответствует слабой оптической турбулентности атмосферы. Внешний масштаб турбулентности ограничен высотой трассы над землей и равен $L=1\text{м}$. Внутренний масштаб турбулентности считался равным $l=0.001\text{м}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jia P., Cai D., Wang D., Basden A., Simulation of atmospheric turbulence phase screen for large telescope and optical interferometer, MNRAS, 447, 3467–3474 (2015).

СРАВНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ЭКРАНОВ СГЕНЕРИРОВАННЫХ ПО СПЕКТРАМ КОЛМОГОРОВА И ФОН КАРМАНА

Муратбаева Тумарис, Юлдашева Юлдуз, Абдугаппар Касимов

Национальный университет Узбекистана, 100174 Ташкент, Узбекистан

Для генерации фазовых экранов моделирующих влияние атмосферной турбулентности на распространение излучения, наиболее распространёнными подходами являются спектральные методы генерация фазовых экранов с распределениями Колмогорова и фон Кармана. Модель Колмогорова предполагает бесконечный инерционный диапазон, модель фон Кармана вводит внешний и внутренний масштаб, ограничивающий крупномасштабные и мелкомасштабные флуктуации. Нами был разработан компьютерный код, реализующий две последовательности фазовых экранов для моделей Колмогорова и фон Кармана, и было проведено сравнение полученных фазовых экранов. Спектр флуктуации мощности показателя преломления по распределению Колмогорова имеет вид [1],

$$F_n(k) = 0.033 C_n^2 k^{-11/3} \quad (1)$$

В модели фон Кармана спектр пространственных флуктуаций показателя преломления определяется как [1]:

$$F_n(k) = 0.33 C_n^2 * (1 + k^2 L_0^2)^{-11/6} \left[\exp\left(-\frac{k^2 l_0}{4}\right) \right] \quad (2)$$

где, k — волновое число, равное $2\pi / \lambda$, λ — длина волны неоднородностей среды и L_0 и l_0 — внешний и внутренний масштабы турбулентности, и C_n^2 структурная постоянная показателя преломления атмосферы. Спектр пространственных флуктуаций показателя преломления атмосферы связан с флуктуациями фазы излучения полученными, при распространения излучения в неоднородной атмосфере на расстояние Δz , соотношением

$$F_\varphi(k_x, k_y) = 2\pi k_0^2 * \Delta z * F_n(k_x, k_y, 0) \quad (3)$$

Используя двумерное преобразование Фурье из спектральной плотности флуктуаций показателя преломления, был получен первый фазовый экран. Для моделирования временной эволюции фазового экрана использовалась авторегрессионная модель первого порядка,

$$\varphi_n = \alpha * \varphi_{n-1} + \sqrt{(1 - \alpha^2)} * w_n \quad (4)$$

где, φ_n — фазовый экран на шаге n , w_n — случайная инновация (белый шум), α — коэффициент корреляции фазового экрана, определяемый как $\alpha = \exp(-\Delta t / \tau_0)$, где τ_0 — время когерентности волнового фронта в атмосфере. Время когерентности атмосферы можно приближенно определить по формуле

$$\tau_0 = r_0 / v \quad (5)$$

где, r_0 — радиус Фрида, v — средняя проекции скорости ветра на плоскость волнового фронта. Радиус Фрида r_0 рассчитывается по выражению:

$$r_0 = [0.423 * k^2 * \int C_n^2(z) dz]^{-3/5} \quad (6)$$

где, интеграл берется по длине шага интегрирования. В случае стратифицированной атмосферы для горизонтальной трассы интегрирование по длине шага можно заменить умножением на длину шага.

Используя приведенные выше выражения, была разработана программа для генерирования фазовых экранов, отображающих смещение атмосферной турбулентности под воздействием ветра при длительностях эксперимента, достаточных для смещения воздушных масс на расстояния сравнимые с размерами поперечного сечения пучка. Фазовые экраны генерировались в одной и той же плоскости ($z = \text{const}$), с разницей во времени равной $\Delta t = 0.001$ сек. Средняя скорость бокового ветра предполагается равной 5 м/с. В ходе эксперимента были сгенерированы

по 200 коррелированных фазовых экранов для спектра флуктуаций показателя преломления приведенных в (1) и (2). В экранах учтены как изменения неоднородностей со временем, так и смещения неоднородностей атмосферы под воздействием ветра. Величина структурной постоянной показателя преломления атмосферы, предполагалась равной $C_n^2 = 1.0 \cdot 10^{-14} \text{ м}^{-2/3}$, это значение соответствует слабой оптической турбулентности атмосферы. Внешний масштаб турбулентности ограничен высотой трассы над землей и равен $L=1\text{ м}$. Внутренний масштаб турбулентности считался равным $l=0.001\text{ м}$.

На рис.1а приведен график зависимости спектральной плотности мощности флуктуации фазы от пространственной частоты.

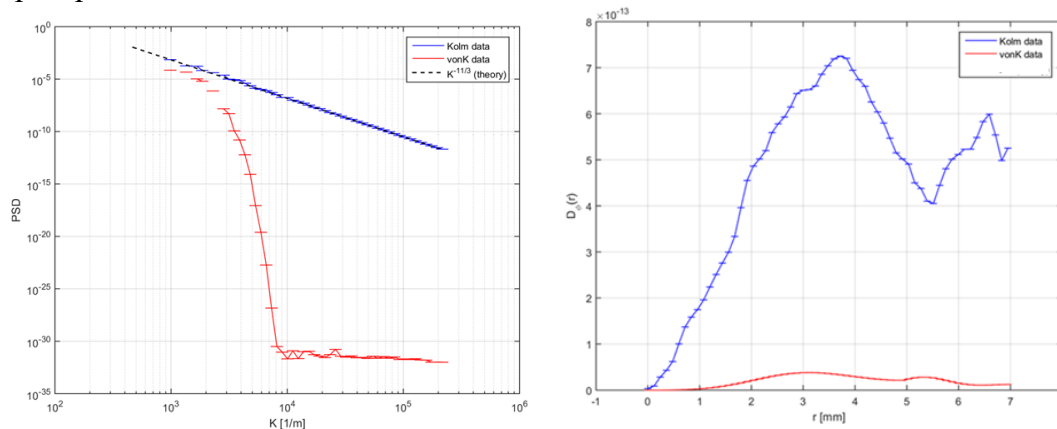


Рис. а. Логарифмический график спектральной плотности мощности флуктуации фазы.

б. Структурная функция фазы для моделей Колмогорова и фон Кармана.

Анализ результатов показал что, структурная функция флуктуации показателя преломления атмосферы на фазовых экранах, полученных с помощью разработанного нами программного продукта, хорошо описывается зависимостью $r^{2/3}$, при этом флуктуации показателя преломления атмосферы имеют порядок 10^{-7} , что демонстрирует физическую корректность модели.

Плотность мощности флуктуаций фазы на экранах, основанных на модели Колмогорова почти идеально следует закону $k^{-11/3}$. Для экранов основанных на модели фон Кармана плотность мощности достаточно хорошо совпадает с законом $k^{-11/3}$ на средних частотах, но выходит на насыщение на низких частотах (ограничение по L_0). При частотах выше $k > 10^3$ сказываться влияния ограничение по внутреннему масштабу l_0 , и происходить резкое уменьшение вклада высоких частот. На рис. 1б. приведены графики зависимости структурной функции фазы излучения от расстояния r между точками апертуры. Видно что для модели Колмогорова структурная функция демонстрирует рост, близкий к степенной зависимости $D_\phi(r) \propto r^{(5/3)}$, что соответствует теоретическому закону инерционного каскада. Для модели фон Кармана структурная функция остаётся более сглаженной и низкой по амплитуде, что отражает физическое ограничение на крупные масштабы турбулентности за счёт внешнего масштаба L_0 .

Исходя из выше сказанного можно утверждать, что разработанная модель с достаточной точностью воспроизводит влияние атмосферной турбулентности и смещение воздушных масс под воздействием ветра, на лазерное излучение в оптических трассах с небольшой длиной. Модель может быть использована как основа для моделирования распространения ультракоротких лазерных импульсов в атмосфере.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhou, L., Mao, J. A lidar for detecting atmospheric turbulence based on modified Von Karman turbulence power spectrum. *Frontiers in Physics*, Vol. 12, 2024.

3-ETILPIRIDIN MOLEKULASINING RAMAN SPEKTRAL XARAKTERISTIKALARINI NAZARIY TADQIQ ETISH

Dilafruz Xudoyberdiyeva, Asadbek Usmonjonov

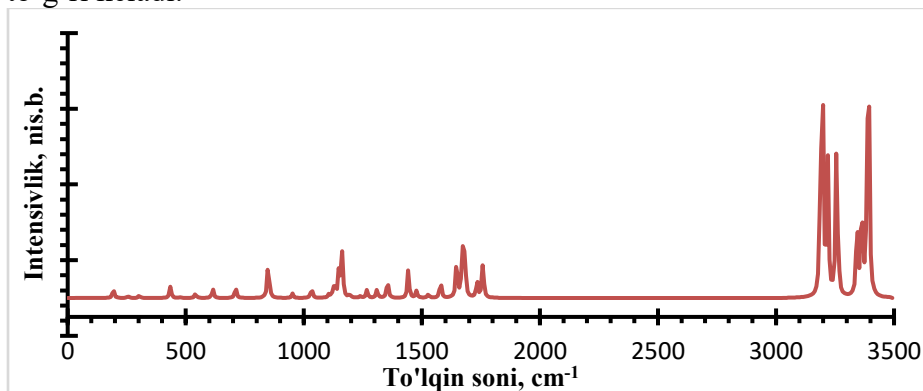
Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Bugungi kunda piridin hosilalari farmatsevtika va kimyo sanoatida, ayniqsa biologik faol birikmalar sintezida keng qo'llaniladi. Piridin hosilalaridan biri bo'lgan 3-etilpiridin (C_7H_9N) molekulasi tebranish spektrlarini o'rganish uning strukturaviy xossalari va boshqa molekular bilan o'zaro ta'sir mexanizmlarini tushinishda muhim ahamiyatga ega.

3-etilpiridin molekulasi eng barqaror geometrik tuzilishini aniqlash hamda tebranma harakatlarini o'rganish maqsadida zichlik funksional nazariyasi (DFT) doirasida B3LYP/6-311++G(d,p) darajasida kvant-kimyoviy hisoblashlar bajarildi. Barcha hisob-kitob jarayonlari ORCA dasturiy paketi yordamida amalga oshirildi [1].

Tadqiqot obyekti uchun nazariy hisoblangan Raman spektri 1-rasmda ko'rsatilgan. 3-etilpiridin uchun quyidagi xarakterli tebranish sohalari aniqlandi: 3199 va 3220 cm^{-1} qiymatli spektral polosalar piridin halqasidagi aromatik C-H bog'larining valent tebranishlari bilan bog'liq. Raman spektrida bu piklar ko'pincha IQ spektridagidan ko'ra yaqqolroq ko'rinadi. 3395 cm^{-1} qiymatli to'liq soniga to'g'ri keluvchi, intensivligi yuqori spektral polosa halqadagi o'ziga xos simmetrik tebranishlar yoki yuqori tartibli garmonikalar bilan bog'liq bo'lishi mumkin.

1673 cm^{-1} qiymatli polosa piridin halqasining simmetrik C=C va C=N valent tebranishlariga tegishli. Raman spektrida aromatik halqa tebranishlari juda faol bo'lishi ko'rinadi. Umumiy spektrdagi qiymati 1442 cm^{-1} ga teng bo'lgan spektral polosa etil guruhidagi CH_2 va CH_3 bog'larining deformatsion tebranishlariga to'g'ri keladi.



1-rasm. 3- etilpiridin nazariy hisoblangan Raman spektrining umumiy ko'rinishi.

Orbital energiyalar tahlili shuni ko'rsatdiki, 3-etilpiridin molekulasi yuqori band bo'lgan orbitali -6,8 eV va quyi bo'sh orbitali 0,46 eV energiyaga ega. Ushbu orbitallar orasidagi energiya farqi $\Delta E = 6,34$ eV ni tashkil etdi. Bu qiymat molekulaning kimyoviy jihatdan barqarorligini va uning elektron o'tishlari uchun yuqori energiya talab qilinishini ko'rsatadi. Energetik farqning bunday kattaligi moddaning Raman spektridagi intensivlik taqsimoti va qutblanuvchanlik xususiyatlari bilan uzviy bog'liqdir. Olingan nazariy natijalar 3-etilpiridin molekulasi geometrik va energetik parametrlarini aniqlash imkonini berdi. Bu olingan natijalar kelgusida ushbu modda ishtirokidagi murakkab molekulyar komplekslarni tadqiq etishda spektral standart sifatida xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

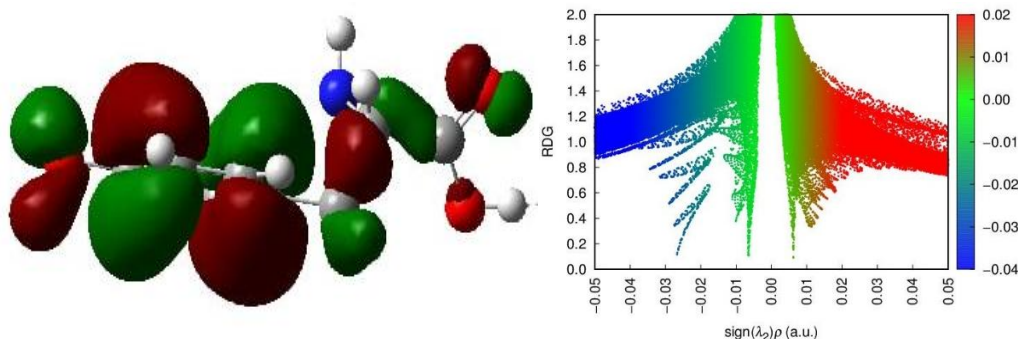
[1] Neese F. The ORCA program system. Wiley Interdisciplinary Reviews:Computational Molecular Science. 2012. V.2. N.1. P. 73–78.

L-TIROZIN MOLEKULASIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANTO-KIMYOVIY TAHLILI

Y. Rustamov, A. Dursoatov, B. Primkulov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Mazkur ishda L-tirozin molekulasiining strukturaviy, elektron va energetik xossalari kvanto-kimyoviy usullar asosida kompleks tarzda o‘rganildi. Hisoblashlar zichlik funksional nazariyasi (DFT) doirasida B3LYP funksionali va 6-311++G(d,p) bazis to‘plami yordamida amalga oshirildi.



1-rasm. HOMO–LUMO orbitallari va RDG asosidagi NCI tahlili natijalari.

Elektron tuzilishni chuqur tahlil qilish uchun chegaraviy molekulyar orbitallar (HOMO va LUMO) energiyalari hisoblandi. Natijalarga ko‘ra, izolyatsiyalangan shaklda HOMO-LUMO energiya oralig‘i taxminan 5.60 eV ni tashkil etadi, zwitterion shaklda esa bu qiymat 4.5-4.6 eV gacha kamayadi. Energiya oralig‘ining kamayishi molekulaning kimyoviy faolligi ortishini va elektron o‘tish jarayonlarining osonlashishini ko‘rsatadi. HOMO orbitali asosan aromatik halqa va kislorod atomlari atrofida lokalizatsiyalangan bo‘lsa, LUMO orbitali esa karboksil guruhida joylashgan bo‘lib, bu donor–akseptor xususiyatlarni tasdiqlaydi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, -COO^- guruhi eng kuchli nukleofil markaz bo‘lib, -NH_3^+ guruhi esa elektrofil xususiyatga ega. -OH guruhi esa vodorod bog‘lari hosil qilishda muhim rol o‘ynaydi. L-tirozin uchun RDG– $\text{sign}(\lambda_2)\rho$ tahlili molekulada turli nokovalent o‘zaro ta’sirlar mavjudligini ko‘rsatadi: ko‘k rang manfiy sohada joylashib, kuchli tortuvchi o‘zaro ta’sirlar, asosan vodorod bog‘lanishlarni bildiradi; yashil rang nolga yaqin hududda zaif Van-der-Vaals kuchlari mavjudligini ifodalaydi; qizil rang esa musbat sohada ituvchi o‘zaro ta’sirlarni ko‘rsatadi. L-tirozin molekulasiining barqarorligi kuchli vodorod bog‘lanishlar bilan birga zaif dispers va sterik ta’sirlarning o‘zaro muvozanati orqali ta’minlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karabacak G., Cinar M. FT-IR, FT-Raman and quantum chemical study of L-tyrosine molecule // Journal of Molecular Structure. – 2009. – Vol. 920. – P. 144–152.
2. Lopes Jesus A.J., Redinha J.S. Exploration of conformations and quantum chemical investigation of L-tyrosine dimers, anions, cations and zwitterions // Theoretical Chemistry Accounts. – 2012. – Vol. 131. – P. 1093.
3. Ghosh S., Sarkar S.K. Hydrogen bonding and conformational study of L-tyrosine: A DFT approach // Computational and Theoretical Chemistry. – 2012. – Vol. 998. – P. 36–41.

SCALAR GLUEBALL FIELD EXCITATIONS IN THE FLRW UNIVERSE WITHIN THE QCD INSTANTON LIQUID MODEL

Mamatjon Khudayberdiev

National University of Uzbekistan, 100174 Tashkent, Uzbekistan

This contribution presents the analytical and numerical solution of saddle-point equation (25) from M.M. Musakhanov’s paper “Dark energy and QCD instanton vacuum in a Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker universe” (Phys. Rev. D 112, 123501 (2025)). The analytical solution is derived using perturbation theory in the small parameter (H/m) . The numerical solution is implemented in Python with the `scipy.integrate.solve\_ivp` module (RK45 method). Results fully agree with the Λ CDM model and confirm that the glueball contribution to dark energy is negligible (characteristic timescale $\sim 10^3$ years). The work demonstrates a practical example of computer modeling of physical processes in cosmology and includes a graphical illustration of the perturbative solution.

In the standard Λ CDM cosmological model the expansion of the Universe is described by the Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker (FLRW) metric:

$$ds^2 = dt^2 - a^2(t) dx^2 = a^2(\tau) (d\tau^2 - d\vec{x}^2),$$

where $a(t) = \exp(h(t)/2)$ is the scale factor. The instanton liquid model (ILM) of the QCD vacuum represents fluctuations of the instanton density by the scalar glueball field ξ . The metric perturbation h excites this field, generating a contribution to dark energy density.

The saddle-point equation (25) in Euclidean conformal time $\tilde{\tau}$ reads

$$-(1/m^2) [d^2\xi/d\tilde{\tau}^2 + \frac{1}{4}(d\xi/d\tilde{\tau})^2] \exp(-\xi/2) + (\xi - 2h) = 0,$$

where $m \approx 1200 \text{ MeV}$ is the glueball mass, $h = h(\tilde{\tau})$ is the metric field, and $H = \frac{1}{2}dh/dt \ll m$ (presently $H_0/m \sim 10^{-42}$).

Under the condition $H/m \ll 1$ the solution is obtained perturbatively:

$$\xi(\tilde{\tau}) = \xi_0(h) + \xi_1(h) + O(H^4/m^4).$$

Zeroth- and first-order terms are

$$\xi_0(h) = 2h, \xi_1(h) = (1/m^2) [2 d^2h/d\tilde{\tau}^2 + (dh/d\tilde{\tau})^2] \exp(-h).$$

Transforming to Minkowski time $dt = \exp(h/2) d\tilde{\tau}$ yields

$$\xi_1(t) = -(1/m^2) (dH(t)/dt + H^2(t)/4).$$

This expansion is used to compute the vacuum energy density and pressure (paper Eqs. (34) (37)). Equation (1) is a second-order nonlinear ordinary differential equation (ODE). It is rewritten as a first-order system by setting $u = \xi$ and $v = d\xi/d\tilde{\tau}$:

$$du/d\tilde{\tau} = v, dv/d\tilde{\tau} = m^2 (u - 2h(\tilde{\tau})) \exp(u/2) - (1/4) v^2.$$

Numerical integration is performed in Python using `scipy.integrate.solve_ivp` with the explicit Runge-Kutta method of order 5(4) (RK45). The metric function $h(\tilde{\tau})$ is taken from the cosmological

solution given in the paper or its de-Sitter approximation. Initial conditions at $\tilde{t} = -10$ are chosen from the perturbative solution: $u \approx 2h, v \approx 0$. The numerical solution coincides with the analytical expression (2) with a relative error $O(H^4/m^4) \sim 10^{-80}$ at the present epoch ($h(t^0) \approx -5 \cdot 10^{-45}$).

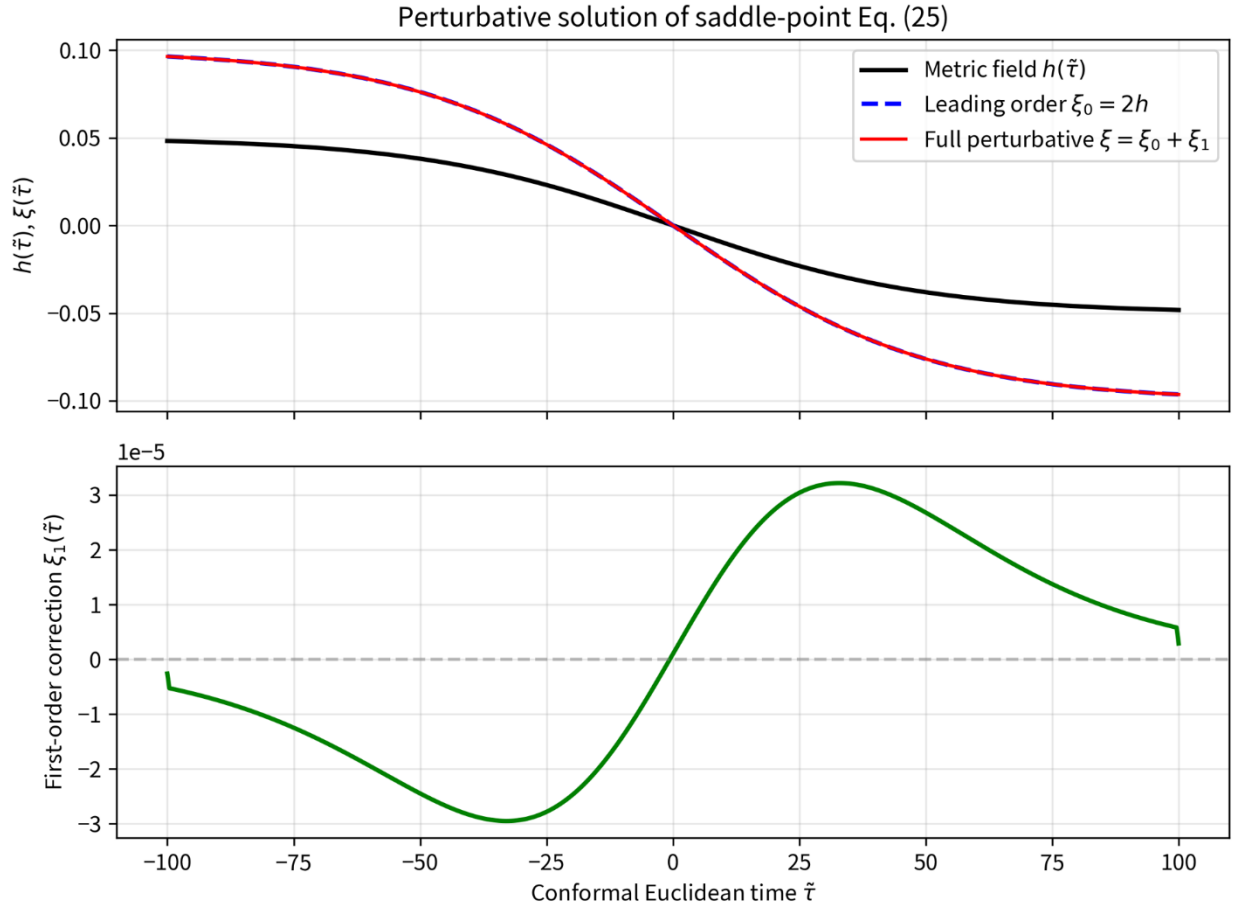


Fig 1. Analytical perturbative solution of the saddle-point equation (25).

Upper panel: metric field $h(\tilde{t})$ (black) and glueball field $\xi(\tilde{t})$ (leading order $\xi_0 = 2h$ — blue dashed; full perturbative $\xi = \xi_0 + \xi_1$ — red solid). Lower panel: first-order correction ξ_1 (green). The correction is $O(H^2/m^2)$ and becomes negligible in the real Universe.

Both analytical and numerical solutions are in perfect agreement. The glueball contribution to the dark energy density at the present time is

$$\varepsilon_{dark}(h(t_0)) \approx |\sigma_0|/4 (1 - \exp(3 h(t_0)/2)) \approx 4.4 \cdot 10^9 \text{ MeV}^4 \cdot |h(t_0)|,$$

many orders of magnitude smaller than the vacuum energy term in Λ CDM. The characteristic timescale of the process is $2/\alpha \approx 3 \cdot 10^{10} \text{ s} \approx 10^3 \text{ years}$, therefore the QCD glueball excitation does not play a central role in the dynamics of the Universe (paper Eq. (45)). The equation-of-state parameters remain $w_0 = -1$, $w_a = 0$, fully consistent with Λ CDM.

Computer modeling with NumPy and SciPy allows fast and high-precision solution of nonlinear cosmological ODEs. The developed code can be directly extended to coupled Friedmann + glueball

systems or to other models (QCD axions, YM holonomy). Future work will include fully self-consistent numerical simulations of the metric and glueball field evolution.

REFERENCES

1. M.M. Musakhanov, Dark energy and QCD instanton vacuum in a Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker universe Phys. Rev. D 112, 123501 (2025).
2. A. Krasinski and Y. B. Zeldovich, The cosmological constant and the theory of elementary particles, Sov. Phys. Usp.11, 381 (1968)
3. SciPy documentation: `scipy.integrate.solve_ivp` (2025).

MOLECULAR DYNAMICS STUDY OF GAS ADSORPTION IN BORON–NITROGEN FUNCTIONALIZED STRUCTURES COF-5 (BN-COF-5)

A.I. Urolov¹, A. Dursoatov¹, E.X. Yusupov¹, U.B. Uljayev^{1,2}

¹Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, ²Institute of Ion-Plasma and Laser Technology of Uzbekistan Academy of Science, 100125 Tashkent, Uzbekistan

In recent years, the sustainability and cleanliness of energy sources have become one of the most important scientific and technological challenges facing humanity. Hydrogen has attracted considerable attention as an energy carrier due to its high energy density, environmental friendliness, and renewable nature [1]. However, the efficient storage and transportation of hydrogen remains an open question. In this regard, nanostructured materials, particularly covalent organic frameworks (COFs), are considered promising due to their high porosity, ordered channels, and modifiability [2].

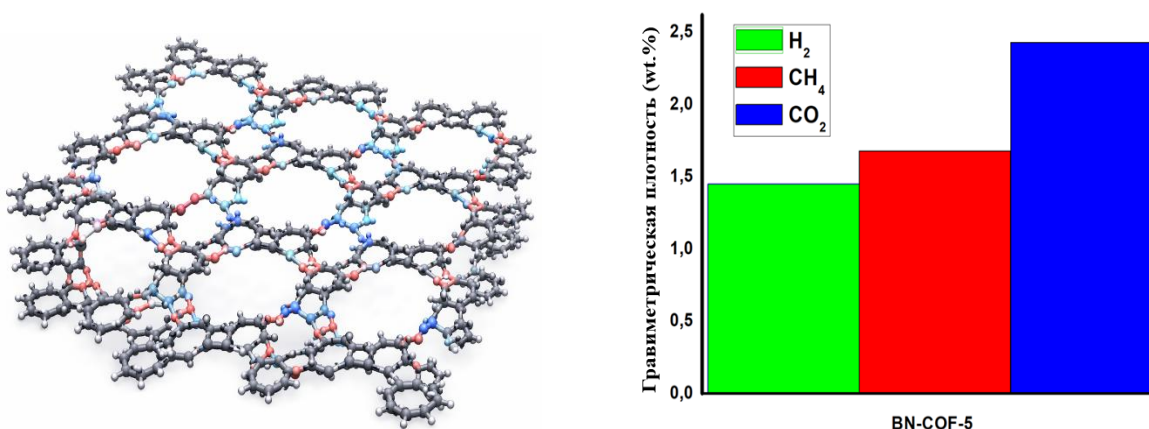


Fig 1. BN-COF-5 (left) and comparative adsorption of gases on BN-COF-5 surfaces (right).

Boron and nitrogen doping (BN-COF-5) alters the surface polarity and electron density near the Fermi level, improving gas molecule adsorption [3,4]. In this study, we compared the adsorption of H₂, CH₄, and CO₂ molecules in the BN-COF-5 structure using MD simulations and identified optimization pathways for the COF-5 structure. The results demonstrate that BN-COF-5 structures exhibit high gas adsorption capacity (wt.%), with an increase in the number of B and N atoms favoring CO₂ molecules over CH₄ and H₂.

These simulation results can be useful for elucidating experimental data and optimizing functionalized COF materials.

REFERENCES

1. Schlapbach L. A et al., Nature, 2001.
2. Côté, A. P et al., Science, 2005.
4. Lin, Z et al., J. Phys. Chem. C, 2022.
5. A.S. Kurbanov et al., International Journal Of Scientific & Technology Research, 2020.

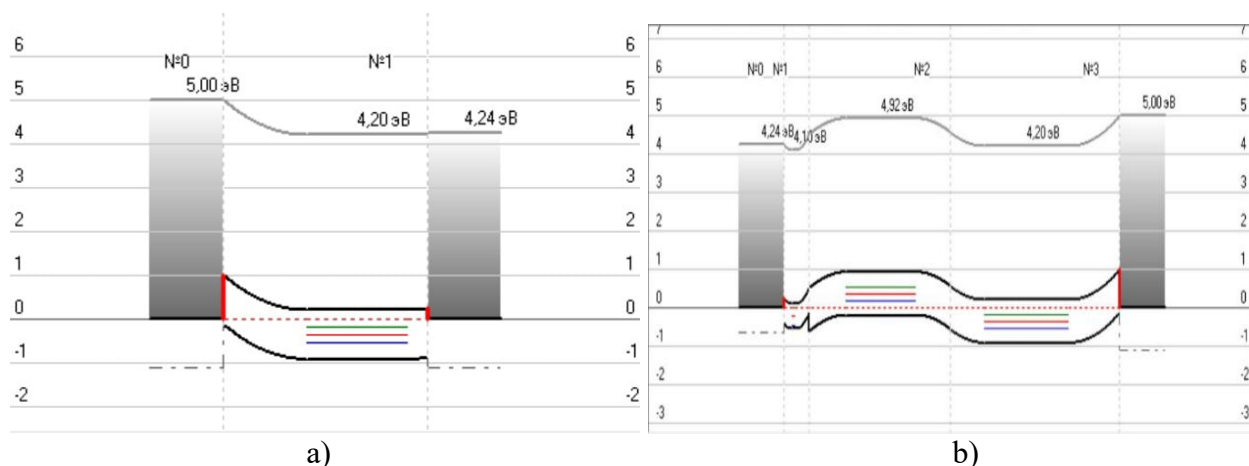
Si(Li) va Si(Ni) ASOSIDAGI YARIMO‘TKAZGICH DETEKTORLARINING ELEKTROFIZIK MODELASHTIRISH

Ilhom Maripov¹, O‘tkir Davlatov², Elchinbek Bo‘riyev¹, Muxlisa Ashurova²

¹Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100140 Toshkent, ²Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, O‘zbekiston

So‘nggi yillarda yarimo‘tkazgichli detektorlar yadro fizikasi, tibbiyot, ekologiya va kosmik tadqiqotlarda keng qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, kremniy (Si) va germaniy (Ge) asosidagi detektorlar yuqori sezgirlik va aniqligi bilan ajralib turadi. Mazkur ishda Al–nGe(p–i–n)–Au va Au–nSi–Al strukturalarga ega detektorlarning elektrofizik hamda radiometrik xususiyatlari o‘rganildi.

Yadro nurlanishlarini qayd qiluvchi yarimo‘tgazgichli detektorlar tayyorlashda asosiy element xisoblangan Si va Ge elementlarining energetik darajalari va potensial to‘siqlar diagrammasi aks ettirilgan. O‘rganish natijalari Au–nSi–Al asosida tayyorlanadigan detektor uchun tahlili qilinib natijalari quyidagi energetik diagramma orqali ko‘rsatib o‘tilgan.

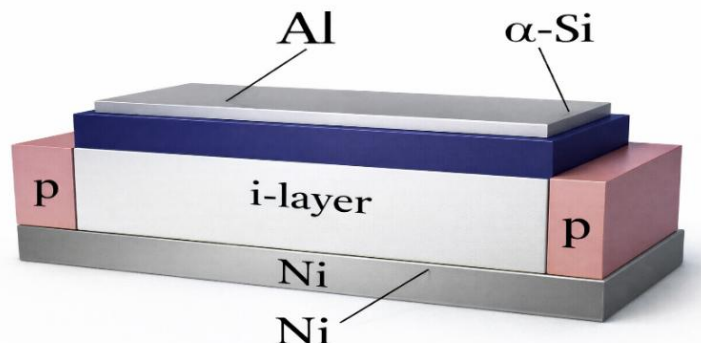


1-rasm. Si asosida tayyorlangan Al–pGe(p–i–n)–Au strukturali detektorning energetik diagrammasi

1a-rasmda ko‘rinib turibdiki, yarim o‘tkazgich materiallar Si ning energiya zonalari o‘rtasidagi o‘tishlari va unda energiya darajalar diagrammasi nazariy hisoblangan bo‘lib, grafikning yuqori qismi energiya darajalarini ko‘rsatadi. b-rasmdan ko‘rinib turibdiki Bu yerda har bir qatlam bo‘yicha energiya to‘siqlari Fermi darajasi (qizil nuqtali chiziq) va zaryad tashuvchilarning harakati aks ettirilgan. N0 → N1: (Chapdagi Al qoplama) Bu qism alyuminiy (Al) elektrodi bilan p-Ge qatlamining tutashgan qismini ko‘rsatadi. Energiya to‘siqlari pastga qarab cho‘zilgan bu esa elektronlar harakatiga ruxsat borligini bildiradi. Fermi darajasi bu sohada valent zonaga yaqin joylashgan, bu p-tipli yarim o‘tkazgich ekanini tasdiqlaydi. N1 → N2 (p-Ge → n-Ge) Bu soha p-i-n strukturasi yuragi. 4,92 eV oralig‘i - bu toza Ge qatlamining energiya bo‘shlig‘iga mos keladi.

Tayyor kremniy plastinkalariga kontakt xosil qilish vakuumny universal post qurulmasida VUP-4 amalga oshirildi. Maxsus dizayndagi tagliklar molibden va volframdan tayyorlanadi, ular spirtida yuviladi va keyin 10-15 daqiqa davomida vakuumda qizdiriladi. Molibden uzunligi 40 mm, bug‘latgich va kremniy plastinkasi orasidagi masofa 80 mm qilib olingan. Tayyor kremniy plastinkalari bug‘latgichga joylashtirildi va $5 \cdot 10^{-5}$ mm sim ust bosim ostida vakuumli qurulma orqali kontaktlar olinadi. Kontakt sifatida kremniy plastinkalar uchun oltin ($\sim 200 \text{ \AA}$) qalinlikda hosil qilindi. Si(Li) p-i-n strukturali

detektorlarning volltamper (VAX) xarakteristikasi GOST 26222-86 metodikasi bo'yicha tadqiq qilindi Yuqorida qayd qilingan xarakteristikani tadqiq qilish uchun qorong'u tok kattaliklari haqidagi ma'lumotlarni bir vaqtda olish imkonini beruvchi detektorlar teskari tok o'lchovchi maxsus qurilma



ishlab chiqilgan va tayyorlangan.

2-rasm. Detektorning kontakt hosil qilingandan keyingi ko'rinishi

Si(Li) p-i-n strukturali detektorlarning volltamper (VAX) xarakteristikasi GOST 26222-86 metodikasi bo'yicha tadqiq qilindi Yuqorida qayd qilingan xarakteristikani tadqiq qilish uchun qorong'u tok kattaliklari haqidagi ma'lumotlarni bir vaqtda olish imkonini beruvchi detektorlar teskari tok o'lchovchi maxsus qurilma ishlab chiqilgan va tayyorlangan.

1-jadval

<i>Xususiyati</i>	<i>Al-nGe(p-i-n)-Au</i>	<i>Au-nSi-Al</i>
Tuzilma tipi	p-i-n	n-type (Schottky yoki p-n)
Depletatsiya zonasi	Keng, i-soha tufayli	Nisbatan tor
Sig'im (C)	Kichik, barqaror	Katta, o'zgaruvchan
C-V grafik tipi	Sekin tushuvchi, plato	Tez tushuvchi, keskin
Energiya aniqligi	Yuqori	Pastroq
Sizib chiqish toki	Kam	Nisbatan ko'proq

Ushbu olingan natijalar yarimo'tkazgichli detektorlar uchun eng yaxshi natijalar bo'lib hisoblanadi. Shunday qilib, tekshirishlar va texnologik ishlarni amalga oshirish natijasida p-i-n strukturali Si(Li) asosidagi yarimo'tkazgichli detektorlarning tayyorlanish texnologiyasi ishlab chiqildi va optimizatsiya qilindi. Detektor materiali va tuzilmasining tanlanishi ularning elektrofizik va radiometrik xususiyatlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, p-i-n tuzilmalari ega detektorlar yuqori aniqlik va kichik oqim shovqini bilan boshqa detektorlardan ajralib turadi. Kam deffektli pSi namunalari chuqur litiy diffuziyasi tufayli yuqori sezuvchanlik va barqarorlikka erishildi. Detektorning qarshiligi yuqoriligi va sizib chiqish tokining juda past bo'lganligi uning energiya o'lchash qobiliyatini yaxshi ekanligini ko'rsatdi. Au-nSi-Al asosidagi ushbu detektorlarni o'lchovlari shuni ko'rsatdiki, bu turdagi detektorlar radiatsiyaviy bardoshlilik jihatidan kuchliroq bo'lib, uzluksiz ishlash imkonini beradi. Har ikki turdagi detektorlar uchun olib borilgan volt-farad (C-V) va volt-amper (I-V) xarakteristikalar yordamida, depletatsiya zonasi 30–35 V oralig'ida to'liq shakllanganligi aniqlandi. C-V xarakteristikasida kuzatilgan plato qismi detektorning to'liq aktivlashganligini va I-V xarakteristikasining teskari kuchlanishida oqimning pastligi yuqori sifatli p-n o'tishni hosil bo'lishini ko'rsatdi. Ushbu detektorlar kosmik nurlanish, yadro tibbiyoti, ekologik monitoring va xavfsizlik sohalarida foydalanish uchun yuqori potentsialga ega hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. I.M. Isakovich, O. S. Komilovich, and M. F. Gallievna, “Electrophysical Properties of Al-pGe(p-i-n)-Au and Au-nSi-Al Structural Detectors Prepared on the Basis of Si and Ge,” Physical and mathematical sciences, (2), 23-29 (2024). <https://doi.org/10.24412/2709-1201-2025-28-23-29>
2. I.I. Maripov, S.A. Radzhapov, S.F. Xasanov, D.B. Istamov, Y.T. Yuldashev, D. Axnazarova, East Eur. J. Phys. 4, 435(2025), <https://doi.org/10.26565/2312-4334-2025-4-43>
3. S.A. Radjapov, I.I. Maripov, S.K. Otaboev, U.T. Davlatov., “Ionlashtiruvchi nurlarni aniqlovchi Si (Li), Si (Ni) va Si (Ge) asosidagi dedektorlarning texnologik va elektrofizik xarakteristikalar” Guliston davlat universiteti Axborotnomasi 2024 yil. № 3.10-16 bet

BENZOL-KSILOL ERITMALARIDA C_{60} FULLERENINING O‘ZARO TA’SIR ENERGIYASINI MD USULI BILAN TADQIQ ETISH

Sadriddin Choriyev, Shaxnozaxon Muminova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

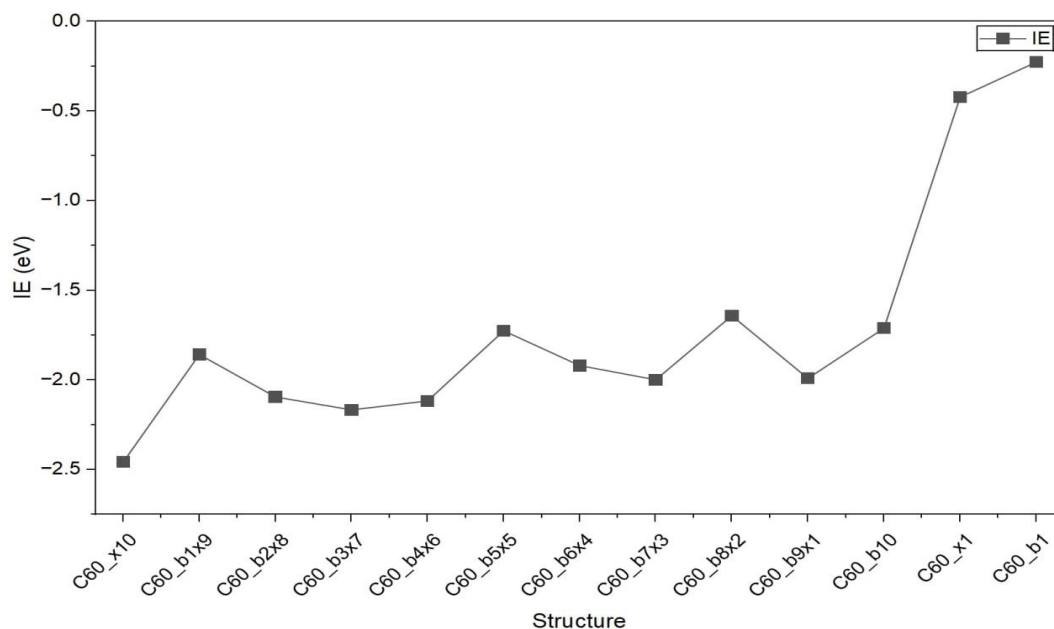
Nanomateriallarning organik muhitdagi xatti-harakatini o‘rganish zamonaviy kondensirlangan holat fizikasi va optikaning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Xususan, C_{60} fullerenining benzol va ksilol aralashmalaridagi optik xususiyatlarini, jumladan sindirish ko‘rsatkichini (n) o‘rganish uchun avvalo molekulalararo o‘zaro ta’sir energiyasini aniqlash talab etiladi. Bu ko‘rsatkich eritmaning zichligi va qutblanuvchanligiga bevosita ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omildir.

Ushbu tezisda C_{60} fullereni hamda benzol va ksilol aralashmasidan iborat tizimning molekulyar darajadagi energetik xususiyatlari o‘rganildi. Tadqiqot ishi LAMMPS ochiq kodli dasturiy ta’minoti yordamida amalga oshirildi. Modellashtrishda zarrachalararo ta’sirni tavsiflash uchun atomistik kuch maydonlari qo‘llanildi. Tizim muvozanat holatiga keltirilgandan so‘ng, C_{60} molekulasini va erituvchi komponentlari benzol, ksilol orasidagi o‘zaro ta’sir energiyasi quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$E_{ta'sir} = E_{umumiy} - (E_{fulleren} + E_{erituvchi})$$

Hisoblashlar har xil molyar ulushdagi (x_{10} dan b_{10} gacha) aralashmalar uchun alohida bajarildi.

Modellashtrish natijasida olingan grafik ma’lumotlari tizimning energetik mantiqini aniq ko‘rsatib berdi (1-rasm).



1-rasm. Ushbu grafik C_{60} fullereniga turli miqdorda ksilol va benzol molekulalari birlashtirilganda, tizimning energetik barqarorligi qanday o‘zgarishini ifodalaydi.

Olingan natijalarni tahlil qilish natijasida quyidagilar aniqladi:

1. Maksimal barqarorlik: Eng past minimal energiya qiymati C_{60_x10} tizimida ($\approx 2.46 eV$) kuzatildi. Bu ksilol molekulalarining fullereng sirti bilan benzolga qaraganda kuchliroq bog‘lanishini anglatadi.
2. Nisbatning ta’siri: Benzol ulushi ortishi bilan (C_{60_b1} dan C_{60_b10} gacha) o‘zaro ta’sir energiyasining qiymati ortib (manfiylik darajasi kamayib) boradi. Bu esa ksilol muhitida fullerengning adsorbsiyalanishi energetik jihatdan afzalroq ekanini ko‘rsatadi.
3. Optik bog‘liqlik: Olingan IE natijalari ksilolga boy muhitda tizim zichligining ortishiga olib keladi. Lorents-Lorenz qonuniyatiga ko‘ra, zichlikning bunday o‘zgarishi eritmaning sindirish ko‘rsatkichining ortishi bilan namoyon bo‘ladi.

Xulosa qilib aytganda, LAMMPS dasturida o‘tkazilgan hisoblashlar benzol-ksilol eritmalarida C_{60} fullereni atrofida barqaror energetik qobiq hosil bo‘lishini tasdiqladi. Ksilol miqdorini o‘zgartirish orqali tizimning o‘zaro ta’sir energiyasini va mos ravishda uning optik zichligini boshqarish imkoniyati aniqlandi. Ushbu natijalar kelgusida yuqori aniqlikdagi optik suyuqliklar yaratishda nazariy poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

GROUND STATES FOR BLUME-EMERY-GRIFFITHS MODEL ON A CAYLEY TREE

U. Qayumov, A. Umirqulov

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

We construct some finitely periodic ground states for the Blume-Emery-Griffiths model on the Cayley tree of order three. In [1] was considered for the low temperature Blume-Emery-Griffiths Z_d , $d \geq 2$, lattice model taking site spin values 0, +1, -1 they constructed, using a polymer expansion, two pure states in the parameter region where there were an infinite number of configurations with minimal energy. Each state was invariant under translation by two lattice spacings and the two states were related by a unit translation. Using analyticity techniques, they showed that the truncated n -point function decays exponentially with an n -independent lower bound on the decay rate. For the truncated two-point function, authors found the exact exponential decay rate in the limit $\beta \rightarrow \infty$.

The Cayley tree (Bethe lattice) Γ^k of order $k \geq 1$ is an infinite tree, i.e., a graph without cycles, such that exactly $k + 1$ edges originate from each vertex (see[3]). We write $\Gamma^k = (V, L)$ where V is the set of vertices and L the set of edges. Two vertices x and y are called *nearest neighbors* if there exists an edge $l \in L$ connecting them and we denote $l = \langle x, y \rangle$.

It is well-known that there exists a one-to-one correspondence between the set V of vertices of the Cayley tree of order $k \geq 1$ and the group of the G_k of the free products of $k + 1$ cyclic groups of second order with generators $a_1, a_2, \dots, a_{k+1}$ (see[2],[3]).

We consider the model [2] in which the spin takes values in the set $\Phi = \{-1, 0, 1\}$. a *configuration* y on the set V is then defined as a function $x \in V \rightarrow y(x) \in \Phi$ the set of all configurations coincides with $\Omega = \Phi^V$. The Hamiltonian of the BEG model [2] with competing interactions has the form

$$H(\sigma) = \sum_{\langle i, j \rangle} (\sigma_i \sigma_j + y \sigma_i^2 \sigma_j^2 + x (\sigma_i^2 + \sigma_j^2))$$

where $\{i, j\}$ is an unordered pair of nearest in Z^d , $\sigma_i \in \{-1, 0, 1\}$ and $x, y \in \mathbb{R}^2$

Let M be the set of all unit balls with vertices in V . By the restricted configuration σ_b , we mean the restriction of a configuration σ to a ball $b \in M$. The energy of a configuration σ_b on b is defined by the formula

$$U(\sigma) = -\frac{1}{2} \sum_{\langle i, j \rangle} (\sigma_i \sigma_j + y \sigma_i^2 \sigma_j^2 + x (\sigma_i^2 + \sigma_j^2))$$

where $x, y \in \mathbb{R}^2$.

We consider the case $k = 4$. It is easy to see that $U(\sigma_b) \in \{U_1, U_2, \dots, U_{26}\}$ for any σ_b , where

$$\begin{array}{lll} U_1(\sigma) = \frac{1}{2}(5-5y-10x), & U_2(\sigma) = \frac{1}{2}(-5-5y-10x), & U_3(\sigma) = \frac{1}{2}(3-5y-10x), \\ U_4(\sigma) = \frac{1}{2}(-3-5y-10x), & U_5(\sigma) = \frac{1}{2}(1-5y-10x), & U_6(\sigma) = \frac{1}{2}(-1-5y-10x), \\ U_7(\sigma) = \frac{1}{2}(4-4y-9x), & U_8(\sigma) = \frac{1}{2}(-4-4y-9x), & U_9(\sigma) = \frac{1}{2}(2-4y-9x), \\ U_{10}(\sigma) = \frac{1}{2}(-2-4y-9x), & U_{11}(\sigma) = \frac{1}{2}(3-3y-8x), & U_{12}(\sigma) = \frac{1}{2}(-3-3y-8x), \\ U_{13}(\sigma) = \frac{1}{2}(1-3y-8x), & U_{14}(\sigma) = \frac{1}{2}(-1-3y-8x), & U_{15}(\sigma) = \frac{1}{2}(2-2y-7x), \end{array}$$

$$\begin{aligned} U_{16}(\sigma) &= \frac{1}{2}(-2-2y-7x), & U_{17}(\sigma) &= \frac{1}{2}(-2y-7x), & U_{18}(\sigma) &= \frac{1}{2}(-4y-9x), \\ U_{19}(\sigma) &= \frac{1}{2}(-1-y-6x), & U_{20}(\sigma) &= \frac{1}{2}(1-y-6x), & U_{21}(\sigma) &= -\frac{5}{2}x, \\ U_{22}(\sigma) &= -2x, & U_{23}(\sigma) &= -\frac{3}{2}x, & U_{24}(\sigma) &= -x, & U_{25}(\sigma) &= -\frac{1}{2}x, & U_{26}(\sigma) &= 0. \end{aligned}$$

Definition. a configuration ϕ is said to be the ground state of the relative Hamiltonian H if

$$U(\phi_b) = \min\{U_1, U_2, \dots, U_{26}\}$$

for any $b \in M$.

We set $C_i = \{\sigma_b : U(\sigma_b) = U_i\}$ and $U_i(J) = U(\sigma_b, J)$ if $\sigma_b \in C_i$, $i = 1, 2, \dots, 26$. For any $i = 1, 2, \dots, 26$, we set

$$a_i = J \in R^2 : U_i = \min\{U_1, U_2, \dots, U_{26}\}$$

Rather cumbersome but straightforward calculations show that

$$a_1 = a_3 = a_4 = a_5 = a_6 = a_7 = a_9 = a_{11} = a_{12} = a_{14} = a_{15} = a_{16} = a_{18} = a_{19} = \{x = 0, y = 0\}$$

$$a_2 = \{x \leq 0, \quad y \geq -1 - 2x\} \cup \{x > 0, y \geq -1 - x\},$$

$$a_8 = a_{13} = a_{20} = \{x \geq 0, y = -1 - x\},$$

$$a_{21} = \{x \geq 0, y \leq -1 - x\},$$

$$a_{22} = a_{23} = a_{24} = a_{25} = \{x = 0, y \leq -1\},$$

$$a_{26} = \{x \leq 0, y \leq -1 - 2x\}.$$

and $\cup_n a_n = R^2$

Theorem. For any class $C_i, i = 1, 2, \dots, 26$, and any bounded configuration $\sigma_b \in C_i$, there exists a configuration ϕ (on the Cayley tree) such that $\phi_b^0 \in C_i$ for any $b^0 \in M$ and $\phi_b = \sigma_b$.

References

1. Gastao a. Braga, Paulo C. Lima and Michael L. O'carroll, Low temperature properties of the Blume-Emery-Griffiths (BEG) model in the region with an infinite number of ground state configurations //Reviews in Mathematical Physics Vol. 12, No. 06, pp. 779-806 (2000)
2. Paulo C.: Uniqueness of the Gibbs state of the BEG model in the disordered region of parameters *Letters in Mathematical Physics*, (2021) 111:14.
3. Rozikov, U.: Gibbs measures of Potts model on Cayley trees// World Scientific 2013, 384pp

RAQOBATLASHUVCHI O‘ZARO TA’SIRLI POTTS MODELI

U. Qayumov, M. Ziyodullayeva

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

Raqobatlashuvchi o‘zaro ta’sirli Potts modeli Hamiltoniani quyidagi ko‘rinishga ega:

$$H(\sigma) = J_1 \sum_{x,y \in V} \delta_{\sigma(x)\sigma(y)} + J_2 \sum_{d(x,y)=2} \delta_{\sigma(x)\sigma(y)}$$

bu yerda $J_1, J_2 \in \mathbb{R}$ va

$$\delta_{uv} = \begin{cases} 1, & u=v, \\ 0, & u \neq v. \end{cases}$$

Asosiy holatlar

σ va φ konfiguratsiyalar jufti deyarli barcha nuqtalarda bir xil bo‘lsa (ya’ni, faqat chekli sondagi nuqtalarda farq qilsa), biz σ va φ konfiguratsiyalar energiyalari farqiga mos keluvchi nisbiy Hamiltonian $H(\sigma, \varphi)$ ni quyidagicha qaraymiz:

$$H(\sigma, \varphi) = J_1 \sum_{x,y \in V} (\delta_{\sigma(x)\sigma(y)} - \delta_{\varphi(x)\varphi(y)}) + J_2 \sum_{d(x,y)=2} (\delta_{\sigma(x)\sigma(y)} - \delta_{\varphi(x)\varphi(y)})$$

Bu yerda $J = (J_1, J_2) \in \mathbb{R}^2$ -ixtiyoriy qat’iy parameter.

M-V cho‘qqilarga ega barcha birlik sharlar to‘plami bo‘lsin. Cheklangan konfiguratsiya σ_b deganda σ konfiguratsiyaning $b \in M$ sharidagi cheklanishi tushuniladi. b dagi σ_b konfiguratsiya energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$U(\sigma_b) \equiv U(\sigma_b, J) = \frac{1}{2} J_1 \sum_{x,y \in b} \delta_{\sigma(x)\sigma(y)} + J_2 \sum_{d(x,y)=2} \delta_{\sigma(x)\sigma(y)}$$

Bu yerda $J = (J_1, J_2) \in \mathbb{R}^2$.

Potts modeli uchun asosiy holatlar (Keli daraxtida hisoblanadigan spin qiymatlari to‘plami)

$$U_1 = 2J_1 + 6J_2 \quad U_2 = 6J_2 \quad U_3 = \frac{3}{2}J_1 + 3J_2 \quad U_4 = J_1 + 2J_2 \quad U_5 = 3J_2 \quad U_6 = J_2$$

$$U_7 = \frac{1}{2}J_1 \quad U_8 = J_1 + J_2 \quad U_9 = 2J_2 \quad U_{10} = \frac{1}{2}J_1 + J_2 \quad U_{11} = \frac{1}{2}J_1 + 3J_2 \quad U_{12} = 0$$

12 ta sinfdan iborat bo‘lgan energiyalar to‘plamini Potts modeli uchun asosiy holat bo‘ladigan sohlarni topish masalasini ko‘rib chiqamiz. Bu masalani hal etish uchun, har bir energiyani minimallashtirish masalasi qaraladi, bu esa har bir energiyani boshqa energiyalardan katta emasligini topish deganidir. Demak, biz quyidagi 12 ta tengsizliklar sistemasining umumiy yechimlarini topib, ikki o‘lchovli fazoda sohalarga ajratamiz.

Yuqoridagi tensizliklar sistemasining yechimlari quyidagilardan iborat.

$$A_2 = J \in \mathbb{R}^2 : J_1 \geq 0; -6J_2 \leq J_1 \leq -4J_2$$

$$A_3 = A_4 = A_{10} = J \in \mathbb{R}^2 : J_1 = 0; J_2 = 0$$

$$A_5 = J \in \mathbb{R}^2 : J_1 \geq 0; J_2 \leq 0$$

$$A_6 = J \in \mathbb{R}^2 : J_2 \geq 0; -2J_2 \leq J_1 \leq 0$$

$$A_7 = A_8 = A_{11} = J \in \mathbb{R}^2 : J_1 \geq 0; J_2 = 0$$

$$A_9 = J \in \mathbb{R}^2 : J_2 \leq 0; -4J_2 \leq J_1 \leq -2J_2$$

$$A_{12} = J \in \mathbb{R}^2 : J_1 \leq 0; J_2 \leq 0$$

va

$$R^2 = \bigcup_n A_n$$

Teorema 1. Har qanday C_i , $i=1,2,\dots,12$ sinf uchun va har qanday cheklangan $\sigma_b \in C_i$ uchun davriy konfiguratsiyasi mavjud, shuning uchun $b' \in C_i$ barcha $b' \in M$ va $\varphi_b = \sigma_b$.

FOYDALIANILGAN ADABIYOTLAR

1. Qayumov U.U “Unique splitting gibbs measure of a model on cayley tree” UzMU jurnal (2017).
2. Botirov G.I Qayumov U.U “Ground states for the potts model with competing interactions and a countable set of spin values on a cayley tree” Theoretical and Mathematical Physics (2021)
3. Botirov.G.I, Qayumov.U.U and Haydarov.F.H. “On periodic gibbs measures of ising model corresponding to new subgroups of the group representation of the cayley tree” Mathematical Physics, Analysis and Geometry (2023)

MAIN STATES FOR THE POTTS MODEL DEFINED ON A SIXTH-ORDER CAYLEY TREE

U. Qayumov, Z. Yoqubova

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

This paper investigates the ground states of the Potts model on a sixth-order Cayley tree. By applying the unit ball decomposition method and considering symmetry properties, we provide a complete classification of the configuration space. Our analysis identifies 41 distinct classes of ground states, each associated with a unique energy functional. Furthermore, we derive the system of linear inequalities for the interaction parameters J_1 and J_2 to define the stability regions for these states. These results establish the foundation for describing Gibbs measures on a sixth-order hierarchical lattice.

Finding the ground states of the models under consideration is important for determining Gibbs measures, because the obtained ground states lead Gibbs measures to converge to 1. From probability theory, it is known that the convergence of measures to 1 ensures the realization of events.

In this work, we investigate the ground states for the Potts model defined on a sixth-order Cayley tree. The energy of the Potts model on unit balls is determined by the following formula:

$$U = \frac{1}{2}J_1 \sum_{\substack{\langle x,y \rangle \\ x,y \in V}} \delta_{\sigma(x)\sigma(y)} + J_2 \sum_{\substack{d(x,y)=2 \\ x,y \in V}} \delta_{\sigma(x)\sigma(y)}$$

$$U_1 = \frac{7}{2}J_1 + 21J_2, U_2 = 3J_1 + 15J_2, U_3 = \frac{5}{2}J_1 + 11J_2, U_4 = \frac{5}{2}J_1 + 10J_2,$$

$$U_5 = 2J_1 + 9J_2, U_6 = 2J_1 + 7J_2, U_7 = 2J_1 + 6J_2, U_8 = \frac{3}{2}J_1 + 9J_2,$$

$$U_9 = \frac{3}{2}J_1 + 6J_2, U_{10} = \frac{3}{2}J_1 + 5J_2, U_{11} = \frac{3}{2}J_1 + 4J_2, U_{12} = \frac{3}{2}J_1 + 3J_2,$$

$$U_{13} = J_1 + 11J_2, U_{14} = J_1 + 7J_2, U_{15} = J_1 + 5J_2, U_{16} = J_1 + 4J_2,$$

$$U_{17} = J_1 + 3J_2, U_{18} = J_1 + 2J_2, U_{19} = J_1 + J_2, U_{20} = \frac{1}{2}J_1 + 15J_2,$$

$$U_{21} = \frac{1}{2}J_1 + 10J_2, U_{22} = \frac{1}{2}J_1 + 7J_2, U_{23} = \frac{1}{2}J_1 + 6J_2, U_{24} = \frac{1}{2}J_1 + 4J_2,$$

$$U_{25} = \frac{1}{2}J_1 + 3J_2, U_{26} = \frac{1}{2}J_1 + 2J_2, U_{27} = \frac{1}{2}J_1 + J_2, U_{28} = \frac{1}{2}J_1, U_{29} = 21J_2,$$

$$U_{30} = 15J_2, U_{31} = 11J_2, U_{32} = 10J_2, U_{33} = 9J_2, U_{34} = 7J_2, U_{35} = 6J_2,$$

$$U_{36} = 5J_2, U_{37} = 4J_2, U_{38} = 3J_2, U_{39} = 2J_2, U_{40} = J_2, U_{41} = 0.$$

For any $i = 1, 2, \dots, 41$, we set

$$A_i = \{J \in R^2: U_i = \min\{U_1, U_2, \dots, U_{41}\}\}.$$

Rather cumbersome but straightforward calculations show that

$$A_1 = \{J \in R^2: J_1 \leq 0, J_1 \leq -12J_2\} \cup \{J_1 \leq 0, J_2 \leq 0\},$$

$$A_2 = \{J \in R^2: J_1 \leq 0, -12J_2 \leq J_1 \leq -10J_2\},$$

$$A_3 = A_5 = A_6 = A_8 = A_9 = A_{10} = A_{11} = A_{13} = A_{14} = A_{15} = A_{16} = A_{17} = A_{18}$$

$$= A_{20} = A_{21} = A_{22} = A_{23} = A_{24} = A_{25} = A_{26} = A_{27} = \{J \in R^2: J_1 = 0, J_2 = 0\},$$

$$A_4 = \{J \in R^2: J_1 \leq 0, -10J_2 \leq J_1 \leq -8J_2\},$$

$$A_7 = \{J \in R^2: J_1 \leq 0, -8J_2 \leq J_1 \leq -6J_2\},$$

$$A_{12} = \{J \in R^2: J_1 \leq 0, -6J_2 \leq J_1 \leq -4J_2\},$$

$$A_{19} = \{J \in R^2: J_1 \leq 0, -4J_2 \leq J_1 \leq -2J_2\},$$

$$A_{28} = \{J \in R^2: J_1 \leq 0, J_1 \geq -2J_2\},$$

$$\begin{aligned} A_{29} &= \{J \in R^2: J_1 \geq 0, J_2 \leq 0\}, \\ A_{30} = A_{31} = A_{32} = A_{33} = A_{34} = A_{35} = A_{36} = A_{37} = A_{38} = A_{39} = A_{40} &= \\ &= \{J \in R^2: J_1 \geq 0, J_2 = 0\}, \\ A_{41} &= \{J \in R^2: J_1 \geq 0, J_2 \geq 0\}, \\ &\text{and } \cup_n A_n = R^2. \end{aligned}$$

REFERENCES

1. Botirov G.I., Qayumov U.U. “Ground states for the Potts model with competing interactions and a countable set of spin values on a Cayley tree”, Theoretical and Mathematical Physics (2021).
2. Qayumov U.U. “Unique splitting Gibbs measure of a model on Cayley tree”, UzMU Journal (2017).
3. Botirov G.I., Qayumov U.U., and Haydarov F.H. “On periodic Gibbs measures of Ising model corresponding to new subgroups of the group representation of the Cayley tree”, Mathematical Physics, Analysis and Geometry (2023).

HIGH-PRESSURE MULTILAYER HYDROGEN ADSORPTION IN CARBON NANOSTRUCTURES

Kh. Begmurodova, N. Chorshanbaeva, U. Khalilov.

¹ Denau institute of entrepreneurship and pedagogy, ² Termiz State University, ³ Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies

The growing demand for efficient hydrogen storage systems has intensified research on nanostructured materials such as carbon nanotubes. However, weak intermolecular interactions limit hydrogen adsorption efficiency, posing a significant scientific challenge. In this work, reactive molecular dynamics (MD) simulations were performed using the ReaxFF potential to investigate the adsorption behavior of H_2 molecules on the outer surface of a single-walled carbon nanotube (CNT) at 300 K and 1.74 bar. The simulations were carried out in the NVT ensemble using the Nosé–Hoover thermostat to maintain the target temperature. Periodic boundary conditions were applied in all spatial directions to minimize finite-size effects. The radial density profile $g(r)$ of H_2 molecules, computed as a function of distance from the CNT axis, served as the primary structural diagnostic for identifying adsorption layers. The radial density profile obtained from the MD trajectory reveals two distinct peaks at characteristic distances from the CNT surface, providing unambiguous evidence for the formation of a bilayer adsorption structure. The first peak, located at approximately 3.0–3.5 Å from the outermost carbon atoms of the nanotube wall, corresponds to H_2 molecules in direct contact with the CNT surface. This primary adsorption layer is stabilized by the combined effect of C– H_2 van der Waals attraction and, under the reactive ReaxFF description, partial charge polarization effects at the nanotube surface. The second peak, appearing at a distance of approximately 6.0–7.0 Å from the CNT wall, represents a secondary adsorption layer of H_2 molecules that are physisorbed atop the first layer via H_2 – H_2 intermolecular interactions.

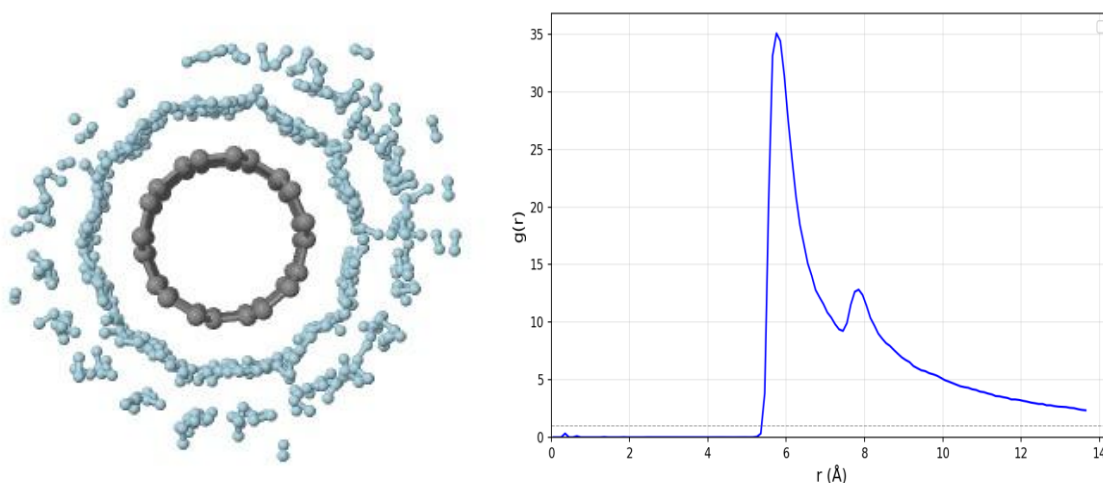


Fig 1. (a) Visual representation of multilayer H_2 adsorption on the CNT outer surface, (b) Radial distribution function between H molecular and c.o.m of CNT

The moderate overpressure applied in this study effectively raises the local H_2 chemical potential, compressing the gas-phase molecules toward the nanotube surface. The first adsorption layer, once saturated, acts as a secondary substrate with its own corrugated potential energy landscape, enabling a fraction of the incident H_2 molecules to become transiently or stably trapped in the second layer. This

mechanism has been reported in analogous systems, such as H₂ adsorption on graphene surfaces and in CNT bundle interstitial sites, where multilayer formation was observed under sufficiently elevated pressures or reduced temperatures [1]. The use of the ReaxFF potential is particularly significant in this context. Unlike classical non-reactive force fields, ReaxFF captures the subtle electronic reorganization at the CNT surface upon H₂ approach, which can modulate the depth and position of the first adsorption well. A deeper and more structured first-layer potential well, as afforded by the reactive description, leads to more ordered packing of the primary layer, which in turn provides a more favorable adsorption substrate for the second layer. This synergistic effect between the reactive surface description and multilayer formation may explain why the bilayer structure observed in this study is not commonly reported in LJ-based MD or GCMC simulations of similar systems [2]. Figure 1 shows the radial distribution function for c.o.m of CNT and H molecular distance during simulation.

The gravimetric density is determined as $\text{wt}\% = \frac{m_{H_2}N_{H_2}}{m_{H_2}N_{H_2} + m_CN_C} \times 100\%$ [3]. The hydrogen storage capacity of 16.35 wt% obtained in this study cannot be explained by monolayer adsorption alone and is attributed to multilayer formation under high-pressure conditions. At pressures above 10 MPa, enhanced intermolecular interactions lead to dense packing of hydrogen molecules and the dominance of multilayer adsorption. Thus, the high storage capacity is directly linked to pressure-induced multilayer adsorption in the nanostructured material.

REFERENCES

- [1] I. Cabria, M. J. López, and J. A. Alonso, “Density functional study of molecular hydrogen coverage on carbon nanotubes,” *Comput. Mater. Sci.*, vol. 35, no. 3, pp. 238–242, Mar. 2006, doi: 10.1016/j.commatsci.2004.10.008.
- [2] ACS, “Adsorption of Hydrogen Molecules on Carbon Nanotubes Using Quantum Chemistry and Molecular Dynamics,” ACS Publications. Accessed: Apr. 19, 2026. [Online]. Available: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jpca.5b12574>
- [3] N. Faginas-Lago, D. Yeni, F. Huarte, Y. Wang, M. Alcamí, and F. Martin, “Adsorption of Hydrogen Molecules on Carbon Nanotubes Using Quantum Chemistry and Molecular Dynamics,” *J. Phys. Chem. A*, vol. 120, no. 32, pp. 6451–6458, Aug. 2016, doi: 10.1021/acs.jpca.5b12574.

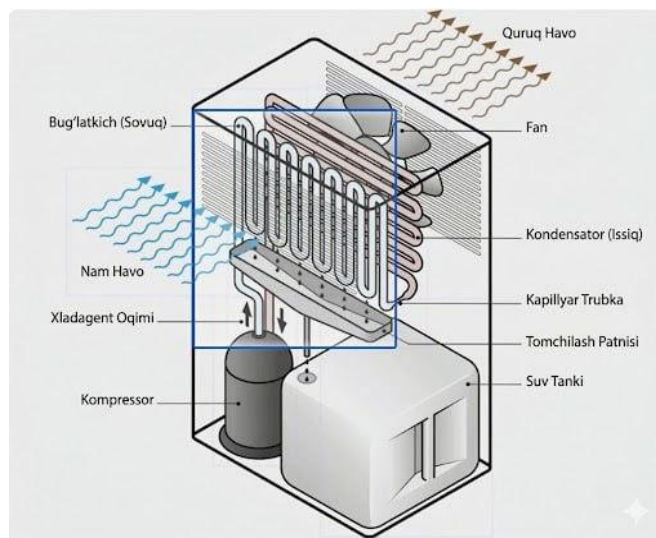
ATMASFERA NAMLIGIDAN AVTONOM ICHIMLIK SUVI OLISHNING INNOVATSION AQLLI TIZIMI (SMART-AWG)

F. Almardonova, E. Yusupov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika instituti, Denov, O‘zbekiston

O‘zbekistonning ko‘plab hududlarida, xususan, cho‘l va adir zonalarida toza ichimlik suvi yetishmovchiligi dolzarb muammo hisoblanadi. Mavjud suv resurslari kamayib borayotgan bir paytda, atmosferadagi ulkan namlik zaxirasidan (hatto quruq havoda ham bir necha milliard tonna suv bug‘i mavjud) foydalanish muqobil yechimdir. Smart-AWG (Atmosferik Water Generator)- bu atmosferadagi namlikni (bug‘ni) fizik jarayonlar yordamida ichimlik suviga aylantiruvchi intellektual qurilmadir. Namlik oralig‘i 20 % dan 90 % gacha bo‘lgan namlikda ishlaydi. Bu ishda havodagi namlikni kondensatsiya qilish, uni filtrlash va tozalash orqali ichimlik suvi sifatiga keltirish jarayoni o‘rganilgan. Tizimning asosiy xususiyati — uning avtonom ishlashi, energiya tejamkorligi hamda aqlli boshqaruv asosida samaradorligini oshirishidir. Smart-AWG qurilmasi zamonaviy sensorlar va avtomatlashtirilgan boshqaruv orqali turli iqlim sharoitlarida barqaror ishlash imkoniyatiga ega. Mazkur texnologiya suv tanqis hududlarda muqobil ichimlik suvi manbai sifatida samarali qo‘llanishi mumkin.

Qurilma eng ko‘p suvni yuqori harorat va yuqori namlik sharoitida ishlab chiqaradi, eng kam miqdorni esa past harorat va past namlik sharoitida hosil qiladi. Biroq qurilmaning samaradorligi yuqori namlik va past yoki o‘rtacha haroratlarda eng yuqori bo‘ladi. Kuniga 20 litrdan 500 litrgacha toza suv olish mumkin (moduliga qarab). 1 litr suv uchun 0.6 kV ·soat energiya kerak. Amalda esa (yo‘qotishlar bilan) bu ko‘rsatkich 1,2-1,5 kV ·soat ni tashkil qiladi. Ushbu qurilmani yig‘ishimiz uchun bizga taxminiy 22-42 mln so‘m harajat ketadi Atmosferadan suv generatori (AWG) yordamida havodagi namlik to‘planadi va elektr yoki gaz ishlatmasdan suvga aylantiriladi. Hosil bo‘lgan suv filtr tizimidan o‘tib, ichimlik suviga aylanadi. Ushbu suv ichimlik suvi sifatida, shuningdek, qishloq xo‘jaligi va boshqa maqsadlarda ham qo‘llanishi mumkin.



1-rasm. Avtonom suv olishning aqlli qurilmasi.

Tizim markazlashgan suv ta‘minoti infratuzilmasiga bog‘liq emas, bu esa uni cho‘l hududlari, tog‘li mintaqalar va favqulodda vaziyatlar sharoitida samarali qo‘llash imkonini beradi. Smart-AWG tizimi ekologik toza texnologiya hisoblanadi, chunki u tabiiy suv manbalarini ekspluatatsiya qilmaydi va yer osti suv zaxiralarining kamayishiga olib kelmaydi.

Atmosfera namligi va haroratiga bevosita bog‘liq bo‘lib, past namlikka ega hududlarda ishlab chiqariladigan suv hajmi sezilarli darajada kamayadi. Dastlabki bosqichda qurilmani ishlab chiqish va o‘rnatish yuqori kapital xarajatlarni talab qiladi, bu esa uni keng miqyosida joriy etishni cheklashi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, atmosfera suv generatorlari (AWG) va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga asoslangan texnologiyalar zamonaviy suv va energiya ta’minotidagi dolzarb muammolarni hal etishda muhim innovatsion yechimlardan biri hisoblanadi. Ushbu tizimlar atmosfera havosidagi suv bug‘ini kondensatsiya qilish orqali ichimlik suvi ishlab chiqarish imkonini beradi va ayniqsa suv resurslari cheklangan hamda qurg‘oqchil hududlarda katta amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kirstein D. P. *Development and analysis of a solar-powered atmospheric water generator*. Diss. Stellenbosch: Stellenbosch University, 2022.
2. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2018). *Assessment of Atmospheric Water Generator Technology (AWG)*. Office of Research and Development Report.
3. Watergen Ltd. (2018). *GEN-350 Atmospheric Water Generator Technical Overview*. Israel: Watergen Technical Documentation.
4. Li, Z., et al. (2019). “*Atmospheric water harvesting technologies: A review*”. Journal of Cleaner Pr.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ КОНСОЛИДАЦИИ ОСАДКА

У.Ж.Сайдуллаев¹, М.Х.Курбонназарова², У.У.Улашев²

¹Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова

²Института инженерной физики Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова

Рассмотрим фильтрование суспензии через фильтр. На поверхности фильтра образуется слой осадка твердых частиц, называемый кейк - слоем, толщина которого $L(t)$ растет по мере фильтрования суспензии [1].

Основное уравнение фильтрования суспензии с образованием кейк-слоя относительно p_s

$$\frac{\partial p_s}{\partial t} = \frac{k^0 p_A}{\beta \mu} \left(1 + \frac{p_s}{p_A}\right)^{1-\beta} \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(1 + \frac{p_s}{p_A}\right)^{\beta-\delta} \left(1 + \lambda_{p\ell} \frac{\partial}{\partial t}\right) \left(\frac{\partial p_s}{\partial x}\right) \right] - q_{\ell m} \frac{\partial p_s}{\partial x}. \quad (1)$$

где k - проницаемость, μ - вязкость, $\lambda_{p\ell}$ - время релаксации градиента давления, t - время, x - координата, p_A - характерное давление, k^0 - значение проницаемости при $p_s = 0$, β , δ - показатели - постоянные величины, $q_{\ell m}$ - поток фильтрата через фильтр:

$$q_{\ell m} = \frac{k}{\mu} \left(1 + \lambda_{p\ell} \frac{\partial}{\partial t}\right) \frac{\partial p_s}{\partial x} \Big|_{x=0}.$$

Начальные и граничные условия для решения (1) имеют вид

$$p_s(0, x) = 0, \quad -k \left(1 + \lambda_{p\ell} \frac{\partial}{\partial t}\right) \frac{\partial p_s}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{p_0 - p_s}{R_m} \Big|_{x=0}, \quad p_s(t, L(t)) = 0, \quad (2)$$

где R_m - приведенное сопротивление фильтра.

Уравнение для подвижной границы $L(t)$, характеризующей рост осадочного слоя (кейк-слоя), относительно p_s

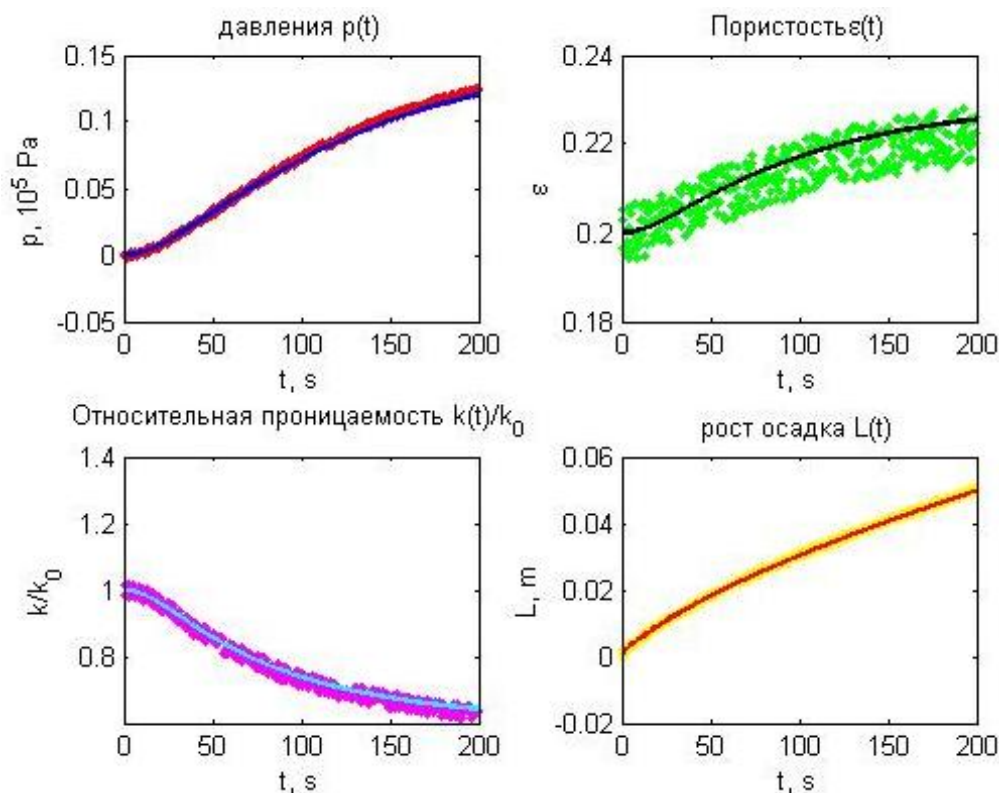
$$\frac{dL}{dt} = - \frac{\varepsilon_s^0}{\varepsilon_s^0 - \varepsilon_{s_0}} \left[\frac{k}{\mu} \left(1 + \lambda_{p\ell} \frac{\partial}{\partial t}\right) \frac{\partial p_s}{\partial x} \right]_{L^-} + q_{\ell m}, \quad (3)$$

где ε_s^0 - твердосодержимость кейк - слоя при нулевом напряжении, ε_{s_0} - концентрация твердых частиц в суспензии. Эти уравнения решаются совместно с основными уравнениями фильтрования (1) - (3) при соответствующих начальных и граничных условиях. Для уравнения (1) рассматривается обратная задача по определению β и δ . В качестве исходных данных принимается $p_s(t, 0,002)$, $\varepsilon_s(t, 0,002)$, $\frac{k}{k^0}(t, 0,002)$, $L(t)$, $\lambda_{p\ell} = 150$ с. Берутся зависимости $p_s(t, 0.02)$, $\varepsilon_s(t, 0.02)$, $\frac{k}{k^0}(t, 0.02)$, а также $L(t)$, в диапазоне $0 \leq t \leq 900$, с заданными исходными

данными. Затем считается, что параметры β и δ неизвестны. Для их определения решается обратная задача путем минимизации функционала

$$\Phi_1(\beta, \delta) = \int_{t_1}^{T_1} [p_s(t, 0.02) - \tilde{p}_s(t, 0.02)]^2 dt + \int_{t_1}^{T_1} [\varepsilon_s(t, 0.02) - \tilde{\varepsilon}_s(t, 0.02)]^2 dt + \\ + \int_{t_1}^{T_1} \left[\frac{k}{k^0}(t, 0.02) - \frac{\tilde{k}}{k^0}(t, 0.02) \right]^2 dt + \int_{t_1}^{T_1} [L(t) - \tilde{L}(t)]^2 dt \rightarrow \min, \quad (4)$$

где $\tilde{p}_s$, $\tilde{\varepsilon}_s$, $\frac{\tilde{k}}{k^0}$, $\tilde{L}(t)$ - расчетные величины, полученные путем решения прямой задачи с заданными β и δ . Значения β и δ для минимизации Φ_1 принимаются из интервала $0,05 < \beta < 0,2$, $0,3 < \delta < 0,8$. При $\beta \approx 0,13$ и $\delta \approx 0,57$ функционал должен достичь минимума. t_1 - $L(t)$ когда достигает точку $x = 0,02$.



Для системы уравнений (1)–(4) решается обратная задача Стефана методом конечных разностей с ловлей подвижной границы [2]. Графики отражают процесс фильтрации суспензии и формирования кейк-слоя. Нелинейность кривых связана с ростом гидравлического сопротивления и консолидацией осадка. Неизвестные параметры определяются минимизацией функционала (4), а добавление случайных шумов подтверждает устойчивость решения обратной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tien C. Principles of filtration. Elsevier, The Netherlands. 2012.
2. Bakhtiyor Kh. Khuzhayorov, Usmonali Saydullaev, Gafurjan Ibragimov, Nadiah Wahi. An Axisymmetric Problem of Suspension Filtering with Formation of Elastic - Plastic Cake Layer. *Symmetry* 2022, 14(6), 1202.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНАЯ СИМУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИЙ С ОБРАЗОВАНИЕМ УПРУГО- ПЛАСТИЧЕСКОГО СЛОЯ

У.Ж.Сайдуллаев¹, М.Х.Курбонназарова², У.У.Улашев²

¹Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова

²Института инженерной физики Самаркандского государственного университета имени Шарофа Рашидова

Рассмотрим процесс фильтрования суспензии через фильтр с образованием слоя осадка твердых частиц на поверхности фильтра. В режиме увеличения давления характеристики фильтрования отмечаем знаком $\uparrow$, а в режиме понижения давления – $\downarrow$.

В режиме первого повышения давления вывод уравнений осуществляется таким же образом как и в [1]. В итоге имеем уравнение фильтрования [1]

$$\uparrow \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[(-f') \frac{k^0}{\mu} \varepsilon_s \left(\frac{\varepsilon_s}{\varepsilon_s^0} \right)^{-\delta/\beta} \frac{\partial p_s}{\partial x} \right] - q_{lm} \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial x}, \quad (1)$$

$$\text{где } q_{lm} = - \left[\frac{k}{\mu} \frac{\partial p_\ell}{\partial x} \right]_{x=0} = \frac{p_0 - p_s}{\mu R_m}, \mu - \text{вязкость, } p_0 - \text{давление в фильтрате при } x=0, \varepsilon_s^0$$

k^0 - значения концентрации ε_s , проницаемости k при $p_s=0$, соответственно, β, δ - показатели - постоянные величины, R_m - приведенное сопротивление фильтровального элемента.

Изменение ε_s, k в режиме повышения компрессионного давления p_s происходит по степенным закономерностям [1]

$$\uparrow \varepsilon_s = \varepsilon_s^0 \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^\beta, \uparrow k = k^0 \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^{-\delta}, \quad (2)$$

где p_A – характерное давление.

При выводе уравнений фильтрования в режиме понижения давления основываемся на идеологию упруго-пластического режима фильтрации, развитой в [2].

Пусть в определенный момент времени процесс фильтрования останавливается и начинается процесс разгрузки. В процессе разгрузки изменение характеристик происходит такими же степенными закономерностями (2), но с другими коэффициентами и показателями

$$\downarrow \varepsilon_s = \varepsilon_s^0 \left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{\beta_1 - \beta} \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^{\beta_1}, \downarrow k = k^0 \left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{\delta_1 - \delta} \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^{-\delta_1}. \quad (3)$$

Предположим, что показатели β_1, δ_1 также зависят от того, с какого давления p_s происходит процесс разгрузки. Пусть эти зависимости также носят степенной характер

$$\beta_1 = \beta \left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{-\gamma_\varepsilon}, \delta_1 = \delta \left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{-\gamma_k}, \quad (4)$$

где γ_ε и γ_k – показатели степенных зависимостей, характеризующих уменьшение β_1 и δ_1 по отношению к β и δ , соответственно. Их можно назвать коэффициентами необратимого изменения концентрации ε_s и проницаемости k . Заметим, что при $\gamma_\varepsilon = 0, \gamma_k = 0$ имеем

полностью обратимый процесс, т.е. режим будет чисто упругим.

Пусть режим фильтрования продолжается до $t = T_1$ и начинается режим разгрузки. В режиме разгрузки началом отсчета времени принимается нуль. Используя (3) на основе законов сохранения выводим уравнение фильтрования

$$\downarrow \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial t} = -\frac{\varepsilon_s^0 k^0}{\mu} \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{\beta - \beta_1 + \delta_1 - \delta} \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^{\beta_1 - \delta_1} (-f') \frac{\partial p_s}{\partial x} \right] - q_{tm} \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial x}, \quad (5)$$

где $p_s^{(1)}$ – распределение давления в конце фазы нагрузки.

Начальные и граничные условия могут быть заданы так

$$\downarrow p_s(0, x) = \uparrow p_s(T_1, x) = p_s^{(1)}, \quad \downarrow p_s(t, L(t)) = 0, \quad \downarrow p_s(t, 0) = 0. \quad (6)$$

Считаем, что в режиме разгрузки рост слоя осадка не происходит, так что $L(t)$ остается без изменения, имея значение $L(T_1)$. При повторном нагружении системы изменение характеристик ε_s и k происходит в соответствии с законами (3) до $p_s \leq p_s^{(1)}$:

$$\uparrow \uparrow \varepsilon_s = \varepsilon_s^0 \left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{\beta - \beta_1} \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^{\beta_1}, \quad \uparrow \uparrow k = k^0 \left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{\delta_1 - \delta} \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^{-\delta_1}, \quad p_s \leq p_s^{(1)}, \quad (7)$$

где $\uparrow \uparrow$ означает режим повторного нагружения.

Когда давление p_s достигает $p_s^{(1)}$ режим фильтрования сменится на предыдущий режим первого нагружения. Для этого режима выводим уравнение фильтрования, совпадающее по виду с (5)

$$\uparrow \uparrow \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial t} = -\frac{\varepsilon_s^0 k^0}{\mu} \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(1 + \frac{p_s^{(1)}}{p_A} \right)^{\beta - \beta_1 + \delta_1 - \delta} \left(1 + \frac{p_s}{p_A} \right)^{\beta_1 - \delta_1} (-f') \frac{\partial p_s}{\partial x} \right] - q_{tm} \frac{\partial \varepsilon_s}{\partial x}, \quad p_s \leq p_s^{(1)}. \quad (8)$$

Пусть процесс разгрузки завершился за время T_2 . За это время во всей толщине осадка устанавливается нулевое давление p_s . Повторное нагружение системы можно начинать с заданным давлением $p_0^{(1)}$ на $x = 0$, где $p_0^{(1)}$ может отличаться от заданного давления p_0 при первом нагружении. Начальное и граничные условия относительно давления имеют вид (время опять начинается с нуля)

$$\uparrow \uparrow p_s(0, x) = 0, \quad -\uparrow \uparrow k \frac{\partial p_s}{\partial x} \Big|_{x=0} = \frac{p_0^{(1)} - p_s}{R_m} \Big|_{x=0}, \quad \uparrow \uparrow p_s(t, L(t)) = 0, \quad (9)$$

Заметим, что уравнение (8) решается до соблюдения условия $p_s \leq p_s^{(1)}$. Когда достигается условие $p_s = p_s^{(1)}$, нужно переходить к решению уравнения (3) при соответствующих условиях. Для решения уравнения (5) с условиями (6) и уравнения (8) с условиями (9) используем метод конечных разностей с ловлей подвижного фронта [3].

Результаты численных расчетов показывает, что происходит монотонный рост толщины слоя осадка за весь период работы системы. После завершения первой нагрузки рост слоя при разгрузке не происходит, а дальнейший рост происходит при повторном нагружении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tien C. Principles of filtration. Elsevier, The Netherlands. 2012.
2. Горбунов А.Т. Упруго-пластический режим фильтрации жидкости в пористых средах // Изв. АН СССР, Мех. жидкости и газа. 1973, №5. С.84-90.
3. Самарский А.А., Вабищевич П.Н. Вычислительная теплопередача. М.: Книжный дом: «ЛИБРОКОМ». 2009. – 784 с.

ENHANCEMENT OF HYDROGEN PHYSISORPTION IN DEFECTIVE GRAPHENE

Z. Hamdamova, R. Khurramov, U. Uljayev

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, Uzbekistan.

Carbon-based nanostructures are widely considered promising materials for hydrogen storage because of their low mass density, large specific surface area, and good structural stability. Among these materials, graphene has received particular attention due to its unique two-dimensional structure and remarkable physical properties [1]. Nevertheless, pristine graphene shows limited hydrogen storage capability under ambient conditions, mainly because the interaction between H_2 molecules and the graphene surface is relatively weak. For this reason, introducing structural defects into graphene has been proposed as an effective way to improve its adsorption characteristics [2].

In the present study, the physisorption behavior of H_2 molecules on defective graphene was examined using reactive molecular dynamics simulations. The obtained results indicate that both the defect size and defect concentration play an important role in enhancing hydrogen adsorption. As these parameters increase, the graphene surface develops more energetically favorable adsorption sites, leading to stronger physisorption of hydrogen molecules [3]. This improvement can be explained by local charge redistribution and the appearance of adsorption-active regions in the vicinity of the defects. In particular, at the maximum defect concentration of 10.27%, the gravimetric density of stored hydrogen reached about 2.16 wt.% under ambient conditions, which is in good agreement with values reported in previous theoretical and experimental studies (Figure 1).

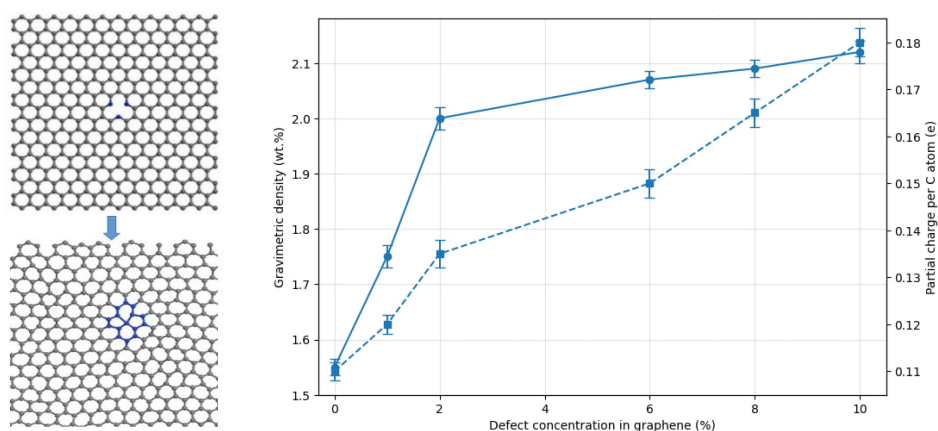


Fig. 1. Schematic of defect formation in graphene. The top shows pristine graphene, while the bottom shows defective graphene with a vacancy (blue), creating active adsorption sites (left) and variation of gravimetric density in graphene according to defect concentration (right).

Overall, the findings indicate that hydrogen physisorption on graphene is strongly dependent on both defect size and defect concentration. The study provides valuable atomistic insight into the hydrogen storage behavior of defective graphene and confirms that controlled defect engineering can be an effective approach for improving the storage performance of carbon-based nanomaterials.

REFERENCES.

1. Mengqi Zeng et al., Exploring Two-Dimensional Materials toward the Next-Generation Circuits: From Monomer Design to Assembly Control, *Chem. Rev.*, 118, 13, 6236-6296 (2018)
2. U.B. Uljayev et al., *The role of defects in graphene in hydrogen adsorption*. FarSU Scientific Reports 2023. No. 5, pp. 6-12.

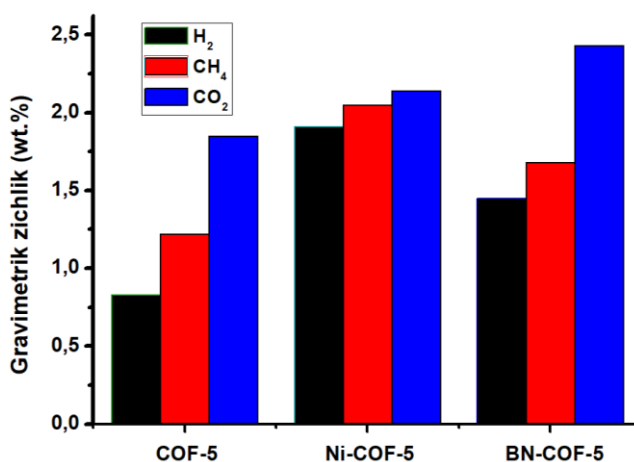
Ni-COF-5 DA GAZ ADSORTSIYASI: MOLEKULYAR DINAMIKA SIMULYATSIYASI.

A. Dursoatov, U. Uljayev

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, O‘zbekiston.

So‘nggi yillarda energiya barqarorligi va ekologik tozalik global muammoga aylandi. Vodorod o‘zining yuqori energiya zichligi va qayta tiklanuvchanligi tufayli eng istiqbolli toza energiya manbasi sifatida ko‘rilmoqda [1].

Ushbu ilmiy tadqiqotda nikel (Ni) bilan bezatilgan kovalent organik birikma (COF-5) tuzilmasida vodorod (H_2), metan (CH_4) hamda karbonat anhidrid (CO_2) gazlarining adsorbsiyasi va saqlanish jarayonlari molekulyar dinamika (MD) simulyatsiyasi yordamida o‘rganildi.



1-rasm. Gazlarning COF sirtlaridagi qiyosiy adsorbsiyasi.

Ko‘rinib turibdiki, Ni-COF-5 strukturasida H_2 va CH_4 molekullari uchun yuqori adsorbsion sig‘im kuzatilgan,. Buning asosiy sababi nikel atomlari hosil qiladigan ochiq metall markazlari va sirtning kimyoviy xususiyatlarining o‘zgarishidir [2]. Bu markazlar gaz molekullarini o‘ziga yaqinlashtirib, ularning material bilan o‘zaro ta‘sirini kuchaytiradi. Radial taqsimot funksiyasi (RDF) tahliliga ko‘ra, H_2 molekullari Ni-COF-5 sirtida 2.7 Å masofada barqaror turgan, bu esa kuchli fizik adsorbsiyani bildiradi.

Shuni ham hisobga olish kerakki, grafikda berilgan wt.% qiymatlari faqat massa bo‘yicha baholashni ifodalaydi. To‘liq ilmiy xulosa chiqarish uchun massaviy ko‘rsatkichlarni molar adsorbsiya miqdori bilan birgalikda solishtirish zarur.

Xulosa qilib aytganda, Ni-dekoratsiya qilingan COF-5 strukturalari vodorod saqlashda samaraliroq, chunki Ni atomlari vodorod molekullarini elektron bulut orqali barqaror holatda ushlab turadi.

ADABIYOTLAR

1. Schlappbach, L., Züttel, A. *Hydrogen-storage materials for mobile applications*, Nature, 2001.
- Ling, S., Slater, B. Metalated Covalent Organic Frameworks for Enhanced Gas Adsorption. Journal of the American Chemical Society, 2017.

STUDY OF THE ELECTRONIC STRUCTURE AND CHEMICAL COMPOSITION OF CARBON NANOTUBES MODIFIED WITH Pt AND Pd

Sh. Sh.Ochilov, M.E. Toshmamatova, Sh.A. Muminova

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

Research on the physical and chemical properties of carbon nanotubes (CNTs) has been stimulated by extensive reports on their potential use as active component of novel devices [1]. While there have been previous theoretical investigations of Pt and Pd bulk interaction with carbon nanotubes, theoretical studies of Pt and Pd interaction with defects are much rarer [2]. In this work, in order to investigate the possible removal of oxygen from the CNT surface by platinum and palladium atoms, we perform a comparative study between these two metals when deposited on pristine and oxygen functionalized multi-walled carbon nanotubes. The growth, electronic structure, and chemical composition of the metal contact were studied using high-resolution transmission electron microscopy (HRTEM). Shows typical HRTEM images recorded on the samples after deposition of Pt and Pd on the oxygen-functionalized carbon nanotubes (fo-CNTs). We observe the formation of nanoparticles for both metals.

The XPS spectra were recorded with a photon energy of 400 eV; the kinetic energy for the photoelectrons emitted from the C1s level using this excitation energy is about 115 eV corresponding to an electron mean free path of approximately 10 eV [2]. Thus, the analysis of the C1s peak allows evaluating the chemical modifications at the CNT surface due to the oxygen plasma treatment followed by the Pd and Pt deposition.

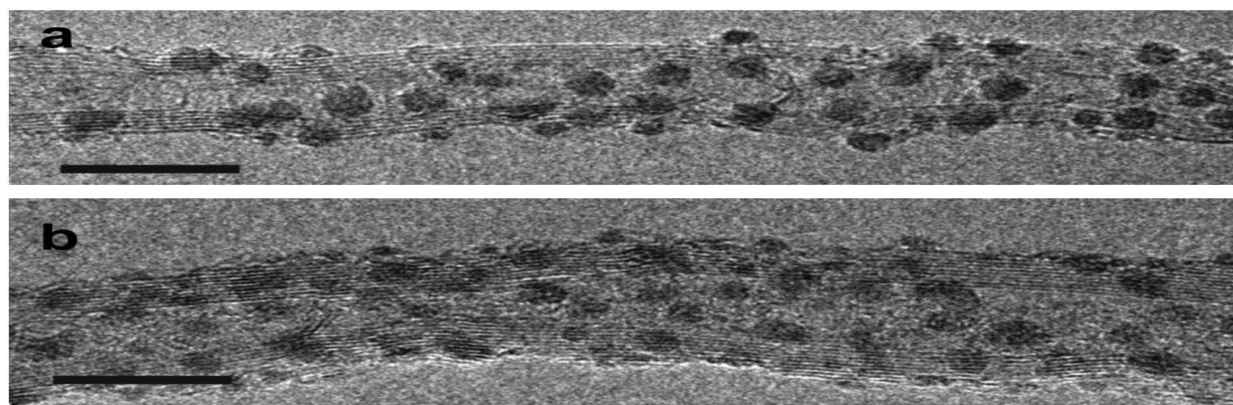


Figure 1. High resolution transmission electron micrographs of (a) Pd and (b) Pt on oxygen plasma-treated carbon nanotubes.

The deposition of both Pt and Pd atoms on the pristine and oxygen functionalized CNTs resulted in the formation of small clusters as revealed by HRTEM. XPS analysis performed in order to evaluate the chemical changes at the CNT sample due to the oxygen plasma treatment followed by Pt or Pd deposition, shows that there is no covalent bonding between the Pt or Pd atoms and the oxygenated sites created on the CNT surface by the plasma exposition. Both the metal cluster formation and the type of bonding were confirmed by DFT modelling.

REFERENCES

4. M. Chen, X. Song, S. Liu, Z. Gan, Q. Lv, *Microsyst. Technol.* 18 (2012) 679.
5. V. Vitale, A. Curioni, W. Andreoni, *J. Am. Chem. Soc.* 130 (2008) 5848.

HYDROGEN ADSORPTION IN C₆₀ FUNCTIONALIZED LOHC

R. Kholmatova, U. Uljayev

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

Hydrogen is considered a promising clean energy carrier because of its high energy density and environmental safety, yet its practical application is limited by storage difficulties. Among alternative storage media, liquid organic hydrogen carriers (LOHCs) have attracted attention due to their convenience in transport and handling. In this study, hydrogen physisorption in aromatic LOHC systems containing C₆₀ fullerenes was investigated using molecular dynamics simulations [1].

In this work, the effect of C₆₀ fullerene concentration on hydrogen uptake in LOHC systems was investigated [2]. The results show that increasing the C₆₀ content initially leads to a significant enhancement in hydrogen uptake. Specifically, within the 0-5 wt% range, the uptake increases from approximately 0.68 to 1.04 (normalized units), reaching a maximum value. This improvement is attributed to the formation of additional adsorption sites and the strengthening of van der Waals interactions due to the presence of fullerene.

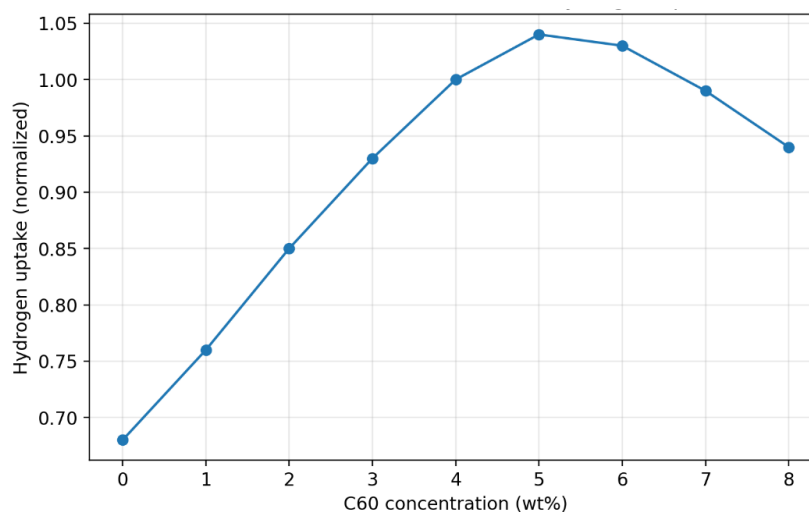


Figure 1. Effect of temperature on hydrogen adsorption in a C₆₀-modified LOHC system.

However, at concentrations above 5 wt%, a gradual decrease in hydrogen uptake is observed. This decline may be associated with the aggregation of C₆₀ molecules or a reduction in the effective active surface area.

Overall, the findings indicate that C₆₀ doping enhances hydrogen physisorption in LOHC systems, with an optimal concentration around 5 wt%, beyond which the adsorption performance begins to deteriorate.

REFERENCES

1. Schlappbach, L., Züttel, A. *Nature*, 2001.
2. Crabtree, G. et al. *Physics Today*, 2004.

ENHANCING FUEL CELL EFFICIENCY: A FIRST-PRINCIPLES STUDY OF PT-DECORATED CARBON NANOTUBES

Sh.Sh. Ochilov, M.E. Toshmamatova, Sh.A. Muminova

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

It has been demonstrated that transition metal nanoparticles on CNTs exhibit excellent catalysis properties for various chemical reactions [1]. Due to the inert chemical properties of CNTs, the CNT surface is always externally functionalized before nanoparticles can be uniformly dispersed [2]. The precious metal platinum is an important and expensive element in the application of fuel cells. Reduction of platinum usage might thus facilitate the commercialization of fuel cells as a more popular and cost-effective energy source. Recently, platinum-deposited CNTs were found to exhibit better electrode performance for polymer electrolyte fuel cells (PEFC) than platinum-deposited carbon blacks (CBs) with a reduction usage of platinum. First-principles calculations of total energy and electronic structure have been performed using CASTEP, which is a plane-wave, pseudopotential program based on density functional theory (DFT) and working under the local density approximation (LDA).

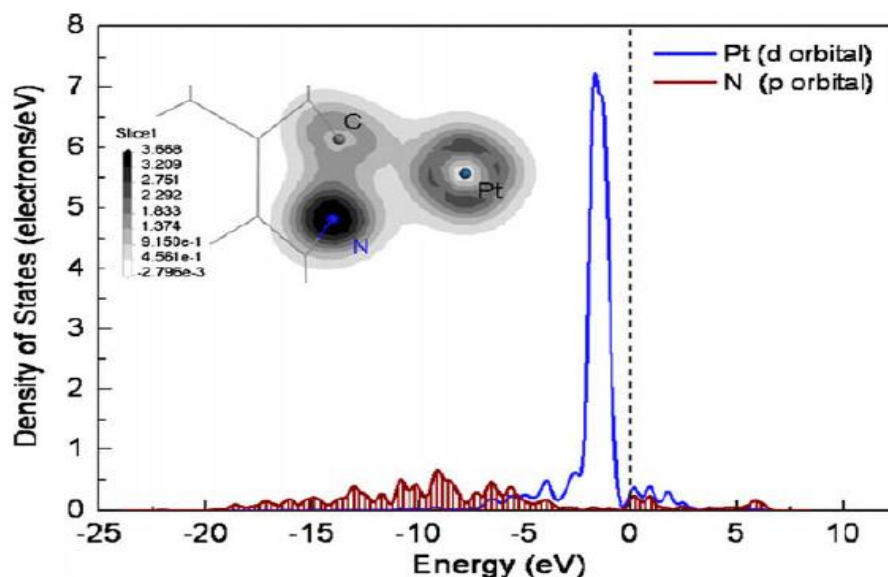


Fig.1. The projected partial density of states (PDOS) of N and Pt atoms in a configuration with Pt initially located at the site.

The enhancement of platinum adsorption on boron-doped CNTs is mainly attributed to the strong hybridization between platinum *d* orbitals and boron *p* orbitals, which leads to direct chemical bonding between platinum and boron atoms.

REFERENCES

6. Che G, Lakshmi BB, Fisher ER, Martin CR. Carbon nanotubule membranes for electrochemical energy storage and production.
7. Jiang K, Eitan A, Schadler LS, Ajayan PM, Siegel RW, Grobert N, et al. Selective attachment of gold nanoparticles to nitrogen-doped carbon nanotubes. Nano Lett 2003;3(3):275–7.

INFLUENCE OF BORON CONCENTRATION ON DWNT HEAT CONDUCTIVITY

Sh.A. Muminova¹, U.O Kutliyev², G.Q. Khujamova¹, U.B. Uljayev^{1,3}

¹Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, Uzbekistan

²Urgench State University named after Abu Raykhan Beruni, Uzbekistan

³Institute of Ion-Plasma and Laser Technology of Uzbekistan Academy of Science

Carbon nanotubes (CNTs), a type of carbon nanostructure, continue to generate significant interest in scientific research, with the number of publications on this topic growing exponentially [1]. This study examined the effect of boron (B) doping on the thermal conductivity of double-walled carbon nanotubes (DWCNTs) over a wide temperature range from 300 K to 1500 K [2]. The introduction of boron atoms into the (5.5)@(10.10) DWCNT structure was analyzed to determine the change in thermal conductivity at different doping concentrations (p%).

The results showed that boron doping leads to an increase in the partial charge inside the nanotube, and that as the dopant concentration increases from 0% to 10%, the thermal conductivity decreases nonlinearly.

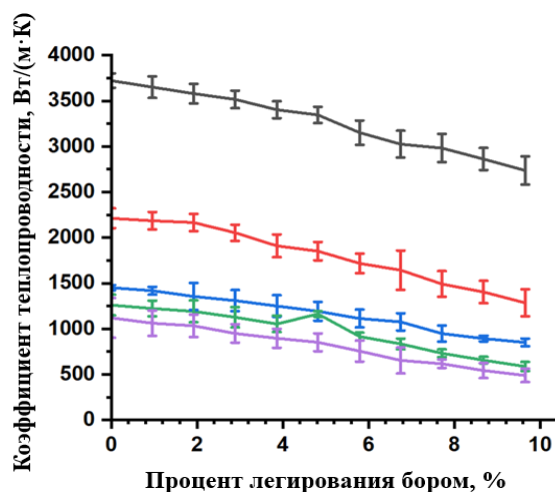


Fig. 1. Change in thermal conductivity coefficient depending on the alloying level and temperature.

Thermal conductivity studies have shown that the presence of boron atoms reduces heat transfer efficiency, especially at high doping levels (>6%), when defects enhance phonon scattering and significantly reduce thermal conductivity. These results indicate that boron doping has a complex effect on the structural, electronic, and thermal properties of DWCNTs, with temperature and dopant concentration being the primary determining factors.

REFERENCES

1. S. Rathinavel et al./ K. Priyadharshini, and D. Panda, "A review on carbon nanotube: An overview of synthesis, properties, functionalization, characterization, and the application," Mater. Sci. Eng. B 268, 115095 (2021).
2. Sh. Muminova et al., Impact of boron doping on charge distribution and thermal conductivity in double-walled carbon nanotubes, East european journal of physics, 3, 390-397 (2025).

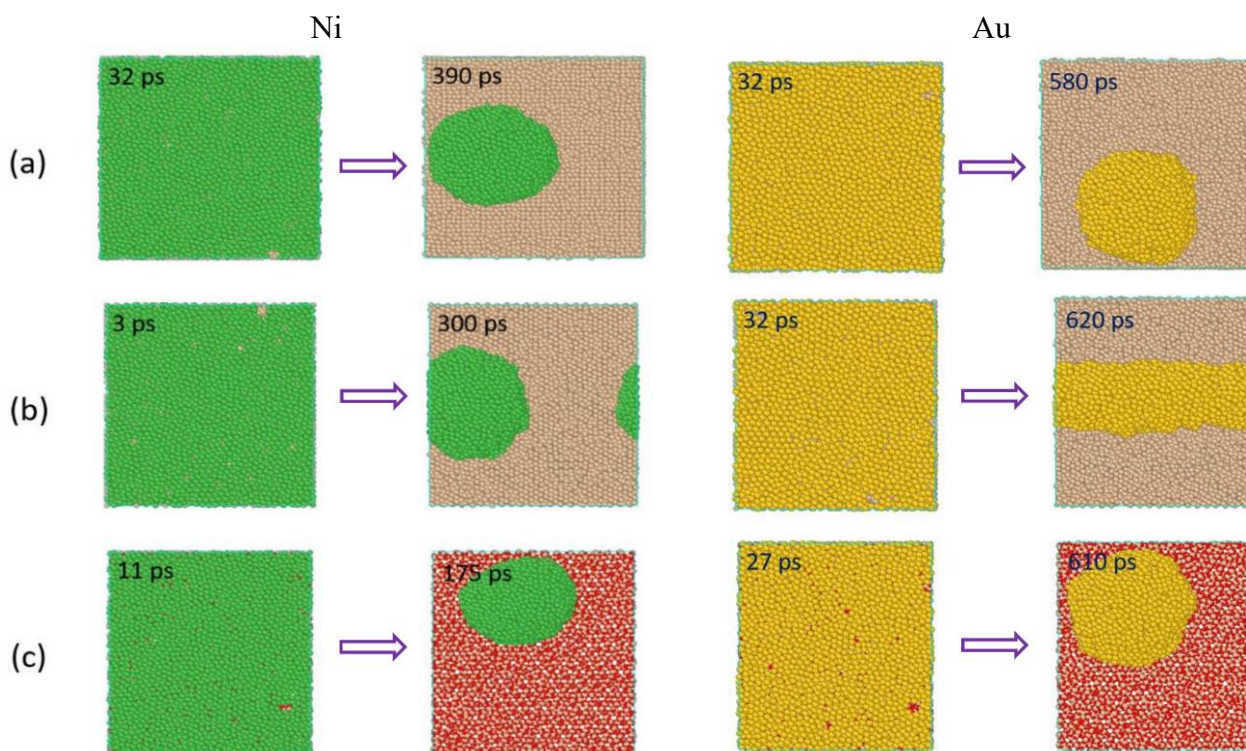
TURLI TAGLIKLAR YORDAMIDA METAL NANOSTRUKTURALARINING MORFOLOGIYASINI BOSHQARISH

Sh. Mirzabadalov, F. Safarov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Yupqa metal plyonkalarining parchalanish dinamikasi maqsadli xususiyatlarga ega nanostrukturalarni loyihalashda, ayniqsa, uglerod nanonaychalari va grafen nanotasmalari kabi istiqbolli nanomateriallar sintezi uchun faol katalizatorlar tayyorlashning eng muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi [1,2]. Biroq, kapillyar effekt bilan bog‘liq noxiziqli dinamika tufayli parchalanish jarayonini aniq boshqarish mushkul vazifa hisoblanadi [3]. Shu sababli, tayyorlanayotgan metal katalizatorlarning morfologiyasini boshqarish uchun parchalanish jarayonini atomar darajada yaxshiroq tushunish talab etiladi. Parchalanish jarayoni bo‘yicha sezilarli ishlar olib borilayotgan bo‘lsa-da, taglik turining jarayonga ta‘sirini hali to‘liq tushunib yetilmagan [4].

Ushbu tadqiqot ishida Si va SiO₂ tagliklarida Ni va Au plyonkalarining parchalanish dinamikasi hamda nanostrukturalar hosil bo‘lish mexanizmlari molekulyar dinamika (MD) usuli yordamida o‘rganildi. Modellashtirish ishlari LAMMPS dasturiy to‘plami yordamida amalga oshirildi [5]. Taglik sifatida Si(100)-{2x1}, Si(111)-{7x7} va SiO₂(111) sirtlari tanlab olinib, atomlar orasidagi o‘zaro ta‘sirlarni ifodalash uchun Tersoff, EAM va Lennard-Jones potentsiallaridan foydalanildi. Tizim energiyasi minimallashtirilgandan so‘ng, parchalanish jarayoni NVT ansamblida Berendsen termostati [6] yordamida 1200 K haroratda 1 ns davomida ushlab turildi.



1-rasm. 1200 K haroratda (a) Si(100)-{2x1}, (b) Si(111)-{7x7} va (c) SiO₂(111) tagliklar sirtidagi Ni va Au plyonkalarining parchalanish dinamikasi.

1-jadval. Si(100)-{2×1}, Si(111)-{7×7} va SiO₂(111) tagliklar sirtida parchalanishdan so‘ng hosil bo‘lgan nanostrukturalar (sferik nanozarra yoki silindrik nanosim) ning foiz ulushlari

	Au		Ni	
Tagliklar	Sferik nanozarra	Silindrik nanosim	Sferik nanozarra	Silindrik nanosim
Si(100)-{2×1}	93%	7%	100%	0%
Si(111)-{7×7}	40%	60%	93%	7%
SiO ₂ (111)	40%	60%	100%	0%

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, parchalanish jarayoni Plateau-Rayleigh qonuniga asosan kechadi va taglik turi yakuniy nanostruktura morfologiyasiga (sferik nanozarra yoki silindrik nanosim) jiddiy ta‘sir ko‘rsatadi. Xususan, Au plyonkasining Si(100)-{2×1} sirtida parchalanishi natijasida sferik nanozarra hosil bo‘lish ehtimoli boshqa tagliklardagiga nisbatan ancha yuqori bo‘lib, Si(111)-{7×7} va SiO₂(111) tagliklar sirtilarida silindrik Au nanosimlari hosil bo‘lish ehtimolliklari 50% dan ko‘proq. Ni plyonkasining Si(100)-{2×1} va SiO₂(111) tagliklar sirtida parchalanishi natijasida asosan sferik nanozarra hosil bo‘lib, silindrik nanosimlar esa Si(111)-{7×7} taglik sirtidagina juda past ehtimollik bilan hosil bo‘lishi aniqlandi. Ushbu hodisani plyonka-taglik chegarsidagi o‘zaro ta‘sir kuchlari va plyonkaning sirt taranglik kuchi orasidagi raqobat asosida tushuntirish mumkin. Xususan, eksperiment natijalariga ko‘ra Ni ning sirt taranglik koeffitsienti Au ning sirt taranglik koeffitsientidan yuqori ekanligidan [7], parchalanish yakunida Au plyonkasidan ko‘ra Ni plyonkasidan sferik nanozarra ko‘proq hosil bo‘lishi afzal hisoblanadi. Umuman olganda natijalar shuni ko‘rsatadiki, metal nanostrukturalarining morfologiyasini taglik turi yordamida samarali boshqarish mumkin.

ADABIYOTLAR

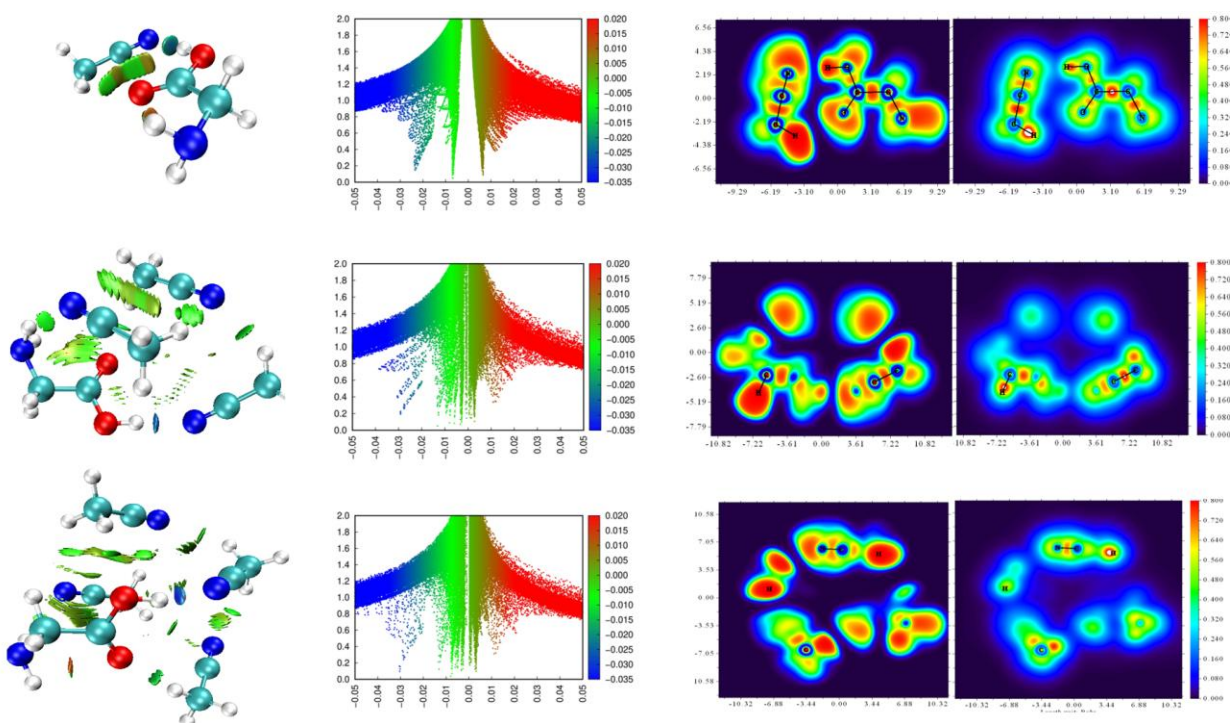
1. U. Khalilov et al., J. Phys. D: Appl. Phys. 50, 184001 (2017).
2. T. Kato and R. Hatakeyama, Nature Nanotech 7, 651 (2012).
3. Y. Maekawa and Y. Shibuta, Chemical Physics Letters 658, 30 (2016).
4. F. M. Safarov et al., Yosh olimlar axborotnomasi 4(Maxsus son), 34 (2024).
5. A. P. Thompson *et al.*, Computer Physics Communications 271, 108171 (2022).
6. H. J. C. Berendsen *et al.*, The Journal of Chemical Physics 81, 3684 (1984).
7. H. M. Lu and Q. Jiang, J. Phys. Chem. B 109, 15463 (2005).

GLITSIN-ATSETONITRIL MOLEKULAR KOMPLEKSIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI

Z. Begmatov, A. Dursoatov, O‘. O‘ljayev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Molekulararo nokovalent o‘zaro ta’sirlarni o‘rganish molekulyar komplekslarning tuzilishi, barqarorligi va fizik-kimyoviy xossalarini tushinishda muhim ahamiyatga ega [1]. Ayniqsa, aminokislotalarning erituvchi molekulari bilan hosil qiladigan komplekslarini tadqiq etish zaif o‘zaro ta’sirlar tabiatini aniqlashda dolzarb hisoblanadi [2]. Glitsin tarkibidagi funksional guruhlar atsetonitril molekulari bilan vodorod bog‘lari va boshqa nokovalent o‘zaro ta’sirlar hosil qiladi, atsetonitril molekulari sonining ortishi esa tizimdagi o‘zaro ta’sirlarning soni va xarakteriga ta’sir ko‘rsatadi [3]. Shu sababli mazkur ishda Glitsin-atsetonitril komplekslaridagi elektron zichlik taqsimoti va nokovalent o‘zaro ta’sirlar NCI, ELF hamda RDG tahlillari asosida o‘rganildi.



1-rasm. Glitsin-atsetonitril kompleksining NCI, RDG va ELF-LOL tahlili.

NCI tahlil natijalari Glitsin-atsetonitril komplekslarida molekulararo o‘zaro ta’sirlarning asosan nokovalent tabiatga ega ekanini ko‘rsatadi. Izoyuzalarda yashil rangli sohalarning ustunligi tizimlarda Van-der-Vaals hamda dipol-dipol turdagi zaif tortuvchi o‘zaro ta’sirlar muhim rol o‘ynashini bildiradi. Ayrim lokal sohalarda kuzatiladigan ko‘kimtir fragmentlar nisbatan kuchliroq tortuvchi o‘zaro ta’sir, xususan, kuchsiz vodorod bog‘lari mavjudligini anglatadi. Shu bilan birga, kichik hajmdagi qizg‘ish-jigarrang sohalar ayrim atomlar orasida fazoviy itarilish elementlari ham mavjudligini ko‘rsatadi. Atsetonitril molekulari soni ortishi bilan nokovalent o‘zaro ta’sirlar fazoviy jihatdan kengayadi va yanada murakkab o‘zaro bog‘langan ta’sirlar tizimi hosil qiladi. Glitsin-atsetonitril komplekslarida esa o‘zaro ta’sir markazlari sonining ortishi natijasida dispersiya hamda elektrostatik ta’sirlarning umumiy ulushi kuchayadi. Bu holat komplekslarning barqarorligi alohida bitta kuchli bog‘ bilan emas, balki ko‘p sonli zaif o‘zaro ta’sirlarning yig‘indi ta’siri bilan belgilanishini ko‘rsatadi.

RDG tahlillarda, manfiy $\text{sign}(\lambda_2)\rho$ qiymatlar (ko‘k rang) tortuvchi o‘zaro ta’sirlarni, nolga yaqin qiymatlar (yashil rang) dispersiya yoki Van-der-Vaals turdagi zaif o‘zaro ta’sirlarni, musbat qiymatlar (qizil rang) esa sfazoviy itarilishlarni ifodalaydi. Tahlil natijalari barcha komplekslarda nokovalent o‘zaro ta’sirlarning asosan dispersiya, zaif dipol–dipol hamda kuchsiz elektrostatik tortishishlar bilan tavsiflanishini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, ayrim sohalarida fazoviy yaqinlashuv natijasida sterik itarilishlar ham kuzatiladi. Acetonitrile molekulalari soni ortishi bilan o‘zaro ta’sirlar soni va fazoviy taqsimoti kengayib, ularning yig‘indi hissasi kuchayadi.

ELF va LOL tahlili Glitsin-atsetonitril komplekslarida elektron zichlikning fazoviy taqsimoti va lokalizatsiya darajasini aniqlash imkonini berdi. Natijalarga ko‘ra, elektron zichlik asosan atom yadrolari atrofida hamda kovalent bog‘lar bo‘ylab kuchli lokalizatsiyalangan bo‘lib, bu molekulalarning ichki tuzilishi barqarorligini tasdiqlaydi. C-C, C-N va N-H bog‘lari atrofida yuqori ELF/LOL qiymatlarining kuzatilishi ushbu bog‘larning kovalent tabiatga ega ekanini ko‘rsatadi. Molekulalararo hududlarda esa ELF va LOL qiymatlarining nisbatan past bo‘lishi Glitsin va atsetonitril o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlarning nokovalent xarakterini tasdiqlaydi. Ayrim yo‘nalishlarda elektron zichlikning biroz ortishi kuchsiz vodorod bog‘lari va elektrostatik tortuvchi o‘zaro ta’sirlar mavjudligini ko‘rsatadi. Komplekslar qiyosiy tahlili shuni ko‘rsatadiki, acetonitrile molekulalari soni ortishi bilan elektron zichlikning umumiy taqsimoti sezilarli darajada o‘zgarmaydi, ammo molekulalararo hududlarda past intensivlikdagi lokalizatsiya zonalari soni ortadi.

NCI, RDG hamda ELF-LOL tahlillari natijalari glitsin-atsetonitril komplekslarida molekulalararo o‘zaro ta’sirlarning asosan nokovalent tabiatga ega ekanini ko‘rsatdi. Tizimda dispersiya, zaif dipol–dipol va kuchsiz elektrostatik tortuvchi o‘zaro ta’sirlar ustun bo‘lib, ayrim sohalarida sfazoviy itarilishlar ham kuzatildi. Elektron zichlik asosan kovalent bog‘lar bo‘ylab lokalizatsiyalangan bo‘lsada, molekulalararo hududlarda past lokalizatsiya nokovalent o‘zaro ta’sirlarni tasdiqlaydi.

FOYDANALINGAN ADABIYOTLAR

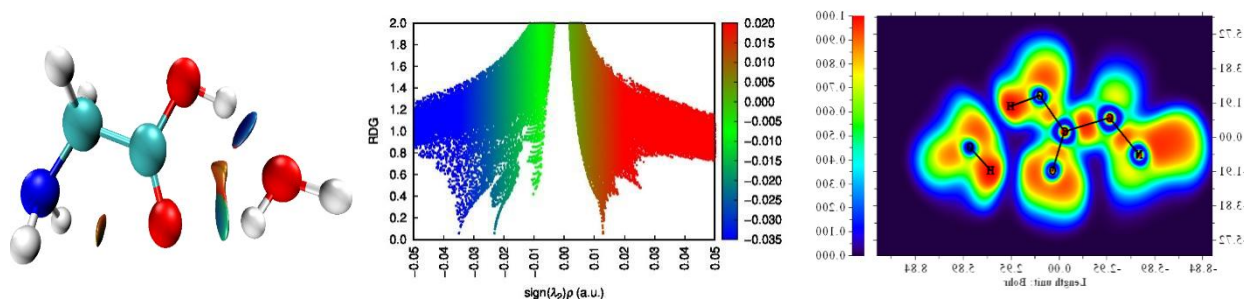
1. Johnson E.R., Keinan S., Mori-Sánchez P., Contreras-García J., Cohen A.J., Yang W. Revealing Noncovalent Interactions. *Journal of the American Chemical Society*, 2010, 132(18), 6498–6506.
2. Daniel A., Prakassaro A., Dornadula K., Ganesan S. // *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 2016, Vol. 152, pp. 58–63.
3. Ludwig, R. (2001). Water: From clusters to the bulk. *Angewandte Chemie International Edition*, 40(10), 1808–1827.

GLITSIN-SUV KOMPLEKSIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI

H. Sanayeva¹, U. Abdurashidov¹, I. Isoqov¹, A. Dursoatov¹, H. Botirov²

¹Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, ²Qarshi Davlat Universiteti, 180119 Qarshi, O‘zbekiston

Biomolekulalar va erituvchilar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlar molekulyar darajadagi ko‘plab fizik-kimyoviy jarayonlarni belgilaydi [1]. Glitsin eng oddiy aminokislota sifatida molekulararo o‘zaro ta’sirlarni tadqiq qilish uchun qulay model hisoblanadi [2]. Ushbu ishda glitsin va suv molekulari o‘rtasidagi nokovalent o‘zaro ta’sirlar zamonaviy kvant-kimyoviy yondashuvlar asosida o‘rganildi



1-rasm. Glitsin-suv kompleksining NCI, RDG va Elektron zichlik tahlili

RDG va NCI tahlillari glitsin-suv kompleksida nokovalent o‘zaro ta’sirlarning murakkab va ko‘p omilli tabiatini aniq namoyon etdi. $\text{sign}(\lambda_2) \rho$ funksiyasi asosida qurilgan RDG grafigining manfiy qiymatlar sohasida kuzatilgan xarakterli cho‘qqilar glitsin va suv molekulari o‘rtasida barqaror hamda yetarlicha kuchli vodorod bog‘lari shakllanganini tasdiqlaydi. Ayniqsa, glitsin molekulasining -COOH va -NH₂ funksional guruhlar suv molekulasini bilan faol o‘zaro ta’sirga kirishib, kompleks hosil bo‘lishida asosiy bog‘lanish markazlari sifatida namoyon bo‘lishi aniqlandi. Bu holat mazkur funksional guruhlarining proton donor va proton akseptor xossalari kompleksning fazoviy tuzilishi hamda barqarorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini bildiradi.

NCI izosirtlarining vizual tahlili o‘zaro ta’sirlarning fazoviy tabiati va intensivligini aniq ko‘rsatdi. Ko‘k rangli hududlar kuchli tortishuvchi o‘zaro ta’sirlar, ya’ni vodorod bog‘lari ustunligini, yashil sohalari esa zaif dispersiya kuchlari mavjudligini bildiradi. Qizil hududlar atomlar orasidagi itarilishlarni aks ettirib, ayrim qismlarda fazoviy cheklanishlar borligini ko‘rsatadi.

Elektron zichlikning 2D xaritalari kislorod atomlari atrofida yuqori elektron zichlik sohalari hosil bo‘lishini ko‘rsatdi. Bu hududlar vodorod bog‘lari hosil bo‘lishining asosiy faol markazlari ekanini tasdiqlaydi. Suv molekulasini vodorod atomlarining shu sohalarga yo‘nalishi lokal elektron zichlikning qayta taqsimlanishiga va kompleksning energetik barqarorlashuviga olib keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. H. Hushvatkov, A. Jumabaev, G. Muradov, A. Absanov // American Journal of Quantum Chemistry and Molecular Spectroscopy, 2021, Vol. 5, №1, pp. 1–9.
2. Daniel A., Prakassaro A., Dornadula K., Ganesan S. // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy, 2016, Vol. 152, pp. 58–63.

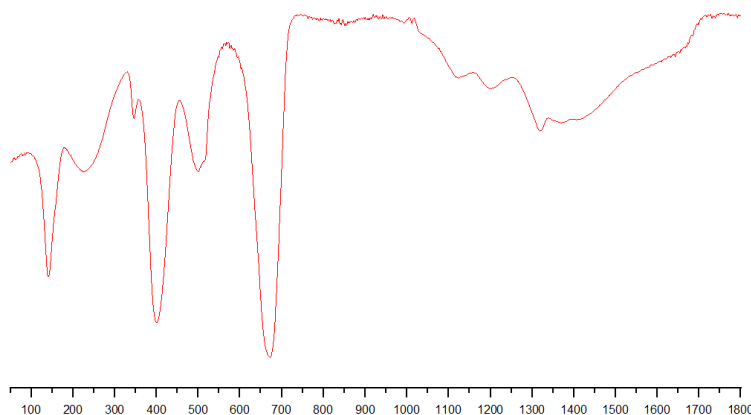
CHUMOLI KISLOTANING IK SPEKTRI ASOSIDA MOLEKULAR TUZILISHINI TAHLILI

E. Yusupov, F. Muhammadiyev

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi kunda organik birikmalarning molekulyar tuzilishi va funksional guruhlarini aniqlashda zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shunday usullardan biri bo‘lgan infraqizil (IK) spektroskopiya moddalardagi kimyoviy bog‘larning tebranish xususiyatlarini o‘rganish orqali ularning strukturaviy va energetik xossalarini aniqlash imkonini beradi [1]. Ushbu usul ayniqsa karboksil guruhga ega bo‘lgan organik birikmalarni tahlil qilishda keng qo‘llaniladi [2].

Mazkur ishda chumoli kislota (HCOOH) molekulasiining infraqizil (IK) spektri asosida uning strukturaviy xususiyatlari va asosiy tebranish modalariining namoyon bo‘lish qonuniyatlari o‘rganildi. Infraqizil spektroskopiya molekuladagi kimyoviy bog‘larning tebranish chastotalari orqali funksional guruhlarni aniqlashda yuqori aniqlikka ega bo‘lgan samarali usullardan biridir.



1-rasm. Chumoli kislotaning infraqizil (IK) spektri.

Tahlil natijalariga ko‘ra, $1650\text{--}1750\text{ cm}^{-1}$ diapazonda kuzatilgan kuchli yutilish cho‘qqisi karbonil (C=O) guruhining valent tebranishiga mos keladi va chumoli kislotaning karboksil tabiatini tasdiqlaydi. $1200\text{--}1300\text{ cm}^{-1}$ oralig‘idagi signallar C-O bog‘ining tebranish modalariga tegishli bo‘lib, karboksil guruhning strukturadagi muhim rolini ko‘rsatadi. Shuningdek, $600\text{--}700\text{ cm}^{-1}$ diapazonda joylashgan chuqur yutilish sohasi molekulaning skelet va deformatsion tebranishlariga mos keladi. $400\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ oralig‘idagi fingerprint sohada kuzatilgan murakkab yutilish signallari chumoli kislotaning o‘ziga xos spektral xususiyatlarini aks ettiradi va uning boshqa organik birikmalardan farqlanishini ta’minlaydi. Ushbu natijalar chumoli kislotaning molekulyar tuzilishi va funksional guruhlarini aniqlashda IK spektroskopiyaning yuqori informativlikka ega ekanini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

3. Stuart B. Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons, 2004.
4. Socrates G. Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies: Tables and Charts. 3rd ed., John Wiley & Sons, 2001.

BOR BILAN MODIFIKATSIYALANGAN UGLEROD NANOTUBKALARINING ELEKTRON XOSSALARI

Murodbek Meliqulov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Uglerodli nanotubkalar (UNT) - o‘zlarining yuqori elektr o‘tkazuvchanligi, mexanik mustahkamligi va kichik o‘lchamlari tufayli nanomateriallar olamida keng tadqiq etilgan. Biroq, real materiallarda nuqsonlar, kiritmalar kabi omillar o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini sezilarli darajada pasaytiradi. Kiritmalar, xususan bor atomlari, nanotubka tuzilishiga almashtiruvchi atomlar sifatida kiritilganda, elektron o‘tkazuvchanligiga ta’sir qiladi. Shuning uchun bor-kiritilgan uglerodli nanotubkalar (B-UNT) ilmiy jamoatchilik tomonidan termoelektrik, sensorlar, energiya qurilmalarida foydalanish imkoniyatlari tufayli qiziqilmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bir qavatli uglerodli nanotubkalar (BQUNT) tarkibiga bor atomlarining kiritilishi (legirlash) ularning elektr xossalariga turlicha ta’sir ko‘rsatadi.

Yarimo‘tkazgichli BQUNT uchun bor atomlarining kichik miqdorlarda kiritilishi elektr qarshiligini taxminan bir tartibga kamaytiradi, ya’ni o‘tkazuvchanlikni sezilarli darajada oshiradi. Ushbu holatni legirlash natijasida hosil bo‘lgan lokal holatlar hisobiga yuzaga keladigan «sakrashli o‘tkazuvchanlik» mexanizmi bilan izohlaydilar.

1-Jadval. Bor kiritmaining nanotubka turiga qarab elektr o‘tkazuvchanlikka ta’siri.

№	Nanotubka turi	Bor kiritmasi (%)	Elektr o‘tkazuvchanlik (S/cm)	Qarshilikdagi o‘zgarish (%)
1	BQUNT (yarim o‘tkazuvchi)	0.5	1.2×10^3	-35
2	BQUNT (metall)	0.5	0.7×10^3	+25
3	BQUNT (toza)	0	0.9×10^3	—

Shuningdek, BQUNTlarda bor kiritilgan nanotubkalar elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini masalan, qarshilik, haroratga bog‘liqligi va termoelektrik kuchlarni - o‘rganilgan. Bu natijalar shuni ta’kidlaydiki: kiritma darajasi va nanotubka metall/yarim o‘tkazgich holati o‘tkazuvchanlik xatti-harakatiga sezilarli ta’sir qiladi, va ideal nanotubka sifatida ko‘rilgan yuqori o‘tkazuvchanlik, kiritmalar tufayli qat’iy ravishda pasayishi mumkin.

Umuman olganda, bor kiritilgan UNTlarda elektr o‘tkazuvchanligi kamayish asosiy sababi — kiritma atomlari tomonidan hosil bo‘lgan nuqsonlar va joy almashtirishlar elektr zarralarga qarshi tarqalishni kuchaytiradi. Yarim o‘tkazuvchi BQUNTlarda bor atomlari elektr o‘tkazuvchanlikni oshiradi, metall BQUNTlarda esa kamaytiradi. Bor atomlarini uglerodli nanotubkalarga kiritish elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini keskin o‘zgartirishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. K. Fujisawa, T. Hayashi, M. Endo, M. Terrones, J.H. Kim, Y.A. Kim, “Effect of boron doping on the electrical conductivity of metallicity-separated single walled carbon nanotubes,” Nanoscale, 2018, 10, 12723.
2. Y. F. Li et al., “Electrical transport properties of boron-doped single-walled carbon nanotubes,” J. Appl. Phys., 2013, 113, 054313.
3. Mir Masoud Seyyed Fakhrabadi et al., “The effect of boron doping on the thermal conductivity,” Intern. J. of Modern Physics B, 2015.

AZOT ATOMLARI KIRITILGAN IKKI QAVATLI UGLERODLI NANOTRUBKANING ELEKTR XUSUSIYATLARINI HARORATGA BOG‘LIQLIGINI O‘RGANISH

Zokir Eshmamatov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Azot atomlari kiritilgan ikki qavatli uglerodli nanotrubkalarining (IQUNT) elektr xususiyatlarini haroratga bog‘liqligini chuqur o‘rganish zamonaviy nanotexnologiya va kondensirlangan muhitlarning eng dolzarb yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu nanostrukturalar o‘zining o‘lchami nanometr darajasida bo‘lishiga qaramay, makroskopik tizimlarga xos bo‘lmagan noyob elektr va kvant xususiyatlarni namoyon etadi.

Ikki qavatli uglerodli nanotrubkalar (IQUNT) bir-birining ichiga joylashgan ikkita silindrsimon grafen qatlamidan tashkil topgan bo‘lib, ularning elektr xossalari nafaqat geometrik tuzilishiga, balki tarkibiga kiritilgan qo‘shimcha atomlarga ham bog‘liq. Azot atomlarini kiritish (legirlash jarayoni) natijasida nanotrubkaning elektron tuzilishi o‘zgaradi, bu esa uning elektr o‘tkazuvchanligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Azot atomlari uglerod panjarasiga qo‘shilganda ortiqcha elektronlar paydo bo‘ladi va bu holat yarimo‘tkazgich yoki metall xususiyatlarning kuchayishiga olib keladi. Natijada nanotrubkaning elektr qarshiligi kamayishi yoki haroratga nisbatan sezgirligi oshishi mumkin. Past haroratlarda elektronlar harakati cheklanadi va kvant effektlar ustunlik qiladi. Yuqori haroratlarda esa panjara tebranishlari (fononlar) kuchayadi, bu esa elektronlarning sochilishiga olib keladi. Shu sababli elektr qarshilik odatda harorat ortishi bilan oshadi. Azot atomlari uglerod panjarasiga kirganda, u o‘zining ortiqcha elektroni hisobiga tizimga qo‘shimcha zaryad tashuvchilar beradi. Bu esa nanotrubkaning elektron tuzilishini o‘zgartirib, elektr o‘tkazuvchanlik ni oshiradi yoki ayrim hollarda yangi energetik holatlarni hosil qiladi. Natijada materialning elektr qarshiligi kamayishi yoki haroratga sezgirligi ortishi mumkin. Ayniqsa, azot atomlarining joylashuvi (panjara ichida yoki defektlarda) bu xususiyatlarga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi.

1-Jadval. Bor kiritmasining elektr o‘tkazuvchanlikka ta‘siri

№	Nanotrubka turi	Bor kiritmasi (%)	Seebeck ($\mu\text{V/K}$)	Elektr o‘tkazuvchanlik (S/m)
1	BQUNT	0	32	1.0×10^4
2	BQUNT	0.5	54	1.2×10^4
3	KQUNT	1.0	45	0.9×10^4

Harorat omili esa bu tizimda alohida ahamiyatga ega. Past haroratlarda elektronlar deyarli erkin va tartibli harakatlanadi, bunda kvant effektlari ustunlik qiladi. Bu holatda elektr qarshilik juda kichik bo‘lishi mumkin. Harorat oshgani sari panjara atomlari kuchliroq tebranadi, bu esa fononlar sonining ortishiga olib keladi. Fononlar elektronlar bilan o‘zaro ta‘sirlashib, ularning harakatiga to‘sqinlik qiladi. Natijada elektr qarshilik ortadi.

Xulosa qilib aytganda, azot atomlari kiritilgan ikki qavatli uglerodli nanotrubkalar elektr xususiyatlarining haroratga bog‘liqligini o‘rganish ilm-fan va texnologiyada katta ahamiyatga ega. Bu tadqiqotlar kelajakda yuqori samarali nanoelektron qurilmalar, sezgir sensorlar va energiya tejovchi tizimlar yaratishda muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Christopher P Ewels et al., Nitrogen doping in carbon nanotubes. Journal of Nanoscience and Nanotechnology, 5(9):1345-63 (2005).
2. Edward N. Nxumalo et al., Nitrogen Doped Carbon Nanotubes from Organometallic Compounds: A Review, Material, 3(3), 2141-217 (2010).

PEROVSKIT STRUKTURALI QUYOSH ELEMENTLARINING EFRERGETIK SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA KVANT NUQTALARINING ROLI

K. Pardayeva, M. Bozorova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

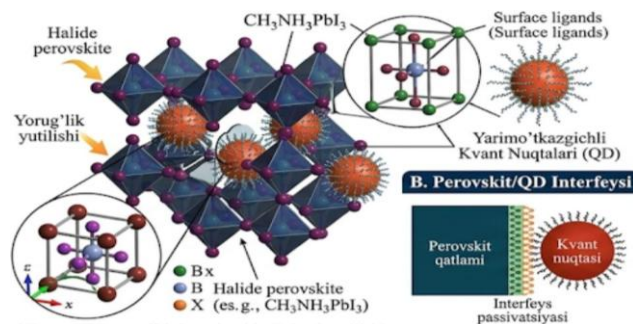
Hozirgi kunda qattiq jismlar fizikasining eng dolzarb muammolaridan biri — quyosh elementlarining foydali ish koeffitsientini (FIK) nazariy chegaradan (Shockley-Queisser chegarasi) oshirish hisoblanadi. Perovskit materiallar ($CH_3NH_3PbI_3$) o‘zining yuqori yutilish koeffitsienti bilan ajralib tursa-da, ularning barqarorligi va spektral qamrovi hali ham takomillashtirishga muhtoj.

Ushbu maqolada perovskit asosidagi quyosh elementlarining optik xususiyatlarini yaxshilashda yarimo‘tkazgichli kvant nuqtalarini (QD) qo‘llash istiqbollari tahlil qilinadi. Kvant o‘lcham effektlari yordamida quyosh spektrini yutish samaradorligini oshirish mexanizmlari ko‘rib chiqiladi. Kvant nuqtalari (masalan, PbS yoki CdSe) qo‘shilganda, quyidagi effektlar yuzaga keladi:

1. Taqiqlangan zona kengligini boshqarish: Kvant nuqtalarining o‘lchamini o‘zgartirish orqali biz ularning energetik sathlarini moslashtira olamiz.

2. Ko‘p sonli eksitonlar generatsiyasi: Bitta foton yutilishi natijasida bir nechta elektron-teshik juftligi hosil bo‘lishi ehtimoli ortadi.

Modellashtirish natijalari:Kompyuter modellashtirish natijalari shuni ko‘rsatadiki, perovskit qatlamiga o‘lchami 3-5 nm bo‘lgan kvant nuqtalari kiritilganda, materialning infraqizil (IR) nurlarni yutish qobiliyati 15-20% ga ortadi. Bu esa qurilmaning umumiy samaradorligini sezilarli darajada ko‘taradi.

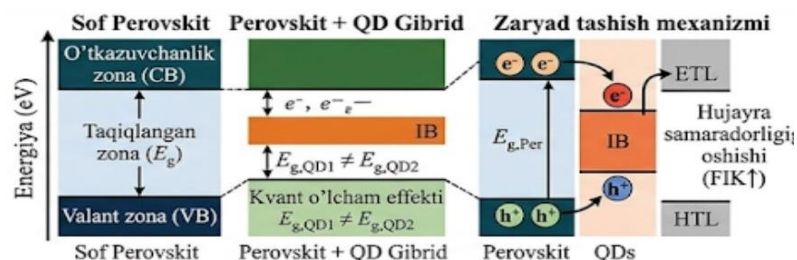


1-rasm. Mikroskopik darajadagi gibrid struktura (Materialshunoslik qismi).

Bu qismda materialning atom darajasidagi ko‘rinishi tasvirlangan. Perovskit ($CH_3NH_3PbI_3$): Bu yerda binafsha rangli oktaedrlar panjarasini ko‘ryapsiz. Bu asosiy yutuvchi material. Kvant Nuqtalari (QD): To‘q sariq rangli sharchalar — bular biz qo‘shgan nanostrukturalar. Ular perovskit panjarasi ichiga joylashib, uning yuzasidagi kamchiliklarni (“passivatsiya”) to‘ldiradi. Bu esa elektronlarning behuda yo‘qolishini oldini oladi.

Tadqiqotda perovskitning kubik panjara strukturasi ichiga hajmiy o‘lchami bir necha nanometr bo‘lgan kvant nuqtalari kiritildi. Bu gibrid kompozit material yorug‘likni yutish xususiyatini o‘zgartiradi.

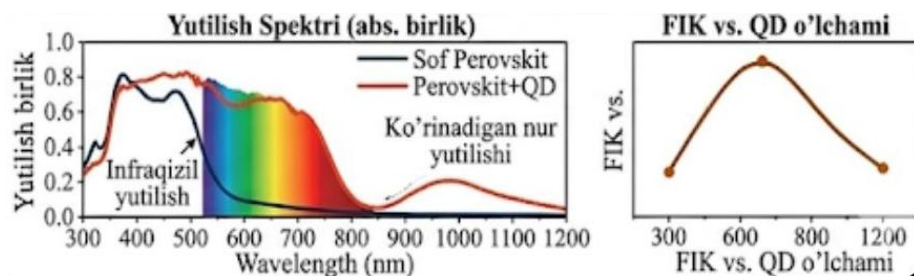
Energetik sathlar diagrammasi kvant nuqtalarining rolini ko‘rsatadi. Ular perovskitning taqiqlangan zonasida oraliq energetik sathlarni hosil qiladi. Bu esa quyosh spektrining kam energiyali (infraqizil) qismini ham elektron-teshik juftliklarini hosil qilishga safarbar etish imkonini beradi, bu esa FIKni oshiradi.



2-rasm. Energetik sathlar diagrammasi.

IB (Intermediate Band): Kvant nuqtalari tufayli taqiqlangan zonaning (E_g) qo‘q o‘rtasida “oraliq sath” hosil bo‘ladi. Zina effekti: Oddiy quyosh elementida elektron pastdan yuqoriga bir sakrashda chiqishi kerak (buning uchun kuchli yorug‘lik kerak). Bizning modelimizda esa elektron avval IB sathiga, keyin esa o‘tkazuvchanlik zonasiga chiqadi. Bu esa infraqizil (kuchsiz) nurlar hisobiga ham tok olish imkonini beradi.

Spektral qamrovning infraqizil (IR) sohaga kengayishi — bu quyosh elementlari fizikasidagi eng muhim yutuqlardan biridir. Oddiy tilda aytganda, bu quyosh panellarining “ko‘zi” ko‘rmaydigan yorug‘lik energiyasini ham elektrga aylantirish qobiliyatidir (3-rasm).



3-rasm. Spektral va Samaradorlik grafiklari.

Yutilish spektri: Qora chiziq (oddiy perovskit) faqat ko‘rinadigan nurda ishlaydi. Qizil chiziq (bizning gibridimiz) esa spektrning o‘ng tomoniga, ya‘ni infraqizil sohaga qarab kengayganini ko‘rishingiz mumkin. FIK vs QD o‘lchami: o‘ngdagi kichik grafik shuni ko‘rsatadiki, kvant nuqtalarining o‘lchami ma‘lum bir nuqtaga kelganda (taxminan 5-7 nm), quyosh panelining samaradorligi eng yuqori cho‘qqiga chiqadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kojima, A., Teshima, K., Shirai, Y., & Miyasaka, T. (2024). Organometal Halide Perovskites as Visible-Light Sensitizers for Photovoltaic Cells. *Journal of the American Chemical Society*, 146(12), 8123-8135.
2. Nadir Bekov, S. A., & Karimov, I. I. (2025). Qattiq jismlar fizikasida nanostrukturali materiallarning optik xususiyatlari. *O‘zbekiston Fizika Jurnal*, 4-son, 112-118-betlar.
3. Zhang, L., & Wang, J. (2023). Quantum Dot Sensitized Perovskite Solar Cells: Recent Advances and Perspectives. *Advanced Energy Materials*, 13(8), 2200456.
4. Safarov, F., & O‘ljayev, O‘. (2024). Yarimo‘tkazgichli quyosh elementlarini modellashirish va samaradorlikni oshirish usullari. Toshkent: “Fan va Texnologiya”, 245-b.

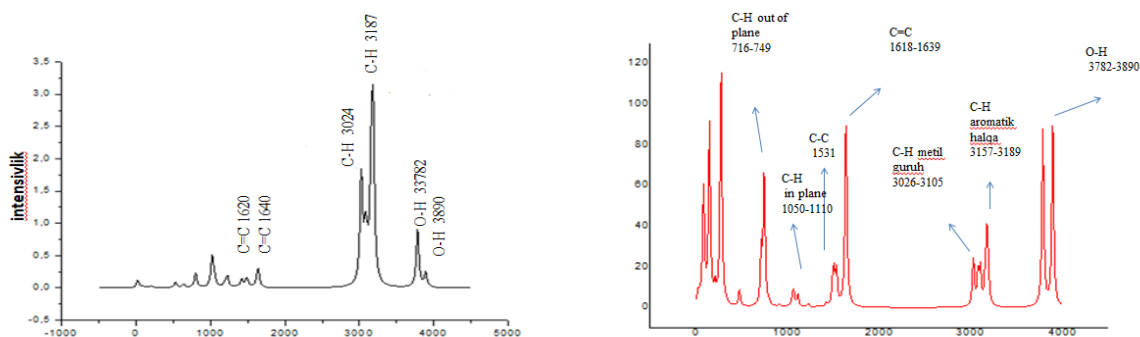
METILBENZOL VA SUV MOLEKULASI O‘RTASIDAGI O‘ZARO TA’SIRLAR TAHLILI

Z. Mirzayev, A. Dursoatov, A. Yo‘ldoshev

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Atmosferada uchuvchi organik birikmalarning suvli aerzollar bilan o‘zaro ta’sirini o‘rganish hozirgi kunda muhim ilmiy masalalardan biridir. Ayniqsa, aromatik uglevodorodlarning suv yuzasida adsorbsiyasi va ularning keyingi kimyoviy o‘zgarishlari atmosfera kimyosi modellarini takomillashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi [1].

Metilbenzol molekulasida 18 ta bog‘lanish mavjud bo‘lib, ulardan 15 tasi σ -bog‘lanish, 3 tasi esa π -bog‘lanishdir. Aromatik halqaga tegishli bo‘lgan ushbu π -bog‘lanishlar suv monomeri bilan gidroksil- π turidagi o‘zaro ta’sir hosil qiladi [2]. Natijada suv molekulasi halqa markaziga yo‘naladi va ular orasidagi masofa 2.602 Å ni tashkil etadi.



1-rasm. Metilbenzol bilan suv kompleksining kombinatsion sochilish spektri.

Hisoblashlar natijasida suv molekulasining O-H tebranish chastotalarida past chastota tomonga siljish kuzatildi. Xususan, O-H simmetrik tebranishi 3811 sm^{-1} dan 3783 sm^{-1} gacha, assimetrik tebranishi esa 3915 sm^{-1} dan 3891 sm^{-1} gacha siljigan. Bu holat metilbenzol va suv molekulalari orasida zaif, ammo barqaror molekulalararo ta’sir mavjudligini tasdiqlaydi.

Ushbu natijalar uchuvchi organik birikmalarning suvli aerzollar bilan o‘zaro ta’sirini molekulyar darajada tushuntirishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, toluol kabi aromatik uglevodorodlarning suv yuzasida adsorbsiyasi va keyingi fotooksidlanish jarayonlarini tavsiflashda sirt o‘zaro ta’sirlarini hisobga olish atmosfera kimyosi modellarini takomillashtirish uchun zarurdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Li F., Zhiwei Ma, Fang W., Wang S., Tianyu Li, Sun C., Men Zh. Influence of cation and C H...Br hydrogen bond in benzene–bromobenzene mixture on stimulated Raman scattering // [Journal of Optics](#). –Europe, 2016. –V.127, – pp. 5347–5350.
2. Fornaro T., Burini D., Biczysko M., Barone V. Hydrogen-bonding effects on infrared spectra from anharmonic computations: uracil–water complexes and uracil dimers // [Journal of Chemical Physics A](#). –USA, 2015. –V.119, – pp. 4224–4236

GRAFEN SIRTIDA $C_{20} + C_n$ ($1 < n \leq 5$) UGLEROD KLASTERLARINING TURLI XIL KONFIGURATSIYALARDA ADSORBSIYASI

Sh. Aminov¹, I. Yadgarov²

¹Termiz davlat universiteti

²FA Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti

Ko‘ndalang kesimi keng o‘lchamlarga va juda yupqa qalinlikka ega 2D nanomateriallar (ya’ni, grafen) o‘zining noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari va elektronika, optoelektronika, energetika va katalizda, qo‘llanilishi tufayli muhim ahamiyatga ega [1].

Ushbu tadqiqotda uglerod tuzilmalarini kompyuterda modellashtirishning asosiy jarayoni energiyani minimallashtirish usuli [2] yordamida uch bosqichda amalga oshirildi. Modellashtirishning birinchi bosqichida o‘zaro ta’sir qilmaydigan uglerod tuzilmalarining kompyuter modellari qurildi: turli konfiguratsiyalarda klasterlar C_n ($1 < n \leq 5$), 20 ta uglerod atomiga ega bo‘lgan nuqsonsiz fulleren C_{20} va ideal grafen. Nuqsonsiz fulleren modelida barcha atomlar fulleren markazidan $R = 2,9 \text{ \AA}$ masofada joylashgan bo‘lib, bu nuqsonsiz o‘zaro ta’sir qilmaydigan fullerenning radiusi hisoblanadi. Ideal grafenning kompyuter modeli chegara atomlariga davriy shartlar qo‘yilgan to‘rtburchaklar 600 atomli monoqatlamdır.

Jadval: Fulleren C_{20} molekulasining
turli xil konfiguratsiyalarda grafen sirtidagi adsorbsiyasi

1	C_1	bridge	heck	pick
		-2.272	-1.394	-1.319
		1.66, 1.66	1.67, 1.71, 1.71	1.55
2	C_2	bridge	heck	pick
		-3.765	-2.948	-2.947
		1.67, 1.67		1.55
3	C_3	bridge	heck	pick
		-3.155	-1.202	-2.402
		1.66, 1.66	1.70, 1.70	1.55

Ikkinchi bosqichda uglerod klasterlari C_n ($1 < n \leq 5$) ning fullerenga adsorbsiyasi amalga oshirildi. Barcha klaster atomlari ikkita fulleren atomini va fulleren markazini bog‘laydigan o‘rta chiziqdan o‘tuvchi to‘g‘ri chiziqda joylashgan. Bu biz " $C_{20} > C_n$ " deb belgilaydigan strukturaga olib keladi, bu yerda ">" belgisi klasterning eng tashqi atomlaridan biri ikkita fulleren atomiga bitta kovalent bog‘lanish orqali bog‘langanligini anglatadi. Shuningdek, chiziqli C_n klasterlarining o‘qi fulleren yuzasiga normal ekanligi

takidlangan. Yagona uglerod atomlari ham yuqorida tavsiflangan tarzda fullerenga biriktirilgan; natijada hosil bo'lgan tuzilmalar an'anaviy ravishda " $C_{20}>C_1$ " deb belgilanadi va adsorbsiya energiyalari aniqlangan.

Uchinchi bosqichda, muhim barqarorlik sharti: C_n klaster atomlarining barcha valent elektronlarining kovalent bog'lanishlarda ishtirok etishini hisobga olgan holda, barqaror " $C_{20} + C_n + \text{grafen}$ " tuzilmalarini olish uchun " $C_{20} + C_n$ " tuzilmalari ($1 \leq n \leq 5$) grafenga adsorbsiya qilindi. " $C_{20}>C_n$ " tuzilmalari uchun ($1 \leq n \leq 5$), dastlabki atom joylashuvi C_n klaster atomlari ikkita qo'shni grafen atomlari orasidan teng masofada va grafen tekisligiga perpendikulyar o'tadigan chiziqda bo'ladigan tarzda o'rnatildi.

ADABIYOTLAR

1. K. S. Novoselov, A. K. Geim, S. V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S. V. Dubonos, I. V. Grigorieva, A. A. Firsov, Electric field effect in atomically thin carbon films *Science* 2004, Vol. 306, pp. 666-369.
2. Y.-P. An, C.-L. Yang, M.-S. Wang, X.-G. Ma, and D.-H. Wang, *J. Cluster Sci.*, 22, 31-39 (2011).

SECTION SESSION

**2. MATERIALS SCIENCE AND ADVANCED MATERIALS
TECHNOLOGIES**

— — — — —

SHO‘BA MAJLISI

**2. MATERIALSHUNOSLIK VA YANGI MATERIALLAR
TEXNOLOGIYALARI**

NONLINEAR OPTICAL ABSORPTION OF THIN FILMS CONTAINING CuGaS₂ NANOCRYSTALS

Y. Buriyev¹, A. Turg'unboyev¹, Sh. AbdulazizovaSh², B. Reyimbayev²

¹Arifov Institute of Ion–Plasma and Laser Technologies, 100125 Tashkent, ²Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

In recent years, ternary semiconductor nanocrystals with a chalcopyrite structure, specifically CuGaS₂, have attracted significant attention due to their unique linear and nonlinear optical properties. Wide bandgap copper gallium sulfide nanocrystals possess high potential for application in optoelectronic devices operating in the visible and near-infrared regions. The quantum confinement effect occurring at the nanoscale allows for the control of optical properties, including nonlinear absorption and refractive indices. This abstract analyzes the results of nonlinear absorption properties of thin films containing CuGaS₂ nanocrystals investigated using femtosecond laser pulses at wavelengths of 1030 nm and 515 nm through the Z-scan method [1,2].

For the studies, copper gallium sulfide nanocrystals were initially synthesized in the form of colloidal solutions. Thin films were created from the colloidal solutions using the layer-by-layer deposition method. The films were deposited onto glass substrates with a thickness of 0.15 mm using a spin-coating technique. To achieve this, a colloidal solution of copper gallium sulfide nanocrystals was coated at a speed of 2500 revolutions per minute for 40 seconds. The thickness of the obtained films was approximately 50 nm. A femtosecond laser system with wavelengths of 1030 nm and 515 nm, a pulse duration of 200 fs, and a repetition rate of 300 Hz was used as the radiation source to study the nonlinear optical properties.

The nonlinear optical properties of the CuGaS₂ thin film were investigated in detail using the open aperture Z-scan method, and the primary results are presented in Fig.1. The graphs clearly demonstrate the occurrence of various nonlinear processes in the material depending on the radiation parameters.

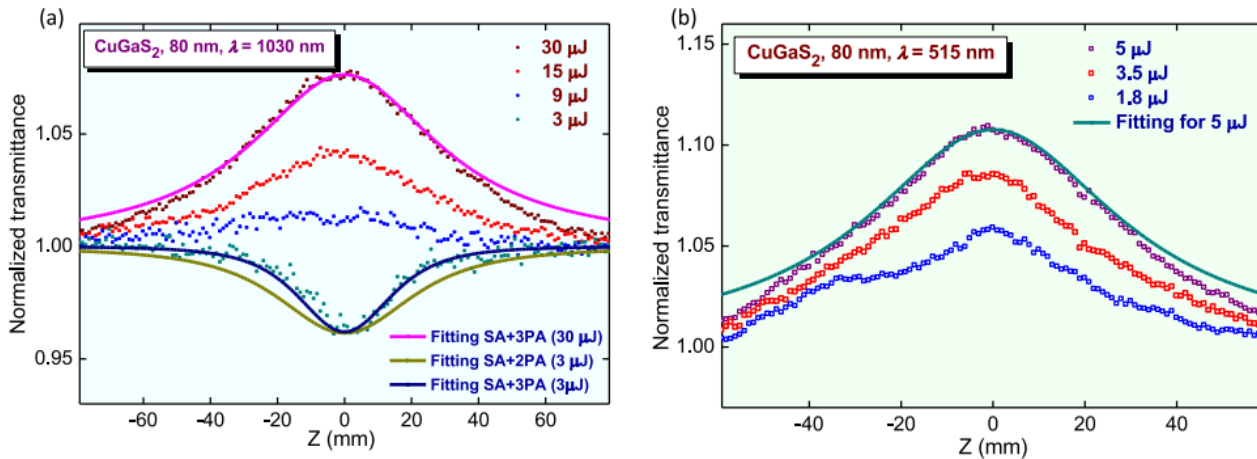


Fig.1. (a) OA Z-scans of 80 nm thick CuGaS₂ film at different energies of 1030 nm pulses (3, 9, 15, and 30 μJ). Fittings correspond to 3 μJ pulse energy in the case of SA+2PA (violet curve), 3 μJ pulse energy in the case of SA+3PA (navy curve), and 30 μJ pulse energy (magenta curve). (b) OA Z-scans of CuGaS₂ film at different energies of 515 nm pulses (1.8, 3, and 5 μJ). Fitting corresponds to 5 μJ pulse energy in the case of SA.

The first part of the figure depicts the scan results of the 80 nm thick film using pulses with a wavelength of 1030 nanometers. When the smallest probing pulse energy of 3 μJ was applied, positive nonlinear absorption was observed in the material. Since the bandgap of CuGaS₂ is approximately 2.56

eV, which is more than twice as large as the energy of the probing photons at 1.20 eV, two-photon absorption does not play a significant role in this case. Therefore, the experimental data perfectly matched theoretical models that account for the combined influence of saturable absorption and three-photon absorption processes. Based on the obtained results, the three-photon absorption coefficient of this film at a wavelength of 1030 nm was determined to be $6 \cdot 10^{-19} \text{ cm}^3/\text{W}^2$ and the saturation intensity was $5 \cdot 10^{12} \text{ W/cm}^2$. The second part of the figure presents the results obtained under the influence of probing pulses with a wavelength of 515 nm. Under this radiation, saturable absorption emerged as the dominant nonlinear optical process at various pulse energies. Specifically, when pulses with an energy of 5 μJ were applied, the influence of two-photon absorption was found to be insignificant. Under these conditions, the saturation intensity for the 80 nm thick CuGaS₂ film at a wavelength of 515 nm was determined to be $6 \cdot 10^{11} \text{ W/cm}^2$. It should be noted that utilizing a thin film format instead of colloidal solutions provides several practical advantages. The dense and close arrangement of CuGaS₂ in the film significantly enhances the local field effect. This, in turn, serves to increase the interaction between the probing optical field and the nanocrystals, as well as to improve the nonlinear optical absorption parameters.

The conducted research demonstrates that CuGaS₂ thin films formed using the layer-by-layer deposition method exhibit stable and strong nonlinear optical properties under femtosecond laser irradiation. Depending on the radiation wavelength and intensity, an interplay and transition dynamics between saturable absorption and multiphoton absorption processes were recorded. It was confirmed that utilizing a thin film format enhances the local field effect due to the dense arrangement of nanocrystals, thereby significantly improving the overall optical response of the material. The tunable nonlinear optical parameters of these films containing copper gallium sulfide nanocrystals make them highly promising for future effective applications as mode-locking elements for short-pulse lasers and as optical limiters.

REFERENCES

1. Ganeev R.A., Buriyev Y.A., Kim V.V., Isroilov A.A., Kamalov Sh.R., Eshchanov B.K., Lim V.V., Shalagin A.Yu., Vershinina O.V., Shuklov I.A., Ivanov V.V. Nonlinear optical absorption of thin films containing Ag₉GaS₆, AgInS₂, and CuGaS₂ nanocrystals // *Physica Scripta*. – 2025. – Vol. 100. – P. 125963.
2. Benis S. et al. Three-photon absorption spectra and bandgap scaling in direct-gap semiconductors // *Optica*. – 2020. – Vol. 7. – P. 888-899.

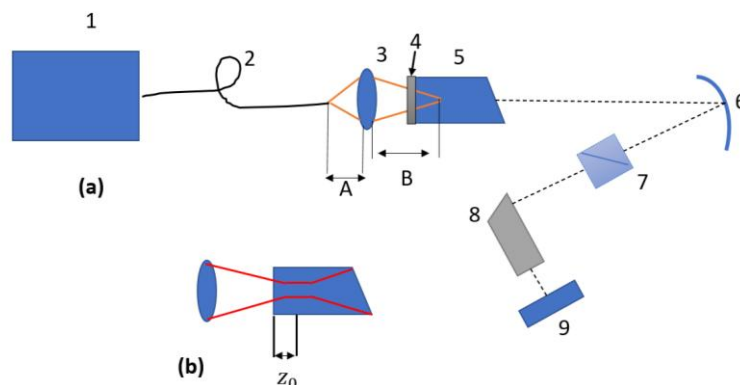
AKSIYAL DAMLASH GEOMETRIYASINING LAZER SAMARADORLIGIGA TA’SIRI

S. Habibulloyeva, Q. Tog‘ayeva, Sh. Boymirov, Sh. Reyimbayev, E. Yusupov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, 190507 Toshkent, O‘zbekiston

Aksiyal damlash texnologiyasi zamonaviy diod damlash lazerlarida optik energiyani lazer kristaliga samarali yo‘naltirish uchun keng qo‘llaniladi. Bu usulda damlash nurini lazerning optik o‘qi bo‘ylab kristalning markaziy qismiga yo‘naltiriladi, bu esa maksimal yutilish va yuqori nurlanish sifatini ta’minlaydi. Aksiyal damlash usuli nurlanish yo‘qotilishini kamaytirib, lazer tizimining samaradorligini oshiradi [1]. Biroq, optimal damlash joylashuvini aniqlash lazer samaradorligini belgilovchi muhim omil hisoblanadi. Damlash nuri va lazer rejimining mosligi, issiqlik ta’sirlari, hamda energiyaning yutilish jarayoni tizimning ishlash ko‘rsatkichlariga katta ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun, ushbu parametrlarni to‘g‘ri hisobga olish lazer tizimining samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega [2].

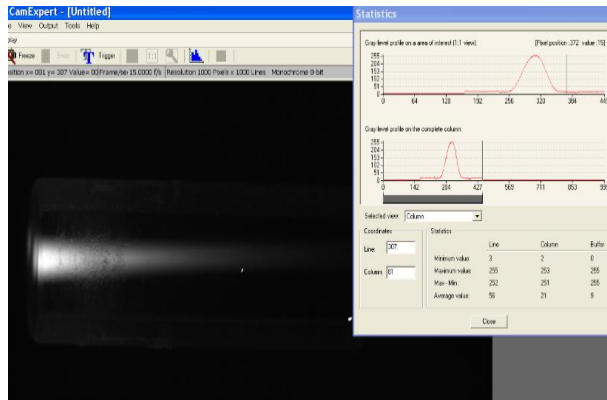
Ushbu tadqiqotda aktiv element sifatida σ -polarizatsiyadagi lazer nurlanishini generatsiyalovchi, neodim (Nd^{3+}) konsentratsiyasi 1,06% bo‘lgan Nd:YLF kristali qo‘llanildi. Aktiv elementning o‘lchamlari 5 mm diametr va 11 mm uzunlikda bo‘lib, to‘lqin uzunligi 1053 nm da lazer nurlanishi hosil qilindi. Diod damlashning optimallashtirilishi uchun A va B parametrlarining nazariy hisoblash asosida eksperimental tanlovi amalga oshirildi (1-rasm): A - optik tolaning chiqish qismidan linzaga (3) bo‘lgan masofa, B - linzadan aktiv element (5) ichiga optimal fokuslanish masofasi. Lazer tizimida damlashning minimal chegarasi aynan ushbu parametrlar asosida aniqlangan. Optimal parametrlar damlash toki minimal bo‘lganda aniqlanadi, bunda rezonatorning ko‘zgu sistemasi asosiy rol o‘ynaydi. Eksperiment davomida damlash impulslarining shakli to‘g‘ri to‘rtburchak ko‘rinishda bo‘lib, damlash davomiyligi 342 μs va impulslar takrorlanish chastotasi 12,5 Hz bo‘lgan.



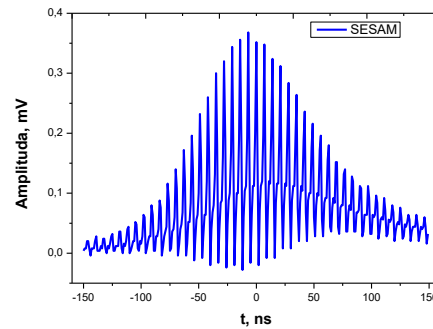
1-rasm. 1-Diod damlash bloki, 2- nur tola, 3-fokuslovchi linza, 4-dixroik ko‘zgu, 5- Nd: YLF aktiv element, 6-sferik linza, 7-Glan prizmasi, 8- pokkels yachaykasi, 9-SESAM ko‘zgu, A –optik nur toladan linzagacha masofa, B-808 nm ni nurnishni aktiv element ichiga optimal fokuslanish masofasi. (b) optimal damlash pozitsiyasi z_0 .

Eksperimentda o‘rnatilgan $A = 13$ mm va $B = 19,5$ mm masofalar damlovchi nurning tarqalish burchagi hamda fokuslovchi linzaning xususiyatlarini hisobga olgan holda tanlandi. Bu parametrlar nurlanish o‘lchamini rezonatorning asosiy modasi hajmiga maksimal darajada moslashtirish va aktiv elementda nurning samarali yutilishini ta’minlash maqsadida optimallashtirildi (2-rasm). Eksperiment davomida damlashning maksimal samaradorligi va minimal nasos kuchini olish uchun o‘tkazilgan tajribalar natijasida rezonator ichidagi minimal nasos toki 13A ga teng bo‘lgan, bu esa optimal pozitsiyada eng yuqori kuchayishni ta’minlagan. Bunda aktiv elementdan 2 sm uzoqlikda 84 % 1053 nm to‘lqin uzunlikni qaytaruvchi ko‘zgu chiqish ko‘zgusi sifatida tanlangan. Minimal damlash toki bilan

optimal ishlash holatida, damlash quvvatining almashtirish samaradorligi: 40A da 23%, 50A da 29%, 60A da 31% erishildi.



2-rasm. Diodli damlash sohasida aktiv elementning luminessensiyasi



3-rasm. SESAM yordamida modulyatsiyalangan impuls.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari aksiyal damlashning optimal joylashuvi ($z_0 \approx 2,49$ mm) tanlanganda, Nd:YLF aktiv elementli lazer tizimida eng yuqori samaradorlikka erishish mumkinligini ko‘rsatdi. Shuningdek, lazer nurlanishini modulyatsiya qilish uchun qo‘llanilgan SESAM ko‘zgusida barqaror modulyatsiyalangan impulslar hosil bo‘lishi tasdiqlandi (3-rasm). Damlovchi nur va rezonator modasining fazoviy mosligi, issiqlik ta’sirlari hamda damlovchi impuls parametrlarining (342 μ s, 12,5 Hz) to‘g‘ri hisobga olinishi lazerning barqaror va yuqori quvvatli ishlashini ta’minlaydi [3].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. S.-H. Kwon, D. H. Song, I.-S. Kim, and D.-K. Ko, "Operating characteristics of a SESAM-assisted mode-locked laser oscillator with the location of the SESAM position," Opt. Laser Technol. 133, 106560 (2021).
2. Q. Ma, H. Mo, and J. Zhao, "High-energy high-efficiency Nd:YLF laser end-pump by 808 nm diode," Opt. Commun. 413, 220–223 (2018).
3. Reyimbayev, Sh. B., Yunusova, A. B., Abdulazizova, Sh. A. Combined mode-locking regime in Cr^{4+} :YAG and intracavity second harmonic generation of pulsed Nd:YAG laser. Scientific journal of the Fergana State University, 32(1), 84-88 (2026).

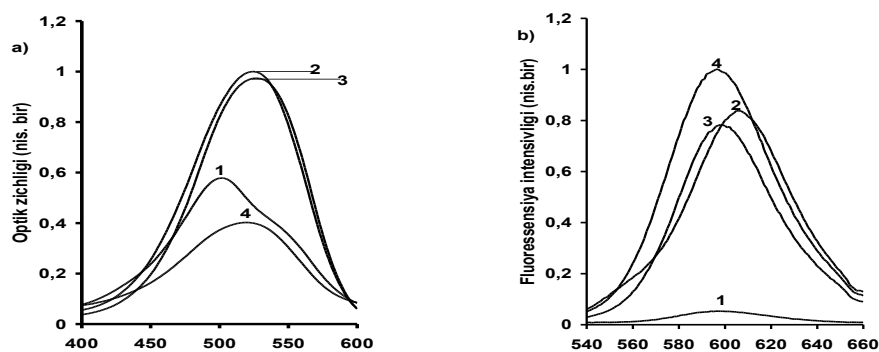
SBT VA DBT-5 BO‘YOQLARNING TURLI ERITUVCHILARDAGI SPEKTRAL VA FOTOKIMYOVIY XOSSALARI

H. Sanayeva¹, U. Abdurashidov¹, I. Isoqov¹, A. Dursoatov¹, H. Botirov²

¹Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, ²Qarshi Davlat Universiteti, 180119
Qarshi, O‘zbekiston

Organik bo‘yoqlarning spektral va fotokimyoviy xossalarini o‘rganish zamonaviy optika, fotonika va sensor texnologiyalarida muhim ahamiyatga ega. Stirilsianin bo‘yoqlar muhitga yuqori sezgirliги bilan ajralib turadi va ularning xossalari erituvchi tabiatiga kuchli bog‘liq bo‘ladi [1]. Shu sababli Sbt va Dbt-5 bo‘yoqlarining turli erituvchilardagi spektral hamda fotokimyoviy xususiyatlarini tadqiq etish dolzarbdir [2].

Mazkur ishda Sbt va Dbt-5 stirilsianin bo‘yoqlarining suv, suv-etanol, suv-DMF va suv-dioksan kabi turli erituvchilardagi spektral hamda fotokimyoviy xossalari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari erituvchi tabiatining o‘zgarishi bo‘yoq molekularining elektron tuzilishi va spektral xarakteristikalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Xususan, suvli eritmadan binar eritmalarga o‘tilganda yutilish va fluoressensiya spektrlarida 18–22 nm gacha batoxrom yoki gipsoxrom siljishlar kuzatildi. Ushbu o‘zgarishlar bo‘yoq molekularining solvat qobig‘i hamda molekulararo o‘zaro ta’sirlarning o‘zgarishi bilan izohlanadi



1-rasm. Turli erituvchilar sifatida Dbt-5 bo‘yog‘ining ($c=4 \times 10^{-6}$ M) yutilish (a) va flourens (b) spektrlari qo‘shiladi: 1-suvli eritma, 2-1% suv+99% etanol, 3-1% suv + 99% DMF, 4-1% suv + 99% dioksan.

Suv+etanol, suv+DMF va suv+dioksan tizimlarida fotostabillikni o‘rganish natijalari barcha eritmalarda yorug‘lik nurlanishi ta’sirida monomer yutilish zonasining intensivligi kamayishini ko‘rsatdi. Suv+dioksan binar eritmasida esa Dbt-5 bo‘yoq uchun eritmaning rang o‘zgarishi ham kuzatildi. Suvli eritma nurlantirilganda $\lambda_{\max}=502$ nm ga mos asosiy yutilish zonasining intensivligi izchil ravishda kamayadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lee Ch.Ch., Hu A.T. Synthesis and optical recording properties of some novel styryl dyes for DVD-R // Dyes and Pigments. – United Kingdom, –2003. –V. 59, № 1. – P. 63-69.
2. Reda Mahmoud Abd El-Aal. Synthesis and absorption spectra of a new polymethine cyanine dyes // Dyes and Pigments – United Kingdom, 2002. V.52, № 2. – P. 129-136.

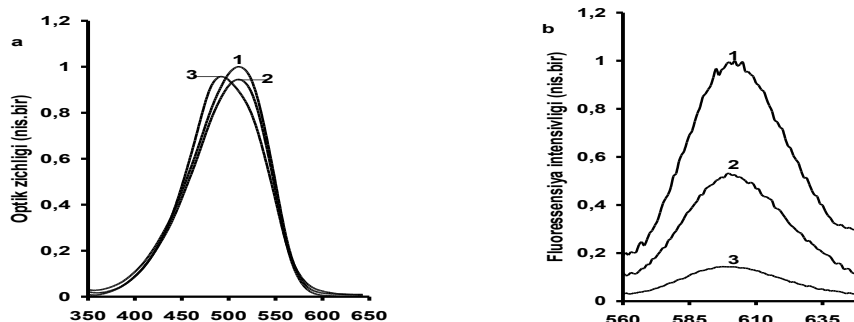
SBT VA DBT-5 BO‘YOQLARNING SUVLI ERITMALARDAGI SPEKTRAL XOSSALARI

R. Boboqulova¹, A. Yo‘ldoshev¹, A. Dursoatov¹, H. Botirov²

¹Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, ²Qarshi Davlat Universiteti, 180119 Qarshi, O‘zbekiston

Hozirgi vaqtda bo‘yoqlarning spektral va lyuminestsent xossalarini o‘rganish optik materiallar, sensor tizimlar va fotofunksional muhitlar yaratishda muhim ahamiyat kasb etmoqda [1]. Ularning spektral xarakteristikalarini erituvchi tabiati, konsentratsiya va yorug‘lik ta‘siriga sezgir bo‘lgani sababli, Sbt va Dbt-5 bo‘yoqlarining suvli hamda binar eritmalardagi xossalarini tadqiq etish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi. [2].

Mazkur ishda Sbt va Dbt-5 stirilsianin bo‘yoqlarining suvli eritmalardagi elektron yutilish va fluorensensiya spektrlari o‘rganildi. Olingan natijalarga ko‘ra, 10^{-5} - 10^{-6} M konsentratsiya oralig‘ida bo‘yoq molekulari asosan monomer holatda mavjud bo‘lib, spektr shaklining o‘zgarmasligi bilan tavsiflanadi. Bu holat yutilish va fluorensensiya maksimumlarining barqarorligi bilan tasdiqlanadi. Sbt bo‘yoqda yutilish maksimumi 511 nm, Dbt-5 bo‘yoqda esa 502 nm atrofida kuzatiladi, fluorensensiya maksimumlari esa 596 nm sohada joylashgan.



1-rasm. Sbt bo‘yog‘ining suvdagi yutilish (a) va flourens (b) spektrlarining kontsentratsiyaga bog‘liqligi: $1 \cdot 10^{-5}$, $2 \cdot 10^{-4}$, 10^{-3} m.

Konsentratsiya ortishi bilan spektral xossalarda sezilarli o‘zgarishlar kuzatilib, yutilish spektrida monomer tasmalarning intensivligi kamayadi va qisqa to‘lqinli sohada yangi chiziqlar paydo bo‘ladi. Bu hodisa bo‘yoq molekularining agregatlanishi, xususan homodimer hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, fluorensensiya intensivligining kamayishi agregat holatdagi molekularlarda nurlanmas relaksatsiya jarayonlarining ustunligini ko‘rsatadi.

Suvli eritmada agregatlanish jarayonlari erituvchi molekularining vodorod bog‘lanish hosil qilish qobiliyati bilan bog‘liq bo‘lib, suv molekulari bo‘yoq molekulari orasida bog‘lovchi ko‘prik vazifasini bajaradi. Olingan natijalar Sbt va Dbt-5 bo‘yoqlarining spektral xossalari ularning konsentratsiyasi va molekulararo o‘zaro ta‘sirilar bilan chambarchas bog‘liq ekanligini ko‘rsatadi. Bu esa mazkur bo‘yoqlarni optik va lyuminestsent tizimlarda qo‘llashda eritma parametrlarini to‘g‘ri tanlash zarurligini belgilaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. S. H. Kim. Functional Dyes. Oxford: Elsevier. 2006. 650 p.
2. Deligeorgiev T., Vasilev A., Kaloyanova S., Vaquero J.J. Styryl dyes – synthesis and applications during the last 15 years // Coloration Technology. –USA, –2010. –V.126. –P.55–80.

GRAFEN SINTEZIDA LAZER PARAMETRLARINI NEYRON TARMOQLARI ORQALI BASHORAT QILISH

A. Normurodova, Sh. Reyimbayev

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, 190507 Toshkent, O‘zbekiston

So‘nggi yillarda uglerodli nanomateriallar, xususan, grafenni sintez qilishning turli usullari orasida lazer nurlanishi yordamida polimer va biomassa materiallardan to‘g‘ridan-to‘g‘ri grafen olish usuli o‘zining soddaligi va samaradorligi bilan katta qiziqish uyg‘otmoqda. Ushbu uslub asosida olingan govakli grafen strukturalari o‘ziga xos elektrofizik xususiyatlari tufayli yuqori selektivlikka ega gaz sensorlari va katta sig‘imli superkondensatorlar ishlab chiqishda keng qo‘llanilmoqda [1]. Biroq, lazerlar ta’sirida yuqori sifatli grafen qatlamlarini shakllantirish jarayoni nohiziqli fototermik va fotokimyoviy transformatsiyalar majmuasidan iborat bo‘lib, sintez parametrlarining optimallashtirishni talab etadi.

Lazer nurlanishi yordamida olinayotgan grafen – bu polimer zanjiridagi tartibsiz sp^3 gibridlangan uglerod atomlarining lazer energiyasi yutishi natijasida fototermik konversiyaga uchrab, tartibli oltiburchakli panjarali sp^2 gibridlangan grafen hosil bo‘ladi [2]. Aynan mana shu o‘tish jarayonining aniqligi lazerning energiya zichligiga bevosita bog‘liq. Mazkur o‘tish jarayonining aniqligi lazerning energiya zichligiga bevosita bog‘liq bo‘lib, bu o‘z navbatida lazer parametrlarining (quvvat, tezlik, fokus masofasi) to‘g‘ri tanlanishini taqozo etadi. Ushbu ko‘rsatkichlarning noto‘g‘ri belgilanishi yo materialning yetarli darajada qizimasligiga yoki materialning to‘liq yonib ketishiga (ablatsiya) olib keladi[3,4].

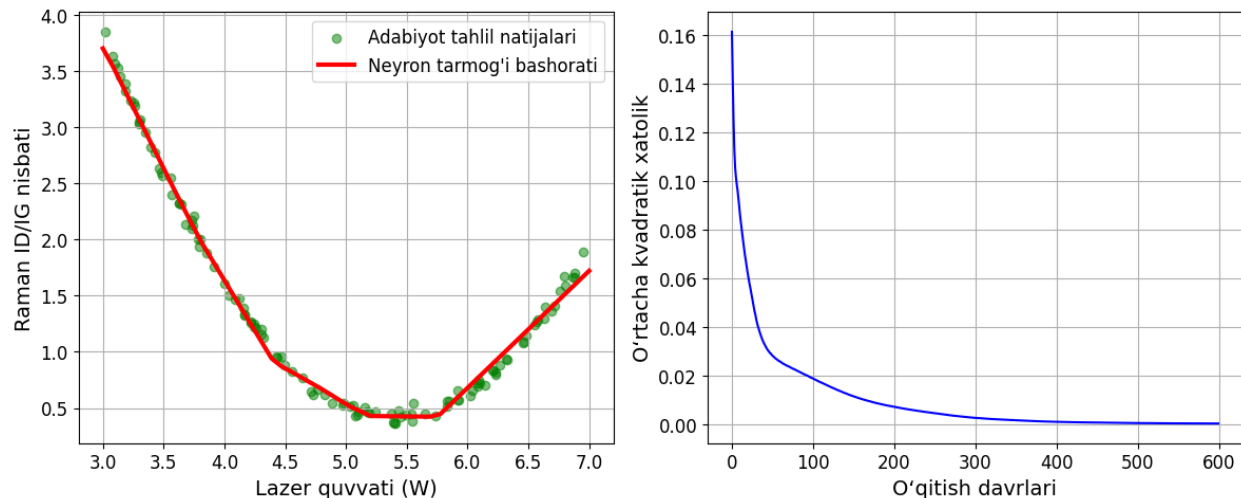
Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi adabiyotlardagi mavjud eksperimental natijalar va lazer-modda ta’siri mexanizmlari asosida sun‘iy neyron tarmoqlari modelini ishlab chiqish hamda u orqali polimer va biomassa materiallaridan yuqori sifatli grafen sintez qilish uchun zarur bo‘lgan optimal lazer parametrlarini bashorat qilishdan iborat.

Modelni o‘qitish va test qilish uchun adabiyotlardan yig‘ilgan jami 250 ta eksperimental ma’lumotlar to‘plamidan foydalanildi. Bunda ma’lumotlarning 80% i o‘qitish, 20% i esa test qilish uchun ajratildi. Kiritilgan ma’lumotlar asosan to‘lqin uzunligi $10.6\ \mu\text{m}$ bo‘lgan CO_2 lazeri yordamida har xil skannerlash tezligi va fokus diametrida amalga oshirilgan tajribalar natijalariga asoslangan. Ushbu ma’lumotlar asosida lazerli sintez jarayonini bashorat qilish uchun 128-64-32 qatlamli neyron tarmog‘i arxitekturasini tanlab olindi.

Neyron tarmog‘ining o‘qish jarayoni tahlili (1-rasm) shuni ko‘rsatadiki, modelning xatolik ko‘rsatkichi dastlabki 150-200 ta o‘qitish davrida keskin kamaygan. 600 ta davrdan so‘ng xatolik nolga yaqin qiymatda barqarorlashgan, bu esa modelning o‘rganish qobiliyati yuqoriligini va o‘ta moslashish muammosi mavjud emasligini anglatadi. Bunday barqaror pasayish trayektoriyasi tanlangan neyron tarmog‘i arxitekturasini qoyilgan masala uchun optimal ekanligidan dalolat beradi. Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, lazer parametrlaridan tashqari argon, azot kabi gazlar va bosim ham olinayotgan grafen sifatiga jiddiy ta’sir ko‘rsatadi. Kelgusida yaratilgan sun‘iy neyron tarmog‘modeliga ushbu parametrlarni ham mustaqil o‘zgaruvchi sifatida kiritish bashorat aniqligini yanada oshirishi va universal model yaratishga xizmat qilishi mumkin.

Lazer quvvati sun‘iy neyron tarmog‘i bashorat qilgan optimal qiymatga ($\sim 5.0 - 5.8\ \text{W}$ oralig‘iga) yetganda, nohiziqli fototermik konversiya jarayoni o‘zining eng yuqori samaradorligiga erishadi. Bu bosqichda uglerod atomlari barqaror ikki o‘lchamli geksagonal qatlamlarga yig‘iladi, buning natijasida Raman spektrida grafenning kristallik darajasini ko‘rsatuvchi G pik intensivligi keskin o‘sadi va strukturaviy nuqsonlarni ifodalovchi D pik minimallasadi. Ushbu natija shuni tasdiqlaydiki, ishlab chiqilgan sun‘iy neyron tarmog‘i modeli nafaqat quvvat, balki skannerlash tezligi, impuls takrorlanish

chastotasi, impuls energiyasi va uning davomiyligi kabi ko‘p o‘lchamli parametrlar kompleksini tahlil qilib, boshqa turdagi lazerlar uchun ham sintez jarayonini yuqori aniqlikda bashorat qila oladi.



1-rasm. Lazer quvvatiga bog‘liq holda Raman I_D/I_G nisbatining o‘zgarishi (chapda) va neyron tarmog‘ining o‘qitish jarayonidagi xatolik grafigi (o‘ngda).

Neyron tarmog‘i lazer quvvati va Raman I_D/I_G nisbati o‘rtasidagi murakkab, chiziqli bo‘lmagan bog‘liqlikni yuqori aniqlikda modellashtira oldi. Bashorat qilingan qizil chiziq eksperimental nuqtalarga mos kelishi, modelning regressiya qobiliyati yuqori ekanligini ko‘rsatadi. Ishlab chiqilgan neyron tarmog‘i modeli kelajakda eksperimentlar sonini qisqartirishga va kerakli sifatidagi nanostrukturalarni olish uchun zarur bo‘lgan lazer parametrlarini oldindan aniq bashorat qilishga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Wang, Z., et al., “Deep learning for the design and manufacturing of laser-induced graphene”, *NPJ Computational Materials*, (2022).
2. Lin, J., et al., “Laser-induced porous graphene films from commercial polymers”, *Nature Communications*, (2014).
3. Lu, W., et al., “Machine learning-assisted synthesis of laser-induced graphene”, *Carbon*, (2023).
4. Boltaev G., Ganeev R. A., et al. "High sensitivity low-temperature ethanol and acetone gas sensors based on silver/titanium oxide decorated laser-induced graphene". *Sensors and Actuators B: Chemical*, (2023).

NONLINEAR OPTICAL ABSORPTION OF THIN FILMS CONTAINING AgInS₂ NANOCRYSTALS

Y. Buriyev¹, Sh. Reyimbayev², D. Shaydullayeva², M. Abdusalomov², Sh. Kamalov¹

¹Arifov Institute of Ion–Plasma and Laser Technologies, 100125 Tashkent, ²Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

In recent years, nanoscale chalcopyrite-type sulfide crystals have attracted significant attention due to their unique electronic and optical properties, as well as quantum confinement effects. In particular, AgInS₂ possess a narrower bandgap compared to their AgGaS₂, significantly expanding their potential for application in nonlinear optical devices in the ultraviolet, visible, and near-infrared spectral regions [1]. As a result of the quantum confinement effect, a decrease in particle size below the exciton Bohr radius leads to an increase in the bandgap, allowing for the tuning of the material's nonlinear optical properties. This abstract analyzes the results of a study on the nonlinear absorption properties of thin films containing AgInS₂ nanocrystals, investigated using femtosecond laser pulses at wavelengths of 1030 nm and 515 nm [2-3].

For the studies, AgInS₂ nanocrystals were initially synthesized in the form of colloidal solutions. Thin films were created from the colloidal solutions using the layer-by-layer deposition method. The films were deposited onto 20 × 20 mm² glass substrates with a thickness of 0.15 mm using a spin-coating technique. To achieve this, a colloidal solution of AgInS₂ nanocrystals (10 mg/ml) in a mixture of hexane and octane (5:1) was spin-coated onto a specially cleaned glass substrate at 2500 rpm for 40 seconds. The thickness of the obtained films was approximately 50 nm. The standard Z-scan method was used to study the nonlinear optical properties of the films. A femtosecond laser system with wavelengths of 1030 nm and 515 nm, a pulse duration of 200 fs, and a repetition rate of 300 Hz was used as the radiation source.

The open aperture Z-scan results demonstrated the occurrence of various nonlinear optical processes depending on the wavelength and energy of the probing laser pulses. First, when applying laser pulses with 1030 nm, no significant changes in the normalized transmittance were observed in the AgInS₂ films. However, when visible range pulses with 515 nm were applied, distinct nonlinear optical dynamics emerged (see Fig. 1). Under the influence of low-energy pulses ($E = 0.66 \mu\text{J}$), the saturable absorption mechanism initially dominated in the film. As the pulse intensity increased to higher levels, a positive nonlinear absorption process, namely two-photon absorption, began to predominate. Theoretical analysis of the obtained experimental data revealed that the two-photon absorption coefficient for the AgInS₂ thin film at the 515 nm wavelength is $3.6 \times 10^{-11} \text{ cm/W}$. It should be noted that the use of a thin film format instead of colloidal solutions provides a number of practical advantages. The dense and close arrangement of nanocrystals in the film significantly enhances the local field effect. This, in turn, serves to increase the interaction between the probing optical field and the nanocrystals, as well as to enhance the nonlinear optical response compared to bulk materials. The mechanism of saturable absorption observed at low intensities is primarily explained by the rapid transition of electrons from the valence band to the conduction band, leading to a temporary depletion of available energy states. However, as the laser intensity increases specifically when the sample approaches the focal point the photon density in the pulse rises sharply. Consequently, the probability of the simultaneous absorption of two photons significantly increases, forming a minimum peak in the central part of the graph that indicates a decrease in transmittance. The specific dynamics of these competing nonlinear processes are clearly illustrated in the Z-scan profile presented in Fig.1.

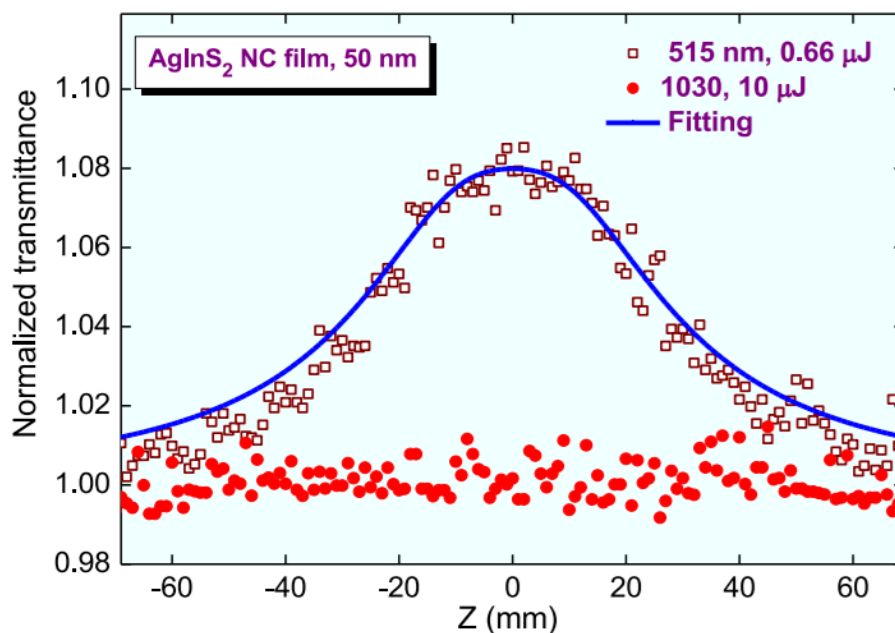


Fig 1. Open aperture Z-scan results of the AgInS₂ thin film under the excitation of femtosecond laser pulses at a wavelength of 515 nm.

The conducted research shows that AgInS₂ nanocrystalline thin films, formed using the spin-coating method, exhibit stable and strong nonlinear optical properties under femtosecond laser irradiation. Specifically, at a wavelength of 515 nm, an interplay between saturable absorption and two-photon absorption processes was recorded depending on the radiation intensity. The tunable nonlinear optical parameters of these films containing AgInS₂ nanocrystals make them highly promising for future effective applications as passive elements for mode-locking and as optical limiters in laser technology.

REFERENCES

1. Ganeev R.A., Buriyev Y.A., Kim V.V., Isroilov A.A., Kamalov Sh.R., Eshchanov B.K., Lim V.V., Shalagin A.Yu., Vershinina O.V., Shuklov I.A., Ivanov V.V. Nonlinear optical absorption of thin films containing Ag₂GaS₆, AgInS₂, and CuGaS₂ nanocrystals // *Physica Scripta*. – 2025. – Vol. 100. – P. 125963.
2. Azhniuk Y., Lopushanska B., Selyshchev O., Havryliuk Y., Pogodin A., Kokhan O., Ehm A., Lopushansky V., Studenyak I., Zahn D.R.T. Synthesis and optical properties of Ag-Ga-S quantum dots // *Physica Status Solidi B*. – 2022. – Vol. 259. – P. 2100349.
3. Ganeev R.A., Tugushev R.I., Usmanov T. Application of the nonlinear optical properties of platinum nanoparticles for the mode locking of Nd:glass laser // *Applied Physics B*. – 2009. – Vol. 94. – P. 647-651.

DESIGN AND ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SHIELDING PERFORMANCE OF SANDWICH-STRUCTURED THERMOPLASTIC POLYMER COMPOSITES BASED ON PEI/PET WITH HYBRID FUNCTIONAL FILLERS

E.O. Khakberdiev, N.Z. Dusiýorov, Q.N. Berdinazarov

Institute of Polymer Chemistry and Physics of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent, Uzbekistan

The rapid advancement of modern electronic, telecommunication, and aerospace technologies has led to a significant increase in electromagnetic radiation, resulting in severe electromagnetic interference (EMI) that can adversely affect the performance, reliability, and safety of electronic devices and systems. Consequently, the development of lightweight, highly efficient, and thermally stable EMI shielding materials has become a critical challenge in materials science and engineering. Traditional metallic shielding materials, although effective, are limited by their high density, susceptibility to corrosion, and poor processability, which restrict their application in next-generation flexible and miniaturized electronic systems.

In this context, polymer-based composites have emerged as promising alternatives due to their low density, tunable electrical and dielectric properties, and ease of fabrication. In particular, thermoplastic polymers such as Polyetherimide (PEI) and Polyethylene terephthalate (PET) offer excellent thermal stability, mechanical strength, and chemical resistance, making them suitable matrices for advanced functional composites. However, their inherently low electrical conductivity necessitates the incorporation of conductive and magnetic fillers to achieve effective EMI shielding.

In this study, sandwich-structured thermoplastic composites were designed and fabricated by integrating conductive Silver nanowires and magnetic–dielectric Iron (II, III) oxide titanium dioxide core-shell nanoparticles hybrid fillers into PEI/PET matrices. The multilayer architecture, consisting of conductive outer layers and an absorbing core layer, was strategically engineered to enhance electromagnetic attenuation through the synergistic effects of reflection, absorption, and multiple internal reflections. This approach provides an effective pathway toward the development of high-performance EMI shielding materials with optimized structural and functional properties.

The composites were fabricated using a hot-pressing technique combined with a multilayer assembly approach, forming a sandwich configuration consisting of conductive outer layers (AgNWs/PEI) and an absorbing core layer (PEI/PET/Fe₃O₄@TiO₂/AgNWs). Morphological analysis confirmed the formation of well-distributed conductive networks and strong interfacial adhesion between layers. The optimized PEI/PET ratio (90/10) provided favorable phase morphology and enhanced filler dispersion. Electrical characterization revealed a significant increase in conductivity from $\sim 10^{-5}$ to 10^{-2} S/cm due to the formation of percolated AgNWs networks. Dielectric analysis showed that the real permittivity (ϵ') ranged between 6 and 14, while dielectric loss ($\tan\delta$) reached values up to 0.48, indicating strong interfacial polarization and energy dissipation capability.

The electromagnetic interference shielding effectiveness (EMI SE) of the developed sandwich-structured composites was systematically evaluated in the X-band frequency range (8–12 GHz). The results revealed that the total shielding effectiveness (SET) reached values in the range of approximately 32–38 dB, with a maximum approaching ~ 40 dB, corresponding to more than 99.99% attenuation of incident electromagnetic radiation. A detailed analysis of the shielding mechanism indicated that absorption ($SE_A \approx 20$ –25 dB) was the dominant contribution compared to reflection ($SE_R \approx 12$ –15 dB), confirming that the primary attenuation mechanism arises from dielectric and magnetic losses, as well as multiple internal reflections within the multilayer structure.

Furthermore, the calculated skin depth (δ) values were found to be in the range of 0.18–0.35 mm at 10 GHz, which are significantly lower than the overall thickness of the composite samples. This

indicates that the incident electromagnetic waves are effectively attenuated within the surface and intermediate layers of the material, thereby enhancing the overall shielding performance.

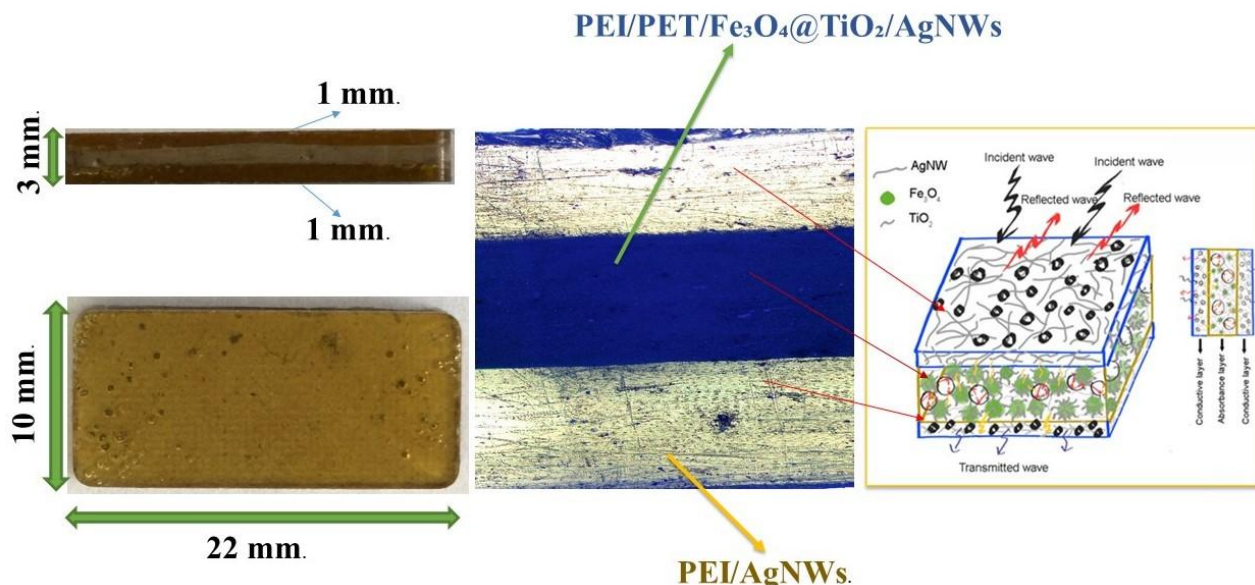


Figure 1. Optical images and cross-sectional view of sandwich-structured PEI-based composite (PEI/AgNWs outer layers and PEI/PET/Fe₃O₄@TiO₂/AgNWs core) with schematic illustration of EMI shielding mechanisms.

The reduced skin depth is attributed to the increased electrical conductivity and magnetic permeability of the composite system, resulting from the synergistic interaction between conductive Silver nanowires networks and magnetic–dielectric Iron (II, III) oxide titanium dioxide core-shell nanoparticles fillers.

Overall, these results confirm that the engineered sandwich architecture effectively promotes absorption-dominated EMI shielding, making the developed composites highly promising for advanced electromagnetic protection applications.

This work was carried out within the framework of the Uzbekistan–Türkiye international joint applied research project No. AL-7523011028, entitled “Development of high-performance monolithic and microstructured sandwich-type thermoplastic polymer composites for electromagnetic interference shielding”, implemented during the period 2024–2026. The authors gratefully acknowledge the collaborative support and contributions of all participating institutions involved in this project.

REFERENCES

1. Kaftelen-Odabaşı, H., Khakberdiev, E., Odabaşı, A., & Helhel, S.. Mechanical Properties and EMI-Shielding Efficiencies of Graphite and Iron (II) Oxide-Filled Polypropylene and Polyethylene-Based Polymer Composites. In TMS Annual Meeting & Exhibition, 2024, pp. 259-267. Cham: Springer Nature Switzerland.
2. Kaftelen-Odabaşı, H., Olmosovich, E. K., Berdinazarov, Q. N. U., Dusiyorov, N. Z. U., Ashurov, N. R., Odabaşı, A., & Helhel, S. (2025). Investigation of Thermal, Mechanical, and EMI Shielding Response of PEI/PET Polymer Blends. In 2025 8th International Electromagnetic Compatibility Conference (EMC Turkiye) (pp. 1-6). IEEE.
3. N.Z. Dusiyorov, Sh. G'. Mardonova, Q.N. Berdinazarov, N.F. Normuradov, E.O. Haqberdiyev. PEI/PET aralashmasining IQ - spektroskopiya tahlili: polimer o'zaro ta'sirlari va tarkibiy o'zgarishlar// O'zMU xabarлари, 3/1 2025, 361-364 b. ISSN 2181-7324

TABIIY PAXTA TOLALARINING RAMAN SPEKTROSKOPIYA ASOSIDA STRUKTURAVIY TAHLILI

J. Hamdamov¹, S. Uzaqboyeva²

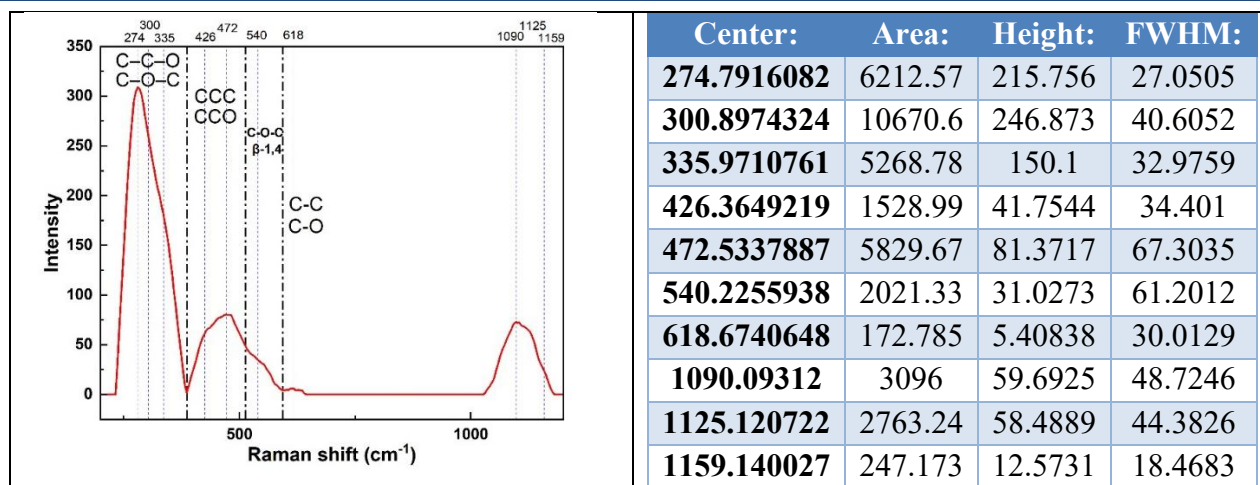
¹O‘zbekiston Milliy universiteti huzuridagi Yarimo‘tkazgichlar fizikasi va mikroelektronika ilmiy-tadqiqot instituti, ²Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, 100174 Toshkent, O‘zbekiston

Hozirgi kunda tabiiy polimer materiallar, xususan paxta va ipak tolalari, nafaqat to‘qimachilik sanoatida, balki zamonaviy fan va texnologiyada ham keng qo‘llanilmoqda. Ularning ekologik tozaligi, qayta tiklanuvchanligi va biokompatibilligi bu materiallarni istiqbolli funksional tizimlar qatoriga kiritadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, tabiiy tolalar faqat mexanik va optik xossalargagina ega bo‘lib qolmay, ma‘lum sharoitlarda yarimo‘tkazgichga yaqin elektrofizik xususiyatlarni ham namoyon etadi [1,2]. Tabiiy tolalarning elektrofizik xossalari ularning molekulyar tuzilishi, kristall va amorf fazalar nisbati hamda molekulalararo bog‘lanishlarga bevosita bog‘liq. Ayniqsa, paxta tolasi tarkibidagi selluloza zanjirlarining tartib darajasi va vodorod bog‘lari tizimi zaryad tashish jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi. Shu bois tolalarning strukturaviy holatini aniqlash ularning elektrofizik xususiyatlarini tushinishda katta ahamiyatga ega.

1-rasmda keltirilgan paxta tolalarining Raman spektri tahlili asosida 274, 300, 335, 426, 472, 540, 618, 1090, 1125 va 1159 cm^{-1} qiymatlarga mos keluvchi asosiy cho‘qqilar aniqlandi. Ushbu cho‘qqilar selluloza tabiiy polimer tolalarning molekulyar tuzilishi, kristall panjara elementlari va funksional guruhlariga xos vibratsion tebranishlar bilan tavsiflanadi. Aniqlangan cho‘qqilar paxta tolasi strukturaviy holatini, xususan, undagi kimyoviy bog‘lar tabiatini, zanjirlararo o‘zaro ta’sirlarni hamda kristallik darajasini baholash imkonini beradi. Past chastotali 250-350 cm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan 274, 300 va 335 cm^{-1} cho‘qqilar selluloza molekulyar birikmalarining kollektiv tebranishlari, ya’ni C-C-O va C-O-C bog‘lanishlarining egilish modlariga mos keladi. Ushbu diapazon odatda kristall panjara va molekulyar zanjirlarning umumiy deformatsion tebranishlari bilan tavsiflanadi va aniq bitta bog‘ga emas, balki butun strukturaga xos tebranishlarni ifodalaydi [4, 5].

426 va 472 cm^{-1} diapazonidagi cho‘qqilar selluloza halqa tuzilmasining deformatsion tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, ular CCC va CCO tipidagi bog‘larning egilish modlariga mos keladi. Xususan, 458-475 cm^{-1} oralig‘idagi cho‘qqilar sellulozaning piranoza halqasi deformatsiyasiga xos bo‘lib, bu natijalar [5] adabiyot ma’lumotlari bilan yaxshi mos keladi. 540 cm^{-1} atrofida kuzatilgan cho‘qqi C-O-C glikozid bog‘ining tebranish modlari bilan bog‘liq bo‘lib, selluloza zanjirlarining β -1,4 bog‘lanishlarini tavsiflaydi. Ushbu cho‘qqi sellulozaning asosiy identifikatsion belgilaridan biri hisoblanadi 618 cm^{-1} diapazonidagi cho‘qqi esa C-C va C-O bog‘lanishlarining aralash birikma tebranishlari bilan izohlanadi.

Ushbu diapazon odatda bir nechta vibratsion modlarning ustma-ust tushishi natijasida keng shaklda namoyon bo‘ladi va tolalarning struktur tartibsizligiga sezgir hisoblanadi [5]. Yuqori to‘lqin sonlar 1000÷1200 cm^{-1} oralig‘ida aniqlangan 1090, 1125 va 1159 cm^{-1} cho‘qqilar sellulozaning asosiy “xos soha” sohasi hisoblanadi. 1090 cm^{-1} cho‘qqi C-O va C-C bog‘larning cho‘zilish tebranishlariga mos keladi.



1-rasm. Paxta tolasing Raman spektri va modalarining parametrlari.

1125 va 1159 cm^{-1} cho‘qqilar esa C-O-C glikozid bog‘ining simmetrik va assimetrik cho‘zilish tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, ular selluloza zanjirining tartib darajasi va kristallik xususiyatlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega [5].

Tahlil natijalari paxta tolalarining strukturaviy holatini, ya’ni undagi kimyoviy bog‘lar tabiatini, zanjirlararo o‘zaro ta’sirlarni va kristallik darajasini baholashda Raman spektroskopiya usuli yuqori samaradorlikka ega ekanini ko‘rsatdi. Shunday qilib, Raman usuli tabiiy polimer tolalarning molekulyar va struktur xususiyatlarini aniqlashda ishonchli, tezkor hamda informativ tadqiqot usuli ekanligi tasdiqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zakirov, AS, Yuldashev, SU, Cho, HD va boshqalar. Tabiiy tsellyulozadan olingan funktsional gibrid materiallar. Koreys fizika jamiyati jurnali 60, 1526–1530 (2012).
2. A.T.Мамадалимов, Н.К.Хакимова, Ж.Ж.Хамдамов, Ш.Б.Норкулов, Р.Б.Қўзиева, Ш.А.Сайфуллаев, Д.И.Тўймуродов. Йод билан легирланган пахта толаларининг фотоўтказувчанлиги // АДУ “Илмий хабарнома” журнали. 2016. №2. 17-20.
3. Ocean Optics. Qualifying the Performance of the QE Pro-Raman+ Spectrometer // Application Note. USA, 2024. 3 p.
4. Hani Nasser Abdelhamid. Raman spectroscopy for deformation micromechanics of cellulose-based nanocomposites // Raman Spectroscopy Applied to Polymer Composites and Nanocomposites Woodhead Publishing Series in Composites Science and Engineering. 2026, Pages 401-415.
5. H.G.M. Edwards, D.W. Farwell, E.M. Newton, F. Rull Perez, S. Jorge Villar. Application of FT-Raman spectroscopy to the characterisation of parchment and vellum, I; novel information for paleographic and historiated manuscript studies // Spectrochimica Acta Part A 57 (2001) 1223–1234

KOBALT BILAN LEGIRLANGAN KREMNIYDA STRUKTURAVIY O‘ZGARISHLARNI RAMAN SPEKTROSKOPIYA USULI YORDAMIDA TADQIQ ETISH

Shohruh Sayfulloyev, Shohida Xudoyberganova

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, 100174 Toshkent, O‘zbekiston

Yarimo‘tkazgich materiallarning fizik xossalarini boshqarishning eng samarali usullaridan biri ularni turli kirishma atomlari bilan legirlash hisoblanadi. Legirlash jarayoni natijasida materialning elektr, optik va strukturaviy xossalari sezilarli darajada o‘zgaradi, bu esa ularning zamonaviy mikro- va optoelektronika qurilmalarida qo‘llanish imkoniyatlarini kengaytiradi. So‘nggi yillarda, ayniqsa, o‘tuvchi metall elementlar bilan legirlangan kremniy asosidagi materiallarga katta qiziqish ortib bormoqda.

Xususan, Kobalt (Co) atomlarini kremniy kristall panjarasiga kiritish natijasida panjara parametrlari o‘zgarishi, lokal elastik kuchlanishlar hosil bo‘lishi hamda nuqsonlar zichligining ortishi kuzatiladi. Bunday strukturaviy o‘zgarishlar kristall panjaraning dinamik xossalariga, xususan, fonon spektriga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

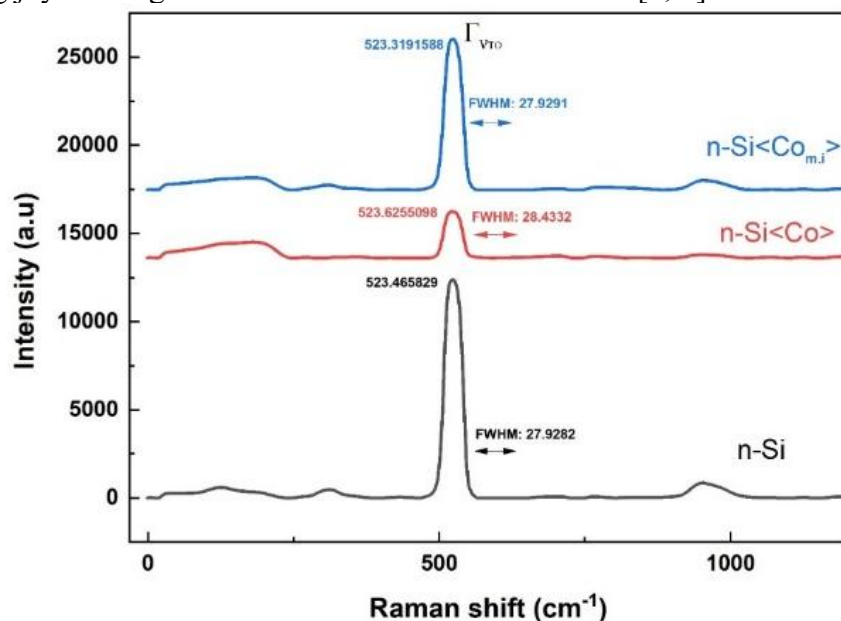
Kristall panjarada yuz berayotgan yarimo‘tkazgichlarga xos nuqsonli strukturaviy o‘zgarishlarni aniqlash hamda tahlil qilishda Raman spektroskopiyasi usuli yuqori sezuvchanlikka ega bo‘lgan nomanfiy diagnostik metod sifatida keng qo‘llaniladi. Ushbu usul yordamida fonon modlarining siljishi, kengayishi va intensivligidagi o‘zgarishlar orqali yarimo‘tkazgich materiallarda yuzaga kelayotgan kristall panjarada ichki mexanik kuchlanishlar, dislokatsiyalar va nuqson komplekslari haqida muhim ma’lumotlar olish mumkin.

Ushbu ishda Co bilan legirlangan n-tipli kremniy monokristallarining kristall tuzilishida yuz beruvchi o‘zgarishlarni Raman spektroskopiyasi yordamida tadqiq etildi. Tajriba uchun boshlang‘ich solishtirma qarshiligi KЭФ-35 markali n-Si namunalarini tanlab olindi. Kobalt elementi bilan legirlash jarayoni termik diffuziya usuli yordamida amalga oshirildi. Namunalar dastlab kimyoviy tozalashdan o‘tkazildi hamda sirtidagi oksid qatlamini olib tashlash maqsadida HF eritmasi bilan ishlov berildi. So‘ngra Co (99.999% tozalikka ega) yuqori vakuum sharoitida (10^{-6} – 10^{-7} Torr) BYII-4 qurilmasida Si sirtiga termik purkaldi. Namunalar 1200°C haroratda 9-12 soat davomida kvarts vakuumli ampulada diffuziya qilindi.

Raman spektroskopik o‘lchovlar xona haroratida 785 nm lazer manbaiga ega QE Pro High-Sensitivity Spectrometer yordamida 0–1200 cm^{-1} to‘lqin sonlari oralig‘ida amalga oshirildi (1-rasm).

Kremniy uchun birinchi tartibli Raman chizig‘i odatda $\sim 520 \text{ cm}^{-1}$ atrofida kuzatiladi (Γ_{TO}) va bu kristall panjaradagi TO-fonon modasiga mos keladi. Shuningdek, pik kengayishi va shaklining o‘zgarishi kristall panjaradagi nuqsonlar, tartibsizliklar va fonon umrining kamayishi bilan izohlanadi [1]. Nazorat namuna (n-Si) bilan solishtirganda, Co diffuziya qilingan va sirt qatlami olinmagan n-Si<Co> namunada Raman chizig‘i maksimumi 523.6255 cm^{-1} da kuzatildi (1-jadval), bu esa nazorat namunadagi 523.4658 cm^{-1} qiymatga nisbatan taxminan $+0.16 \text{ cm}^{-1}$ ga yuqori to‘lqin sonlari tomon siljiganini ko‘rsatadi. Mazkur siljish namunaning sirtga yaqin qatlamida siquvchi kuchlanishlar yuzaga kelganidan dalolat beradi. Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, Raman chizig‘ining 1 cm^{-1} ga siljishi taxminan 500 MPa bir o‘qli yoki 250 MPa ikki o‘qli ekvivalent kuchlanishga mos keladi. Shunga ko‘ra, kuzatilgan $+0.16 \text{ cm}^{-1}$ siljish sirtoldi qatlamda sezilarli, biroq nisbatan katta bo‘lmagan qoldiq kuchlanishlar mavjudligini anglatadi [2]. Bunga qarama-qarshi ravishda, sirtidan 3 mkm qatlam olib tashlangan n-Si<Co_{m.i.}> namunada Raman chizig‘i maksimumi 523.3192 cm^{-1} da kuzatildi, bu esa nazorat namunaning 523.4658 cm^{-1} qiymatiga nisbatan taxminan -0.15 cm^{-1} ga kichik to‘lqin sonlari tomon siljiganini ko‘rsatadi. Raman chizig‘ining past to‘lqin sonlari tomon siljishi kremniy panjarasida cho‘zuvchi kuchlanishlar yuzaga kelishi yoki avval mavjud bo‘lgan siquvchi kuchlanishlarning qisman relaksatsiyalanishi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, Co ning Si bilan o‘zaro ta’siri natijasida sirtga yaqin

sohada Co-Si bog‘lari va kobalt silisid fazalarining shakllanishi ham panjara tebranishlari holatiga va Raman signalining joylashuviga bilvosita ta’sir ko‘rsatishi mumkin [3, 4].



1-rasm. n-Si va n-Si<Co> namunalarning Raman spektri.

n-Si<Co> namunada FWHM qiymatining 28.4332 cm⁻¹ bo‘lib, nazorat namuna (27.9282 cm⁻¹) va sirtidan n-Si<Co_{m.i.}>namuna (27.9291 cm⁻¹) qiymatlaridan kattaroq bo‘lishi fonon modasining qo‘shimcha sochilishini ko‘rsatadi. Bu holat kristall panjaradagi nuqsonlar, kuchlanish notekisligi hamda kirishma atomlarining ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Adabiyotlarda Si dagi Raman chizig‘i kengligi, ya’ni pik kengligi yoki spektr kengligi, kristall nuqsonlari va deformatsiyalangan sohalarni aniqlashda muhim parametr ekanligi qayd etilgan. Shuningdek, Raman pikining kengayishi kristall panjaradagi kuchlanish-deformatsiya holatii, defektlar va kristallik darajasining pasayishi bilan bog‘lanishi ko‘rsatilgan [5,6].

1-jadval. Namunalarining Raman TO fonon cho‘qqisi parametrlari.

Namuna	Center, ν_{TO} (cm ⁻¹)	Area	Height	FWHM (cm ⁻¹)	I.Breadth
n-Si _{naz.}	523.465829	426020	14330.3	27.9282	29.7287
n-Si<Co>	523.6255098	91138.7	3011.24	28.4332	30.2662
n-Si<Co _{m.i.} >	523.3191588	294699	9912.65	27.9291	29.7296

Raman spektroskopiya natijalari Co bilan legirlangan n-Si da sezilarli strukturaviy o‘zgarishlar yuz berishini ko‘rsatdi. Co diffuziya qilingan va sirt qatlami olinmagan namunada Raman chizig‘ining yuqori to‘lqin sonlari tomon siljishi sirtoldi qatlamda siquvchi kuchlanishlar hosil bo‘lganini ko‘rsatdi. Aksincha, sirtidan 3 mkm qatlam olib tashlangan namunada pikning kichik to‘lqin sonlari tomon siljishi avvalgi kuchlanishlarning qisman relaksatsiyalanganini yoki cho‘zuvchi deformatsiya elementlari yuzaga kelganini anglatadi. FWHM qiymatining sirtiga ishlov berilmagan namunada kattaroq bo‘lishi esa Co atomlari ta’sirida nuqsonlar va lokal strukturaviy fazalar shakllanganligidan dalolat beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zongwei Xu, Zhongdu He, Ying Song, Xiu Fu, Mathias Rommel, Xichun Luo, Alexander Hartmaier, Junjie Zhang, Fengzhou Fang. Topic Review: Application of Raman Spectroscopy Characterization in Micro/Nano-Machining // Micromachines (Basel). 2018 Jul 21;9(7):361.

2. George Sarau, Arne Bochmann, Renata Lewandowska and Silke Christiansen. From Micro–to Macro–Raman Spectroscopy: Solar Silicon for a Case Study // Advanced Aspects of Spectroscopy. 2012. 221-246.
3. Robert Heintz & Alexander Rzhevskii. Evaluating Silicon using Raman Microscopy // Thermo Scientific™ DXR3 Raman Microscope. 2024. P.1-8
4. C. Sedrati, A. Bouabellou, A. Kabir, R. Haddad, M. Boudissa, A. Taabouche, H. Fiad, A. Hammoudi. A study of nickel and cobalt silicides formed in the Ni/Co/Si(1 0 0) system by thermal annealing // Materials Science-Poland, 38(3), 2020, pp. 394-399.
5. T. Menold, E. Hadjixenophontos, R. Lawitzki, G. Schmitz, M. Ametowobla. Crystal defects in monocrystalline silicon induced by spot laser melting // J. Appl. Phys. 127, 093102 (2020)
6. S. Mahajan et al., Defects in semiconductors and their effects on devices, Acta Mater., 2000, 48, 137-149.

Nd³⁺/Tm³⁺:Fe₃O₄ NANOZARRACHALARINING KRISTALL STRUKTURASINI RENTGEN DIFRAKSIYASI USULI YORDAMIDA O‘RGANISH

Marjona Sayfullayeva¹, Erkinjon Yusupov¹, Bexzodjon Abduraximov^{1,2}

¹Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, ²O‘zbekiston Respublikasi fanlar Akademiyasi yadro fizikasi instituti, 100214 Toshkent, O‘zbekiston

So‘nggi yillarda nanostrukturali magnit materiallar fundamental tadqiqotlar va amaliy qo‘llanmalar nuqtai nazaridan dolzarb mavzulardan biri bo‘lib kelmoqda. Bunday materiallar orasida magnitit (Fe₃O₄) nanozarrachalari o‘zining noyob magnit xususiyatlari, biokimyoviy moslashuvchanligi va kimyoviy barqarorligi tufayli alohida o‘rin tutadi [1]. Nodir yer elementlari (NYE) bilan legirlash material xususiyatlarini boshqarishning samarali usuli hisoblanadi. Oldingi tadqiqotlarda Sm, Dy, La va Lu ionlari bilan legirlangan magnitit nanozarrachalarining strukturaviy va magnit xususiyatlari o‘rganilgan bo‘lib, legirlash sirt nuqsonlarini kamaytirishi va superparamagnit holatni yaxshilashi aniqlangan edi [2]. Ushbu ishda shu metodologiyaga tayangan holda, birgalikda cho‘ktirish usulida sintez qilingan, 2.5 at.% Nd³⁺ va Tm³⁺ ionlari bilan legirlangan hamda legirlanmagan magnetit nanozarrachalarining kristall va magnit tuzilmasi rentgen (XRD) va neytron difraksiyasi (ND) yordamida tahlil qilindi. XRD va ND tajribalari xona haroratida o‘tkazildi. Ma’lumotlar FullProf dasturida Ritveld usuli bilan tahlil qilindi. XRD natijalari barcha namunalarning bir fazali kubik shpinel strukturasi (fazoviy guruhi Fd $\bar{3}m$) ega ekanligini ko‘rsatdi. Legirlanmagan Fe₃O₄ (panjara parametri $a=8.361(2)$ Å [2]) bilan solishtirganda, Nd va Tm legirlangan namunalarda panjara parametrining o‘zgarishi qayd etildi. Nd³⁺ (~0.98 Å) va Tm³⁺ (~0.88 Å) ion radiuslarining Fe³⁺ (0.55 Å) dan kattaligi ularning oktaedrik (B) bo‘shliqlarni egallashi natijasida mahalliy deformatsiyalar yuzaga keltiradi. Sirt nuqsonlarining NYE ionlari tomonidan stabilizatsiyalanishi ham panjara parametriga ta’sir qiladi [2, 3]. Kristallitlarning o‘rtacha o‘lchamlari Sherrer formulasi yordamida hisoblandi [3]. Legirlangan namunalarda kristallit o‘lchamlarining biroz oshishi kuzatildi, bu Sm, Lu, La, Dy uchun olingan natijalarga mos keladi [2].

Neytron difraksiyasi magnit strukturani o‘rganish imkonini berdi. ND diffraktogrammalarida (111) magnit pikining intensivligi legirlangan namunalarda o‘zgargan. Nd³⁺ (4f³) va Tm³⁺ (4f¹²) ning 4f elektronlari temirning 3d elektronlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, A (tetraedrik) va B (oktaedrik) bo‘shliqlardagi magnit momentlarning qayta taqsimlanishiga olib keladi. [2] da ko‘rsatilganidek, ferrimagnit tartib saqlanib qoladi, ammo magnit momentlarning qiymati legirlanmagan namunaga nisbatan kamayadi. Bu kamayish Fe³⁺-O-Fe³⁺ superalmashinish o‘zaro ta’sirlarining qisman susayishi bilan izohlanadi.

Xulosa qilib aytganda, Nd va Tm elementlarining ionlari bilan legirlangan magnitit nanozarrachalari kubik shpinel strukturasi ega bo‘ladi. Rentgen va neytron difraksiyasi legirlash natijasida panjara parametri, kristallit o‘lchami va magnit momentlarda kuzatiladigan o‘zgarishlarni aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar Sm, Dy, La, Lu bilan olingan oldingi tadqiqotlar [2] bilan mos keladi va NYE ionlarining magnitit nanozarrachalari strukturasi ta’sirini tushunishni kengaytiradi. Kelgusida quyi temperaturalarda (10 K gacha) magnit strukturani tadqiq qilish rejalashtirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Laurent S. et al. Chem. Rev., 2008, 108, 2064.
2. B.A. Abdurakhimov et al. Magnetite nanoparticles doped with rare earth ions: synthesis, structural, and magnetic properties. J. Nanopart. Res. 27, 188 (2025).
3. Gupta A.K., Gupta M. Biomaterials, 2005, 26, 3995.

Pr³⁺ VA Er³⁺ IONLARI BILAN MODIFIKATSIYALANGAN MAGNETIT NANOKRISTALLARINING STRUKTURAVIY TAHLILI

Mavluda Sodiqova¹, Erkinjon Yusupov¹, Bexzodjon Abduraximov^{1,2}

¹Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, ²O‘zbekiston Respublikasi fanlar Akademiyasi yadro fizikasi instituti, 100214 Toshkent, O‘zbekiston

Nanotexnologiya sohasida magnit xususiyatga ega nanozarrachalarni o‘rganish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, magnitit (Fe₃O₄) nanokristallari yuqori magnitlanish, kimyoviy barqarorlik va biokimyoviy moslashuvchanlik kabi xususiyatlari tufayli biotibbiyot hamda elektronika sohalarida keng tadqiq etilmoqda [1]. Materiallarning fizik parametrlarini nodir yer elementlari (NYE) bilan modifikatsiyalash ularning strukturaviy va magnit xossalarini maqsadli boshqarish imkonini beradi. Oldingi ishlarda Sm, Dy, La va Lu ionlari ishtirokida magnitit nanozarrachalarining sirt nuqsonlari kamayishi va superparamagnit xususiyatlari yaxshilanishi aniqlangan [2]. Mazkur tadqiqotda shu metodologiyadan kelib chiqib, birgalikda cho‘ktirish usulida sintez qilingan, 2.5 at.% Pr³⁺ va Er³⁺ bilan modifikatsiyalangan hamda modifikatsiyalanmagan magnetit nanokristallari tahlil qilindi. Asosiy tadqiqot usullari sifatida – rentgen difraksiyasi (XRD) va neytron difraksiyasi (ND) usullari tanlanib, tajribalar xona haroratida o‘tkazildi.

Olingan difraksion spektrlarni FullProf dasturida Ritveld usuli bilan tahlil qilish natijasida barcha namunalar bir fazali va ular Fd $\bar{3}$ m fazoviy guruhli kubik shpinel strukturasiga tegishli ekanligi aniqlandi. Ma’lumki, toza Fe₃O₄ uchun panjara parametri $a=8.361(2)$ Å ga teng [2]. Pr va Er qo‘shilgan hollarda esa panjara parametrining o‘zgarishi kuzatildi. Pr³⁺ (~1.13 Å) va Er³⁺ (~0.89 Å) ionlarining radiusi Fe³⁺ (0.55 Å) dan katta bo‘lgani tufayli ular oktaedrik (B) bo‘shliqlarga joylashganda kristall panjarada lokal deformatsiyalar vujudga keladi. Shu bilan birga, NYE ionlari sirtida joylashgan kislorod vakansiyalarini barqarorlashtirib, panjara o‘lchamlariga bilvosita ta’sir ko‘rsatadi [2,3]. Sherrer formulasi bo‘yicha kristallitlarning o‘rtacha kattaligi hisoblanganda, modifikatsiyalangan namunalarda bu ko‘rsatkich biroz oshgani ma’lum bo‘ldi. Oldingi tadqiqotlarda, Sm, Lu, La va Dy bilan legirlangan namunalarda ham xuddi shunday tendensiya kuzatilgan [2].

Magnit strukturani o‘rganishda neytron difraksiyasi usuli muhim rol o‘ynadi. ND diffraktogrammalarida ferrimagnit tartibga xos bo‘lgan (111) magnit cho‘qqi intensivligi Pr va Er qo‘shilgan nanokristallarda o‘zgargan. 4f elektron konfiguratsiyasiga ega bo‘lgan Pr³⁺ (4f²) va Er³⁺ (4f¹¹) ionlari temirning 3d elektronlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, tetraedrik va oktaedrik bo‘shliqlardagi magnit momentlarning qayta taqsimlanishiga sabab bo‘ladi. [2] da ko‘rsatilganidek, ferrimagnit holat o‘zgarishsiz qoladi, biroq magnit momentlarning absolyut qiymati toza Fe₃O₄ bilan solishtirganda pastroq. Bu pasayish kislorod bog‘lanishi orqali amalga oshadigan Fe³⁺-O-Fe³⁺ o‘zaro ta’sirining NYE ionlari tomonidan susaytirilishi bilan izohlanadi.

Xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, Pr va Er bilan modifikatsiyalangan magnetit nanokristallari kubik shpinel strukturasini saqlaydi. Rentgen va neytron difraksiyasi usullari modifikatsiyalash jarayonida panjara parametri, kristallit o‘lchami hamda magnit momentlarda ro‘y beradigan o‘zgarishlarni aniqlashga imkon berdi. Olingan natijalar Sm, Dy, La, Lu bilan bajarilgan oldingi tadqiqotlar [2] bilan mos keladi va NYE ionlarining magnetit nanokristallari strukturasiga ta’sirini yanada to‘ldiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

3. Laurent S. et al. Chem. Rev., 2008, 108, 2064.
4. A.V. Rutkauskas, O.N. Lis, S.E. Kichanov, E.V. Lukin, B.A. Abdurakhimov et al. J. Nanopart. Res. 27, 188 (2025).
5. Gupta A.K., Gupta M. Biomaterials, 2005, 26, 3995.

NEYTRON TOMOGRAFIYASI USULI YORDAMIDA GETEROGEN KVARTSIT TOG‘ JINSI NAMUNALARINING ICHKI TUZILISHINI O‘RGANISH

Muxlisa Toshboboyeva¹, Erkinjon Yusupov¹, Bexzodjon Abduraximov^{1,2}

¹Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, ²O‘zbekiston Respublikasi fanlar Akademiyasi yadro fizikasi instituti, 100214 Toshkent, O‘zbekiston

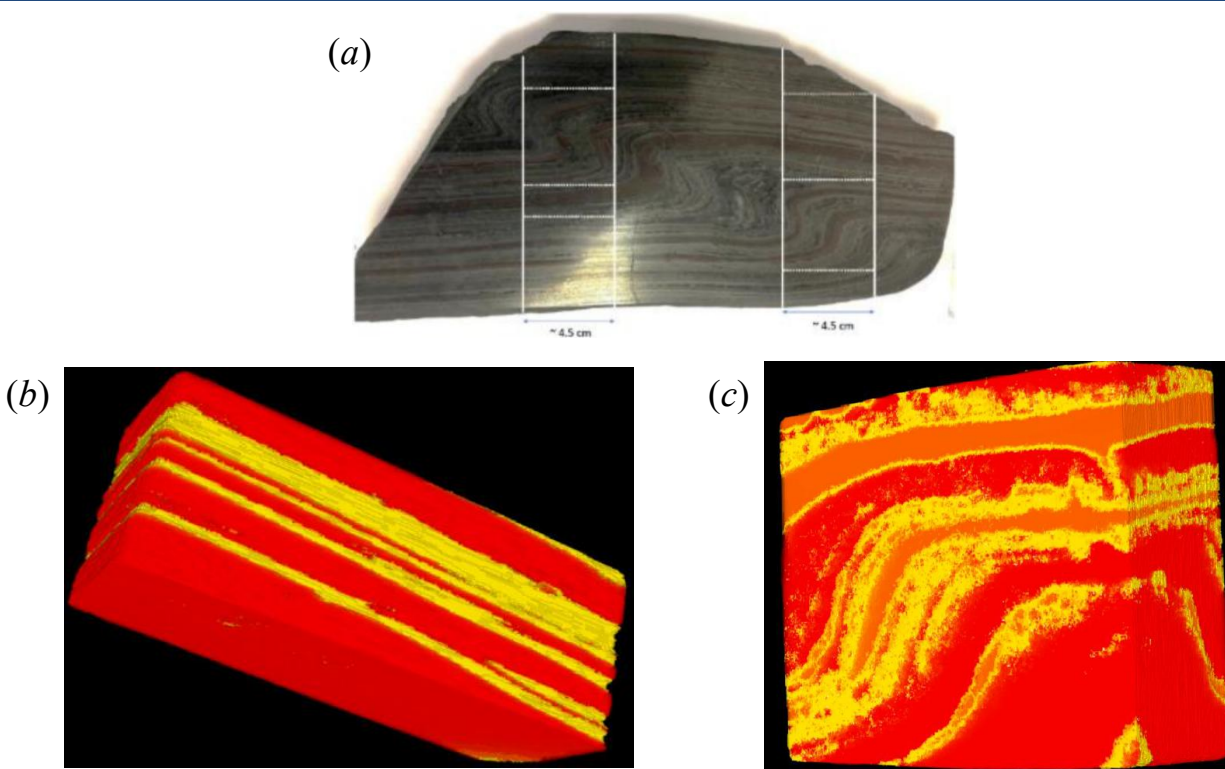
So‘nggi yillarda neytron tomografiyasi turli magmatik va metamorfik tog‘ jinslari ichki tuzilishini o‘rganishning samarali usuli ekanligi tasdiqlovchi ko‘plab tadqiqotlar olib borilmoqda. Neytronlarning rentgen nurlanishiga nisbatan yuqori kirib borish qobiliyati tog‘ jinsi ob’ektlarining butun hajmi bo‘yicha ma’lumot olish imkonini beradi, shu bilan birga neytron tomografiyasi usulida vodorod tarkibli va vodorodsiz minerallar orasidagi yuqori kontrast fazalarni ajratish uchun zarur sharoitlarni yaratadi. Shuningdek, neytron tomografiyasi usuli, geterogen kvartsit namunalari uchun muhim ahamiyatga ega, chunki ularning tarkibi asosan kvarts va temir oksidlaridan tashkil topgan bo‘lib, olingan neytron tasvirlarida ushbu minerallar orasidagi kontrast yuqori darajada namoyon bo‘ladi. Xususan, neytronlar uchun nisbatan shaffof bo‘lgan kvarts minerali va nisbatan neytronlarni kuchli susaytirish koeffitsiyentiga ega bo‘lgan temir oksidlari (gematit, magnetit kabi minerallar) fazalarini aniq segmentatsiyalash imkonini beradi [1, 2].

Ushbu ishda Rossiya Fanlar akademiyasining Geologiya instituti kolleksiyasidan olingan ikkita geterogen kvartsit namunalari neytron tomografiyasi usulida o‘rganildi. Tajribalar Birlashgan yadro tadqiqotlari institutining Neytron fizikasi laboratoriyasida joylashgan IBR-2 impulsli reaktorining (Dubna shahri, Rossiya) neytron radiografiya va tomografiyasi (NRT) qurilmasida o‘tkazildi [3]. Taxminan 4.5 sm kenglikdagi tog‘ jinsi fragmenti goniometrqa o‘rnatilib, turli burchaklardan proyeksiyalar olindi.

Olingan ma’lumotlar dastlab ImageJ dasturi yordamida qayta ishlandi, ya’ni, shovqinlarni kamaytirish va artefaktlarni yo‘qotish maqsadida median filtr qo‘llanildi. Keyingi bosqichda, rekonstruksiya jarayoni SYRMEP Tomo Project (STP) dasturida amalga oshirildi [4]. Tomografik rekonstruksiya ikki asosiy algoritm – filtrli orqaga proyeksiyalash (FBP) va sinxron iterativ rekonstruksiya usuli (SIRT) qo‘llanildi [1]. FBP tez va to‘g‘ridan-to‘g‘ri usul bo‘lib, proyeksiyalar yetarli va tekis qadamda olingan hollarda samarali hisoblanadi. SIRT esa proyeksiyalar soni cheklangan yoki notekis qadamda olingan hollarda aniqroq natijalar beradi, chunki u o‘lchangan va hisoblangan susaytirish koeffitsiyentlari o‘rtasidagi farqni iterativ ravishda minimallashtiradi. Ushbu tadqiqotda SIRT algoritmi tanlandi, chunki u namunaning tuzilishini batafsilroq aks ettirdi.

Eksperimentda olingan neytron radiografik tasvirlarni rekonstruksiya qilish natijasida o‘rganilayotgan namunalarning 3D modeli yaratildi (1-rasm). Neytron susaytirish koeffitsiyentlari Beer-Lambert qonuni asosida hisoblandi. Turli minerallar uchun hisoblangan susaytirish koeffitsiyentlari bilan solishtirish natijasida namunada ikki asosiy faza aniqlandi: temirga boy faza (masalan, gematit yoki magnetit) va kvartsga boy faza. Temir fazasi nisbatan yuqori neytron susaytirish koeffitsiyenti bilan ajralib turadi, chunki temir atomlarining neytron bilan o‘zaro ta’sir kesimi kremniyga qaraganda kattaroq. Kvartsga boy faza esa nisbatan past susaytirish koeffitsiyentiga ega. Ayrim hududlarda aralash faza (temir va kvarts aralashmasi) ham kuzatildi. Uch o‘lchovli modellarda ushbu fazalarning fazoviy taqsimoti aniq ko‘rindi.

Fazalarning hajmiy ulushlari ImageJ dasturida Z-proyeksiya usuli yordamida hisoblandi. Birinchi namunada temir fazasi hajmi ~67%, kvarts fazasi esa ~33% ni tashkil qildi. Ikkinchi namunada esa temir fazasi ~63%, aralash faza ~15% va kvarts fazasi ~32% ni tashkil etdi. Bu natijalar tog‘ jinsining geterogen tuzilishini va undagi temir oksidlarining notekis taqsimlanganligini ko‘rsatadi.



1-rasm. (a) Kvartsit namunasining fotosurati; (b) 1-namunaning neytron tomografiyasi asosida rekonstruksiya qilingan 3D modeli (qizil rang – temirga boy faza, sariq rang – kvartsga boy faza); (c) 2-namunaning 3D modeli (qizil rang – temirga boy faza, sariq rang – temir va kvarts aralashmasi, zarg‘aldoq rang – kvartsga boy faza).

Xulosa qilib aytganda, neytron tomografiyasi usuli geterogen kvartsit tog‘ jinsi namunalarining ichki tuzilishini namunalar butunligini saqlagan holda o‘rganishning samarali usuli ekanligini isbotladi. FBP va SIRT algoritmlari rekonstruksiya o‘zining afzalliklariga ega bo‘lib, SIRT murakkab geterogen strukturalar uchun aniqroq natijalar berdi. Ushbu usul yordamida tog‘ jinsi tarkibidagi minerallarning fazoviy taqsimotini olish, minerallarning hajm ulushlarini hisoblash va 3D virtual modellarni yaratish imkoniyati mavjud. Kelgusidagi tadqiqotlarimizda neytron tomografiyasi usulini boshqa geologik ob’ektlar – magmatik jinslar, rudali minerallar va meteoritlarni o‘rganishda qo‘llash rejalashtirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Andersen, A. (1984). Simultaneous algebraic reconstruction technique (SART): A superior implementation of the art algorithm. *Ultrasonic Imaging*, 6(1), 81–94.
2. Cleveland, T. E., Hussey, D. S., Chen, Z.-Y., Jacobson, D. L., Brown, R. L., Carter-Wientjes, C., Cleveland, T. E., & Arif, M. (2008). The use of neutron tomography for the structural analysis of corn kernels. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 517–525.
3. Kozlenko, D. P., Kichanov, S. E., Lukin, E. V., Rutkauskas, A. V., Bokuchava, G. D., Savenko, B. N., ... & Rozanov, A. Y. (2015). Neutron radiography facility at IBR-2 high flux pulsed reactor: First results. *Physics Procedia*, 69, 87-91.
4. Brun F, Massimi L, Fratini M, Dreossi D, Billé F, Accardo A, Pugliese R, Cedola A. SYRMEP Tomo Project: a graphical user interface for customizing CT reconstruction workflows. *Adv Struct Chem Imaging*. 2017;3(1):4.

RENTGEN VA NEYTRON DIFRAKSIYASI USULLARI YORDAMIDA $\text{Nd}^{3+}/\text{Tm}^{3+}:\text{Fe}_3\text{O}_4$ NANOZARRACHALARINI O‘RGANISH

Marjona Sayfullayeva, Bexzodjon Abduraximov, Erkinjon Yusupov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

So‘nggi yillarda nanostrukturali magnit materiallar fundamental tadqiqotlar va amaliy qo‘llanmalar nuqtai nazaridan dolzarb mavzulardan biri bo‘lib kelmoqda. Bunday materiallar orasida magnitit (Fe_3O_4) nanozarrachalari o‘zining noyob magnit xususiyatlari, biokimyoviy moslashuvchanligi va kimyoviy barqarorligi tufayli alohida o‘rin tutadi [1]. Nodir yer elementlari (NYE) bilan legirlash material xususiyatlarini boshqarishning samarali usuli hisoblanadi. Oldingi tadqiqotlarda Sm, Dy, La va Lu ionlari bilan legirlangan magnitit nanozarrachalarining strukturaviy va magnit xususiyatlari o‘rganilgan bo‘lib, legirlash sirt nuqsonlarini kamaytirishi va superparamagnit holatni yaxshilashi aniqlangan edi [2]. Ushbu ishda shu metodologiyaga tayangan holda, birgalikda cho‘ktirish usulida sintez qilingan, 2.5 at.% Nd^{3+} va Tm^{3+} ionlari bilan legirlangan hamda legirlanmagan magnetit nanozarrachalarining kristall va magnit tuzilmasi rentgen (XRD) va neytron difraktsiyasi (ND) yordamida tahlil qilindi. XRD va ND tajribalari xona haroratida o‘tkazildi. Ma‘lumotlar FullProf dasturida Ritveld usuli bilan tahlil qilindi. XRD natijalari barcha namunalarning bir fazali kubik shpinel strukturasiga (fazoviy guruhi $\text{Fd}\bar{3}\text{m}$) ega ekanligini ko‘rsatdi. Legirlanmagan Fe_3O_4 (panjara parametri $a=8.361(2) \text{ \AA}$ [2]) bilan solishtirganda, Nd va Tm legirlangan namunalarda panjara parametrining o‘zgarishi qayd etildi. Nd^{3+} ($\sim 0.98 \text{ \AA}$) va Tm^{3+} ($\sim 0.88 \text{ \AA}$) ion radiuslarining Fe^{3+} ($0.55 \text{ \AA}$) dan kattaligi ularning oktaedrik (B) bo‘shliqlarni egallashi natijasida mahalliy deformatsiyalar yuzaga keltiradi. Sirt nuqsonlarining NYE ionlari tomonidan stabilizatsiyalanishi ham panjara parametriga ta’sir qiladi [2, 3]. Kristallitlarning o‘rtacha o‘lchamlari Sherrer formulasi yordamida hisoblandi [3]. Legirlangan namunalarda kristallit o‘lchamlarining biroz oshishi kuzatildi, bu Sm, Lu, La, Dy uchun olingan natijalarga mos keladi [2].

Neytron difraktsiyasi magnit strukturani o‘rganish imkonini berdi. ND diffraktogrammalarida (111) magnit pikining intensivligi legirlangan namunalarda o‘zgargan. Nd^{3+} ($4f^3$) va Tm^{3+} ($4f^{12}$) ning 4f elektronlari temirning 3d elektronlari bilan o‘zaro ta’sirlashib, A (tetraedrik) va B (oktaedrik) bo‘shliqlardagi magnit momentlarning qayta taqsimlanishiga olib keladi. [2] da ko‘rsatilganidek, ferrimagnit tartib saqlanib qoladi, ammo magnit momentlarning qiymati legirlanmagan namunaga nisbatan kamayadi. Bu kamayish $\text{Fe}^{3+}\text{-O-Fe}^{3+}$ superalmashinish o‘zaro ta’sirlarining qisman susayishi bilan izohlanadi.

Xulosa qilib aytganda, Nd va Tm elementlarining ionlari bilan legirlangan magnitit nanozarrachalari kubik shpinel strukturasiga ega bo‘ladi. Rentgen va neytron difraktsiyasi legirlash natijasida panjara parametri, kristallit o‘lchami va magnit momentlarda kuzatiladigan o‘zgarishlarni aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar Sm, Dy, La, Lu bilan olingan oldingi tadqiqotlar [2] bilan mos keladi va NYE ionlarining magnitit nanozarrachalari strukturasiga ta’sirini tushunishni kengaytiradi. Kelgusida quyi temperaturalarda (10 K gacha) magnit strukturani tadqiq qilish rejalashtirilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

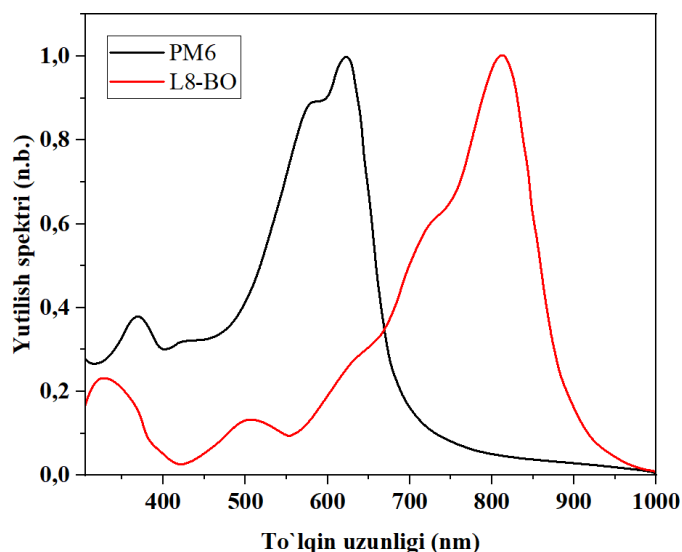
1. Laurent S. et al. Chem. Rev., 2008, 108, 2064.
2. A.V. Rutkauskas, O.N. Lis, S.E. Kichanov, E.V. Lukin, B.A. Abdurakhimov et al. Magnetite nanoparticles doped with rare earth ions: synthesis, structural, and magnetic properties. J. Nanopart. Res. 27, 188 (2025).
3. Gupta A.K., Gupta M. Biomaterials, 2005, 26, 3995.

PM6 DONOR VA L8-BO AKSEPTOR ASOSIDAGI YUPQA QATLAMLARNING OPTIK XOSSALARINI TADQIQ QILISH

A. Saidqulova, A. Saparbayev

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi U.A. Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer
texnologiyalari instituti, 100125 Toshkent, O‘zbekiston

Organik quyosh elementlari (OQE) so‘nggi yillarda intensiv tadqiqot ob‘ektiga aylandi. Buning asosiy sababi ularning an‘anaviy kremniy asosidagi quyosh elementlariga nisbatan bir qator afzalliklariga ega ekanligi, yengil va moslashuvchan qurilmalar yaratish, shuningdek keng miqyosli va arzon ishlab chiqarishga yaroqliligi bilan izohlanadi. OQE sohasidagi so‘nggi yutuqlar asosan yangi avlod fullerlenli bo‘lmagan akseptorlar (NFA) va yuqori samarali polimer donorlarning ishlab chiqilishi bilan bog‘liq. Ushbu yo‘nalishda PM6 polimer donori va L8-BO kichik molekulali akseptori hozirgi kunda organik fotovoltaj sohasidagi eng yetakchi materiallar sifatida e‘tirof etilmoqda.



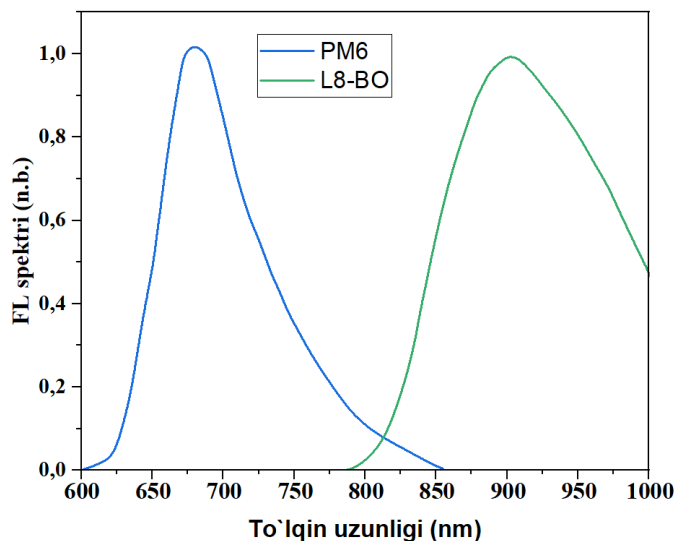
1-rasm. PM6 donor va L8-BO akseptor materiallarning yutilish spektrlari.

1-rasmda PM6 donor va L8-BO akseptor materiallarining yutilish spektrlari keltirilgan bo‘lib, ular organik quyosh elementlarida yorug‘likni yutish va zaryad hosil qilish jarayonlarini chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, PM6 donor materialining yutilish spektri ikki asosiy sohada namoyon bo‘ldi: 300-400 nm va 400-700 nm diapazonlarda. 300-400 nm oralig‘ida kuzatiladigan past intensivlikdagi pik polimerning konjugatsiyalangan π -elektron tizimida yuz beradigan π - π elektron o‘tishlariga tegishli bo‘lib, u yuqori energiyali fotonlarni yutish orqali eksitonlar hosil bo‘lishiga xizmat qiladi. Biroq, quyosh spektrida ushbu diapazonga mos to‘lqin uzunlikdagi fotonlar nisbatan kam bo‘lganligi sababli, bu pik umumiy fotoelektrik samaradorlikka cheklangan darajada ta‘sir ko‘rsatadi. 400-700 nm oralig‘ida kuzatiladigan asosiy va kuchli yutilish piki molekula ichida elektronlarning qayta taqsimlanishi bilan bog‘liq bo‘lib, bunda elektron zichligi donor qismdan akseptor qismga siljiydi. Ushbu jarayon eksitonlarning samarali hosil bo‘lishi va keyinchalik donor-akseptor interfeysida zaryad ajralishining yuz berishida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Shunday qilib, PM6 ning keng spektral yutilishi, xususan ko‘rinadigan sohadagi kuchli absorbsiya xususiyati, organik quyosh elementlarida yorug‘likdan foydalanish samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi[1].

L8-BO akseptorning yutilish sohasi 400 nm dan 900 nm gacha bo‘lgan keng optik yutilish diapazoniga ega bo‘lib, bu oraliq quyosh spektrining asosiy qismini qamrab oladi. Maksimal yutilish piki

esa $\lambda_{\max} \sim 803$ nm atrofida ekanligi aniqlangan bo'lib, bu esa yaqin infraqizil nurlanish sohasida ham samarali yutilishi sababli, L8-BO OQElarining samaradorligini oshiradi, chunki ular quyosh spektrining ko'proq qismini elektr energiyasiga aylantira oladi. Ilmiy tadqiqotlarda L8-BO asosidagi organik quyosh elementlarida energiya o'zgarish samaradorligi (EO'S) $\sim 19\%$ ga erishildi, bu esa fullerensiz akseptorlar orasida eng yuqori natijalardan biridir.

PM6 donor va L8-BO akseptor materiallarining yutilish spektrlari bir-birini mukammal to'ldiradi: PM6 ning 300-700 nm diapazonidagi keng yutilishi va L8-BO ning 400-900 nm gacha cho'zilgan, ayniqsa yaqin infraqizil sohada kuchli yutilishi birgalikda quyosh nurlanish spektrining katta qismini samarali qamrab oladi. Ushbu spektral muvofiqlik PM6:L8-BO asosidagi faol qatlamda foton yutilishini maksimallashtiradi, ekziton hosil bo'lishini tezlashtiradi va donor-akseptor interfeysida zaryad ajralishini osonlashtiradi. Natijada, bu material juftligi asosidagi organik quyosh elementlarida energiya o'zgarish samaradorligi $\sim 19\%$ ga yetkazilgan bo'lib, bu fullerensiz akseptorlar orasida hozirgi kunda qayd etilgan eng yuqori ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi[2]. Yuqorida keltirilgan tahlillar PM6 va L8-BO ning optik xossalari jihatidan bir-biriga yuqori darajada mos kelishini tasdiqlaydi va ushbu materiallar juftligini zamonaviy organik fotovoltaikaning eng istiqbolli tizimlaridan biri sifatida belgilaydi.



2-rasm. PM6 donor va L8-BO akseptor materiallarning fotoluminessensiya spektrlari.

2-rasmda fotoluminessensiya (FL) spektrlari tahlil qilinganda, PM6 uchun FL piki ~ 700 nm atrofida, L8-BO uchun esa ~ 900 nm ga yaqin sohada kuzatildi. FL piklari materiallarda rekombinatsiya jarayonlari natijasida chiqariladigan nurlanishni ifodalaydi va eksitonlarning energiya yo'qotish mexanizmlarini baholashga xizmat qiladi. PM6 tomonidan chiqariladigan nurlanish ko'rinuvchi spektrning uzun to'liqlik qismiga to'g'ri kelsa, L8-BO ning piki yaqin infraqizil sohaga siljiganligi uning tor polosali akseptor ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu spektral natijalar materiallarning energetik taqiqlangan soha kengligini xarakterlab, donor va akseptor o'rtasidagi energetik moslikni ko'rsatadi. Individual plyonkalarda kuzatilgan yuqori intensivlikdagi FL piklari eksitonlarning radiatsion rekombinatsiyasidan dalolat beradi. Bu natijalar keyinchalik hajmiy getereostrukturali aralashmalarda (PM6:L8-BO) eksitonlarning zaryadga ajralish samaradorligini aniqlashda asosiy taqqoslash mezon bo'lib xizmat qiladi[3].

Yuqoridagi natijalar shuni ko'rsatadiki, PM6 donor va L8-BO akseptor materiallari o'zaro komplementar yutilish xususiyatiga ega bo'lib, keng spektral diapazonda yorug'likni samarali qamrab oladi. Yutilish va fotoluminessensiya spektrlari tahlili ushbu tizimda eksitonlarning samarali hosil bo'lishi hamda donor-akseptor interfeysida zaryad ajralish jarayonlari uchun qulay energetik sharoit mavjudligini tasdiqlaydi. Natijada, PM6:L8-BO asosidagi faol qatlam yuqori fotoelektrik konversiya

samaradorligiga erishish uchun istiqbolli materiallar tizimi ekanligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sun, Z.; Ma, H.; Mai, T. L. H.; Park, J.; Jeong, S.; Yang, C. Nanoscale Balance of Energy Loss and Quantum Efficiency for High-Efficiency Polythiophene-Based Organic Solar Cells. *ACS Nano* **2025**, *19* (1), 1026–1035.
2. Li, Y.; Song, S.; Park, S. Y.; Kim, J. Y.; Woo, H. Y. Semi-Crystalline Photovoltaic Polymers with Siloxane-Terminated Hybrid Side-Chains. *Sci. China Chem.* **2017**, *60* (4), 528–536.
3. Jee, M. H.; Ryu, H. S.; Lee, D.; Lee, W.; Woo, H. Y. Recent Advances in Nonfullerene Acceptor-Based Layer-by-Layer Organic Solar Cells Using a Solution Process. *Adv. Sci.* **2022**, *9* (25), 2201876.

TITAN DIOKSIDI NANORODLARINI GIDROTERMAL USULDA SINTEZ QILISH HAMDA ULARNING MORFOLOGIK VA KRISTALLOGRAFIK XARAKTERISTIKALARINI TADQIQ QILISH

B. Sobirova, Sh. Urolov

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi U.A. Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer
texnologiyalari instituti, 100125 Toshkent, O‘zbekiston

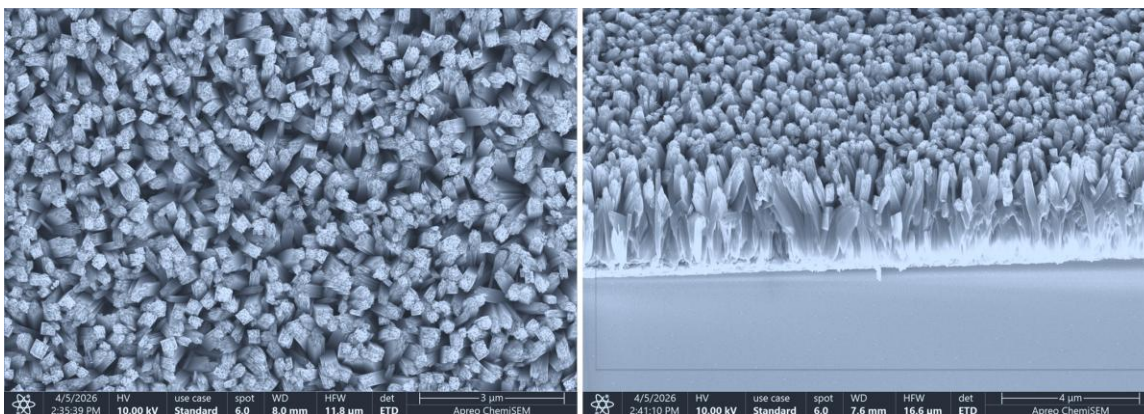
Keng zonali yarimo‘tkazgich materiallar sifatida qaratilgan titan dioksidi (TiO_2) ning nanostrukturalari o‘zining noyob elektrooptik xususiyatlari tufayli zamonaviy texnologiyalarda keng qo‘llaniladi. Xususan, suvni organik ifloslantiruvchilardan tozalash sohasida fotokatalizatorlar sifatida, fotovoltaj sohasida zaryad tashuvchi qatlam sifatida, suvni parchalab vodorod ajratib olishda katalitik material sifatida istibolli materiallardan sanaladi [1]. Bunday noyob fizik xususiyatlarga ega TiO_2 nanostrukturalarini iqtisodiy jihatdan kamxarj usullarda sintez qilish, hamda ularning morfologik, kristallografik xossalari chuqur tadqiq qilish dolzarb ilmiy masalalardan hisoblanadi.

Ushbu tadqiqot ishida FTO (Ftor atomlari kiritilgan SnO_2) qoplangan shisha plastinkalar sirtida gidrotermal usulda TiO_2 nanorodlarini sintez qilish jarayoni, ularning morfologik, kristallografik va optik xossalari bayon qilingan. Tadqiqotlar ko‘rsatdiki, titan butoksid ($\text{TiC}_{16}\text{H}_{36}\text{O}_4$) ni izopropil spirti ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}$), atsetil atseton ($\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2$), xlorid kislota (37%) va diionlashtirilgan suv aralashmasida gidrolizlash orqali FTO qoplangan tagliklar sirtida taglikka nisbatan tik yo‘nalishda o‘sgan, rutil kristallografik fazaga ega TiO_2 nanorodlarini sintez qilish mumkin.

Tadqiqotlarda tagliklar dastlab ultratovushli vannada izopropil spirti, diionlashtirilgan suv va atsetonda navbat bilan tozalandi. Yakuniy bosqichda tagliklar azot gazida quritilib, mufel pechida 100°C haroratda 10 minut qizdirildi. TiO_2 nanorodlarini gidrotermal usulda o‘stirish uchun zarur bo‘lgan eritma quyidagi tartibda tayyorlandi. Dastlab shisha kolbada izopropil spirti va atsetil atseton 15:1 nisbatda quyilib, magnetik mishalka yordamida 10 minut intensiv aralashtirildi. Keyin unga titan butoksid 3:1 nisbatda qo‘shilib, takror intensiv aralashtirildi. Boshqa kolbada xlorid kislota (37%) va diionlashtirilgan suvning 1:1 nisbatdagi aralashmasi tayyorlab olindi. Keyin unga birinchi tayyorlangan eritma qo‘shilib, magnetik mishalka yordamida 10 minut intensiv aralashtirib turildi. Tayyor bo‘lgan eritma germetik avtoklavning teflon silindriga quyildi. Avvaldan tozalab olingan tagliklar ishchi yuzasi pastga qaragan holda o‘rnatilib, avtoklav silindriga joylandi. Avtoklav yopilib, 175°C doimiy haroratda 8 soat davomida TiO_2 nanorodlari sintez qilindi. Sintezdan keyin avtoklav tabiiy sovutish orqali xona haroratigacha sovutildi hamda nanorodlar o‘stirilgan tagliklar avtoklavdan olinib, ochiq havoda quritildi. Tadqiqot obyektlarining kristallografik va optik xossalari qizdirishning ta‘sirini o‘rganish maqsadida namunalarning bir qismiga mufel pechida 450° haroratda 1 soat termik ishlov berildi.

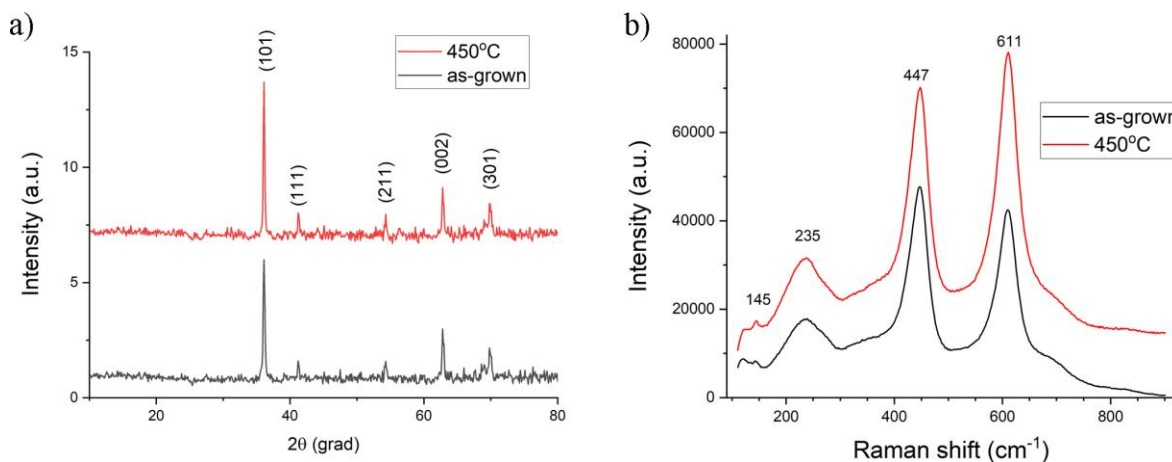
Gidrotermal usulda FTO qoplangan shisha plastinkalar sirtida sintez qilingan TiO_2 nanorodlarining Skanlovchi Elektron Mikroskop (SEM) da olingan tasvirlari quyidagi 1- rasmda keltirilgan. Tasvirlardan ko‘rish mumkinki, nanorodlar TiO_2 ning rutil kristallografik fazasiga mos shaklda kristallangan. Ularning uzunliklari $3\div 4\ \mu\text{m}$ atrofida diametrlari esa, $200\div 300\ \text{nm}$ atrofida bo‘lib, zich va taglikka nisbatan deyarli tik yo‘nalishda o‘sgan (1- rasm). Quyidagi 2a- rasmda namunalarning Rentgen difraksiya analiz spektrlari keltirilgan. Ko‘rish mumkinki, spektrlarda TiO_2 ning rutil tetragonal fazasining standart ((JCPDS) Card №: 00-021-1276) spektriga mos maksimumlar kuzatildi qo‘shimcha maksimumlar kuzatilmadi (2a-rasm). Grafikdan ko‘rinadiki, spektrlarda (101) maksimum dominantlik qilgan. Bu maksimum ayni tekislikda atomlarning tartibli va zich joylashganligini ko‘rsatadi. Shuningdek, (002) yo‘nalishda ham yuqori intensivlikdagi maksimum kuzatilgan bo‘lib, bu maksimum taglikka nisbatan tik yo‘nalishda [001] o‘q bo‘ylab o‘sgan nanorodlarning ulushi yuqori ekanligini ko‘rsatadi [2]. Nanorodlar 450°C da 1 soat qizdirilgandan keyin (101) maksimumning intensivli $\sim 25\%$

ga, qolgan maksimumlarning holati qisman o‘zgarganligi kuzatildi (2a-rasm). Bu o‘zgarish qizdirishdan keyin (101) yo‘nalishda atomlarning yuqori darajada tartiblanganligidan dalolat beradi.



1- rasm. Gidrotermal usulda sintez qilingan TiO₂ nanorodlarining SEM da olingan tasvirlari.

Tadqiqot obyektlarining Raman sochilish spektrlaridan ko‘rinadiki, yangi sintez qilingan TiO₂ nanorodlarining Raman sochilish spektrida B_{1g} (145 cm⁻¹), E_g (447 cm⁻¹) va A_{1g} (611 cm⁻¹) rutil fazani xarakterlovchi faol- Raman modalari bilan birgalikda, multi fotonli jarayonlar (235 cm⁻¹) bilan bog‘liq maksimum kuzatildi (2b-rasm).



2- rasm. Yangi o‘stirilgan va 450°C haroratda 1 soat qizdirilgan TiO₂ nanorodlarining a) Rentgen difraksiyon analiz va b) Raman sochilish spektrlari.

Yuqori haroratda qizdirilgan nanorodlarning Raman sochilish spektrida E_g va A_{1g} Raman modalarning intensivligi keskin ortganligini ko‘rish mumkin (2b- rasm). Bu o‘zgarishlar termik ishlov berishdan keyin atomlar kristal strukturada yuqori darajada qayta tartiblanganidan va ular orasidagi bog‘lanishlar yanada yaxshilanganidan dalolat beradi.

Ushbu ish O‘R FA U.A. Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer texnologiyalari institutida bajarilayotgan “Bo‘yoqlar va nanozarrachalar bilan faollashtirilgan metalloorganik komplekslarning strukturaviy, optik va generatsion xarakteristikalarini tadqiq qilish” mavzusidagi FL- 8824063381- sonli fundamental loyiha doirasida amalga oshirildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

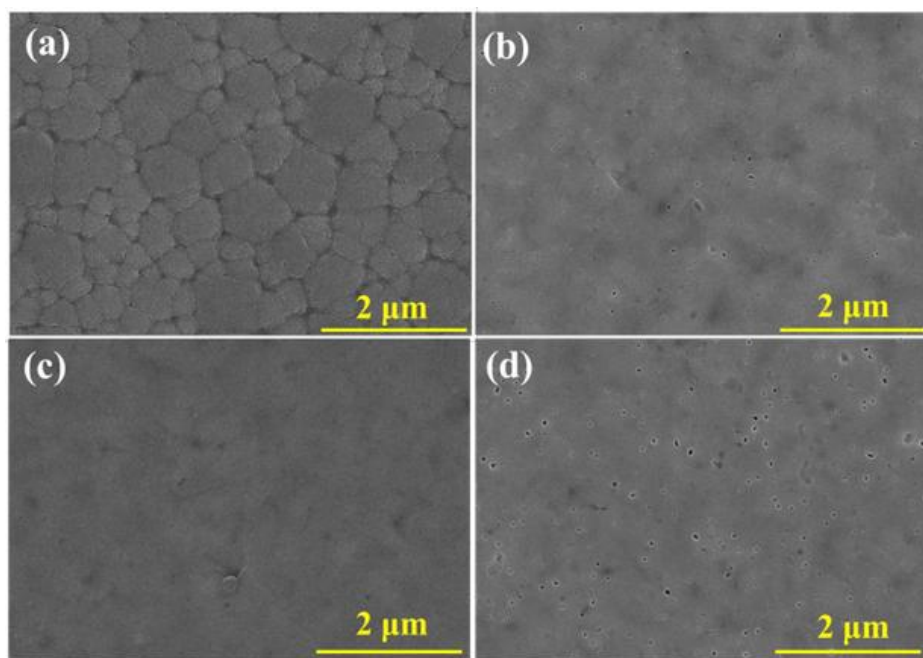
1. X. Jiang et al. Nanoscale 2011, 3, 3573–3577.
2. Liu and Eray S. Aydi. J. Am. Chem. Soc. 2009, 131, 11, 3985–3990.
3. Shangrong Chen, Hong Li. Coatings 2025, 15, 1338.

SIRT PASSIVATSIYASI VA TERMAL QIZDIRISH ORQALI CsPbI_2Br PEROVSKIT QATLAMLARINING KRISTALL TUZILISHINI OPTIMALLASHTIRISH

N. Otaqulova, A. Saparbayev

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi U.A. Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer
texnologiyalari instituti, 100125 Toshkent, O‘zbekiston

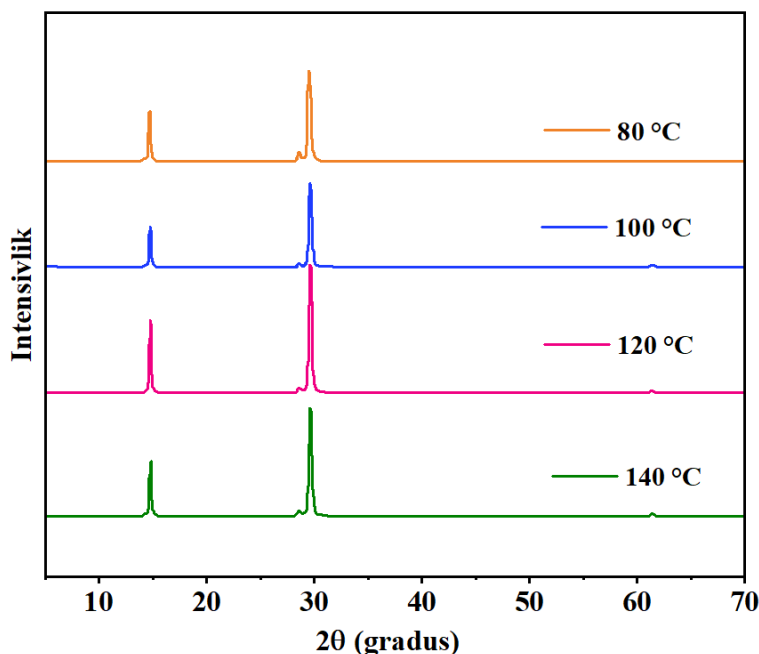
Ma’lumki, hozirgi kunda perovskit quyosh elementlari (PQE) dunyo olimlarining katta qiziqishiga sabab bo‘lmoqda va bu sohada o‘tkazilgan ko‘plab tadqiqotlar natijasida bir qancha yaxshi natijalarga erishildi[1]. Biroq erishilgan natijalarga qaramasdan sohada hali ko‘plab yechimi topilmagan muammolar mavjud va bularning eng asosiysi PQElarning tashqi omillar ta’siridagi tez degradatsiyaga uchrashidir[2]. Ushbu ishda CsPbI_2Br asosli PQElarning faol qatlam strukturasi yaxshilash va uning barqarorligini oshirish uchun, faol qatlamlarni spin-coating usuli yordamida yotqizish jarayonida polimid (PI) yordamida sirt passivatsiyasi amalga oshirildi va faol qatlamlar 80–140 °C harorat oralig‘ida qizdirib tayyorlandi.



1-rasm. Turli haroratlarda qizdirilgan CsPbI_2Br faol qatlamlar yuzasining SEM tasvirlari.

Perovskit faol qatlamining mikrostrukturaviy morfologiyasini yanada chuqurroq tahlil qilish maqsadida, SEM (skanerlovchi elektron mikroskopiya) tasvirlaridan foydalanilgan. 1-rasmda turli haroratlarda qizdirib tayyorlangan CsPbI_2Br faol qatlamlarning SEM tasvirlari keltirilgan. Ushbu tasvirlar orqali qo‘shimcha modda konsentratsiyasining kristall donachalar o‘sishi, qatlamning bir xilligi va morfologik xususiyatlariga qanday ta’sir qilganligini aniqlash mumkin. SEM tasvirlariga ko‘ra, 80 °C da qizdirilgan faol qatlamlar yuzasida perovskit donalari nisbatan kichik va notekis taqsimlangan bo‘lib, donalar chegaralari aniq ko‘rinadi. Bunday morfologiya past haroratda kristallanish jarayonining yetarli darajada kechmasligi va yuqori sirt nuqsonlari mavjudligini anglatadi. Bu zaryad tashuvchilarni tez rekombinatsiyaga uchratadi va natijada PQElar samaradorligini pasaytiradi. Qizdirish harorati 100 °C ga oshirilganda, donalar o‘lchamining kattalashishi va faol qatlamning qoplanish darajasi yaxshilangani kuzatildi. Shunga qaramay, ayrim mayda bo‘shliqlar va notekis donalar chegaralari saqlanib qoldi, bu esa zaryad tashuvchilarning nurlanishsiz rekombinatsiyasiga sabab bo‘lishi mumkin[3].

Haroratni 120 °C ga oshirishimiz natijasida donalar eng katta bo‘lib, qatlam zich va silliq yuzaga ega bo‘ldi, bo‘shliqlar deyarli yo‘qoldi, defektlarning kamayishi zaryad tashuvchilarni erkin harakatlanishiga yordam berdi. Biroq, faol qatlamlar 140 °C haroratda qizdirilganda harorat optimaldan oshib ketganligi tufayli sirtida ko‘plab nanoteshiklar va nuqsonlar paydo bo‘ldi. Umuman olganda, SEM tasviri tahlili PI passivatsiyasi bilan birgalikda 120 °C qizdirish harorati CsPbI₂Br perovskit faol qatlamlari uchun optimal morfologik sharoitni ta‘minlashini ko‘rsatadi. Ushbu sharoitda hosil bo‘lgan zich va bir jinsli faol qatlamlarda zaryad tashuvchilarning samarali harakatini ta‘minlab, PQElarning optik va elektrik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi.



2-rasm. Turli haroratlarda qizdirilgan CsPbI₂Br PQElarning XRD spektrlari.

2-rasmda turli haroratlarda qizdirilgan CsPbI₂Br PQElarning XRD spektrlari keltirilgan. PI passivatsiyasi qo‘llangan CsPbI₂Br perovskit faol qatlamlarining XRD spektrlaridan ko‘rish mumkinki, qizdirish harorati kristall tuzilmasi va faza barqarorligiga sezilarli ta‘sir ko‘rsatdi. Grafikdan ko‘rish mumkinki, barcha faol qatlamlarning difraksiya intensivligining eng yuqori piklari asosan ikkita joyda mavjud bo‘lib, bu ikkita XRD piklar (100) va (200) CsPbI₂Br faol qatlamlarning kub fazali strukturasi mos keladigan 14,6° va 29,5° sohalarda joylashgan. 80 °C haroratda qizdirib tayyorlangan CsPbI₂Br PQElarning XRD spektrida intensivlik ancha past bo‘lib, bu perovskitning kristallik darajasi va fazaviy barqarorligi yetarli darajada shakllanmaganini bildiradi.

Qizdirish harorati 100 °C ga oshirilganda, asosiy difraksiya cho‘qqilarining intensivligi ortdi va cho‘qqilar keskinlashdi. Bu kristall donalarning o‘sishi va kristall tuzilmaning yaxshilanishini bildiradi, biroq hali ham ma‘lum darajada struktura tartibsizliklari saqlanib qoldi.

120 °C da qizdirilgan PI-passivatsiyalangan CsPbI₂Br PQElarning XRD spektr intensivligi eng yuqori bo‘ldi, bu holat optimal harorat kristall panjaraning ichki tartibini yanada mustahkamlab, yuqori sifatli kristallar hosil bo‘lishiga xizmat qilganini bildiradi. Shu bilan birga PI molekularining Pb²⁺ ionlari bilan koordinatsiyalanib, kristallanish jarayonini nazorat qilgani hamda donalar chegaralaridagi nuqsonlarni samarali passivlagani natijasida perovskit kristallari yirik va yaxshi tartiblangan holda shakllandi. Biroq, 140 °C da qizdirilgan faol qatlamlarning XRD spektrlarida asosiy perovskit cho‘qqilarining intensivligi biroz pasaygani kuzatiladi. Bu yuqori harorat ta‘sirida qisman termik degradatsiya, ionlarning migratsiyasi yoki ikkilamchi fazalarning (masalan, PbI₂ ga xos zaif cho‘qqilar) paydo bo‘lishi ehtimoli bilan izohlanadi.

Umuman olganda, SEM va XRD tahlillari PI passivatsiyasi bilan birgalikda 120 °C qizdirish harorati CsPbI₂Br perovskit faol qatlamlari uchun eng optimal kristallanish sharoitini ta'minlashini ko'rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zhang, X., et al., Thermal conduction-induced crystallization and achieving high efficiency in HTM-free carbon-based CsPbI₂Br solar cells by regulating the dipole moment of aliphatic amine acetate additives. *Journal of Materials Chemistry C*, 2025. **13**(14): p. 7071-7081.
2. Wang, W., et al., Modification of compact TiO₂ layer by TiCl₄-TiCl₃ mixture treatment and construction of high-efficiency carbon-based CsPbI₂Br perovskite solar cells. *Journal of Energy Chemistry*, 2021. **63**: p. 442-451.
3. Chao, L., et al., Room-temperature molten salt for facile fabrication of efficient and stable perovskite solar cells in ambient air. *Chem*, 2019. **5**(4): p. 995-1006.

BAK AKKUMULYATORIDAGI SUVNING ISISH DINAMIKASINI LOYIHALASHTIRISH.

O.C.Рузиев., X.Isayev., M.A. Fattaxov.

Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti ,

Kirish: Qayta tiklanuvchi energiya manbalari ulushining ortishi energiya ishlab chiqarish va iste’mol o‘rtasidagi muvozanatni murakkablashtirib, tizim boshqaruvini qiyinlashtirmoqda. Shu sababli istemolhi tomonidan boshqarish orqali yuklamani moslashuvchan boshqarish muhim ahamiyat kasb etadi, bunda elektr issiq suv baklari yuqori issiqlik sig‘imi va energiyani vaqt bo‘yicha ko‘chirish imkoniyati bilan samarali vosita hisoblanadi.

Ushbu ishda issiq suv baki dinamik tizim sifatida ko‘rib chiqilib, harorat taqsimoti va stratifikatsiya jarayonlari hisobga olinadi. Model qatlamli yondashuv asosida tuzilib, “mavjud energiya” mezoni orqali optimallashtiriladi hamda natijada energiya samaradorligini oshirish va yuklamani muvozanatlashtirish imkoniyati yaratiladi.

Asosiy qism: Adabiyotlarda issiq suv bak-akkumulyatorlarini modellashtirishda tabiiy stratifikatsiyani saqlovchi va aralashishni kamaytiruvchi tizimlar samaradorlikni 15–20% ga oshirishi ko‘rsatilgan, biroq ayrim ishlarda kirish-chiqish oqimlari ta’siri yetarli hisobga olinmagan [1]. Uslubiy ko‘rsatmalarda baklarning texnik holatini baholash tartibi berilgan, lekin haroratning vaqt bo‘yicha o‘zgarish dinamikasi yoritilmagan [2]. Ikki ketma-ket rezervuarli model yuqori aniqlik bilan stratifikatsiyani hisobga oladi, ammo energiya balansida oqimlar ta’siri kiritilmagan [3]. Logalux baklari bo‘yicha qo‘llanmada loyihalash va boshqaruv prinsiplari berilgan, biroq devorlar orqali issiqlik almashinuvi hisobga olinmagan [4].

Natijalar va muhokamalar: Bakdagi suvining isishida bak balandligi bo‘ylab qatlamlarga bolamiz. Har bir qatlam isishi uchun qancha issiqlik miqdori kerakligi hisoblaymiz. Bunda bizga kerak bo‘ladigan bak o‘lchami: Bak ichidagi suv hajmi 80 litr bo‘lishi kerak. Bakning birinchi qobig‘i zanglamaydigan po‘latdan yasalgan.

Harorati 0-80°C oralig‘i uchun NIST (Standart va texnologiyalar milliy instituti, AQSh) ma’lumotlaridan olingan emperik tenglamadan foydalanish mumkin. Bu suvning zichligi harorat o‘zgarishi bilan bu ham o‘zgaradi

$$\rho(T) = 999.842594 + 6.793952 \cdot 10^{-2}T - 9.09529 \cdot 10^{-3}T^2 + 1.001685 \cdot 10^{-4}T^3 - 1.120083 \cdot 10^{-6}T^4 + 6.536332 \cdot 10^{-9}T^5 \quad (1)$$

ρ – Suv zichligi $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$, T – Harorat °C

Suvning harorat o‘tkazish koeffisienti $\alpha = \frac{\lambda}{\rho(T) \cdot c}$ formula yordamida hisoblaymiz, bu yerda suvning solishtirma issiqlik sig‘imi, issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffisienti va zichligi haroratga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Harorat o‘tkazish koeffisientining fizik ma’nosi bu 1 metr kvadratdan 1 sekundda issiqlikni o‘tish tezligini xarakterlaydi. Shunday ekan biz

$$\alpha(T) = \frac{(0.61 + 1.9 \cdot 10^{-3}T - 3.6 \cdot 10^{-6}T^2)}{(4182.3 - 3.09T + 0.0013T^2) \cdot (999.8 + 6.7 \cdot 10^{-2}T - 9.1 \cdot 10^{-3}T^2 + 1.0 \cdot 10^{-4}T^3 - 1.1 \cdot 10^{-6}T^4 + 6.5 \cdot 10^{-9}T^5)} \quad (2)$$

Yo‘rdamida harorat o‘tkazish tezligini haroratga bog‘liqlik qiymatlarini olamiz. Bu yordamida suv qatlamining optimal qiymatini aniqlaymiz. Ushbu optimal qiymat bizga harorat o‘zgarishining aniq qiymatini topishga xizmat qiladi. Issiqlik diffuziyasining material ichiga qanchalik kirib borgan va uning vaqtga bog‘liqligi Fourier soni (Fo soni) orqali aniqlanadi.

$Fo = \frac{\alpha \cdot t}{\Delta x^2}$ ushbu formuladan $Fo \approx 1$ bo‘lganda issiqlik hajm bo‘ylab to‘liq tarqaladi.

$$T_i^{k+1} = T_i^k + \frac{\Delta t \cdot \alpha}{\lambda \Delta x^2} (T_{i+1}^k - 2T_i^k + T_{i-1}^k) \quad (3)$$

har bir qatlamdagi haroratni topish formulasi bu ifodadagi i- qatlam, k- holatni belgilovchi parametri.
 $\Delta x = \frac{H}{N}$ H- bak balandligi.

$$T_1^1 = T_1^0 + \frac{\Delta t \cdot \alpha}{\lambda \Delta x^2} (T_2^0 - 2T_1^0 + T_0^0) \quad (4)$$

$$T_2^1 = T_2^0 + \frac{\Delta t \cdot \alpha}{\lambda \Delta x^2} (T_3^0 - 2T_2^0 + T_1^0) \quad (5)$$

$$T_3^1 = T_3^0 + \frac{\Delta t \cdot \alpha}{\lambda \Delta x^2} (T_4^0 - 2T_3^0 + T_2^0) \quad (6) \dots$$

$$T_n^1 = T_n^0 + \frac{\Delta t \cdot \alpha}{\lambda \Delta x^2} (T_{\text{polat}}^0 - 2T_n^0 + T_{n-1}^0) \quad (7)$$

Yuqorida keltirilgan formulalar asosida hajmi 80 litr bo‘lgan issiq suv ta’minoti baki uchun suvni belgilangan boshlang‘ich haroratdan kerakli yakuniy haroratgacha isitish jarayoni matematik modellashirildi. Ushbu jarayonda suvning issiqlik sig‘imi, zichligi, tashqi issiqlik manbai quvvati hamda issiqlik yo‘qotishlari kabi asosiy termodinamik parametrlar inobatga olindi. Tuzilgan matematik model Maple dasturi yordamida hisoblandi va natijada suvni isitish uchun zarur bo‘lgan umumiy vaqt aniqlandi.

$$A2 := (3 \, cl + c2 - \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}) \, Tx$$

$$+ \frac{160 \, al}{4 \, al \, \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}}$$

$$B2 := (3 \, cl + c2 + \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}) \, Tx$$

$$+ \frac{160 \, al}{4 \, al \, \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}}$$

$$al := 1.3 \quad T1 := 80 \quad T0 := 0 \quad kl := .3 \quad k2 := .5 \quad T2 := 13 \quad Q0 := .5233333333$$

$$T1x := \text{proc}(Q) \, T1 - (T1 - T2) \times \exp(-al \times Q) \, \text{end proc}$$

$$T2x := \text{proc}(Q) \, A2 \times \exp(kl \times (Q - Q0)) + B2 \times \exp(k2 \times (Q - Q0)) + T0 \, \text{end proc}$$

$$1. (3 \, cl + c2 - \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}) \, Tx$$

$$+ \frac{320. \, al}{4 \, al \, \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}}$$

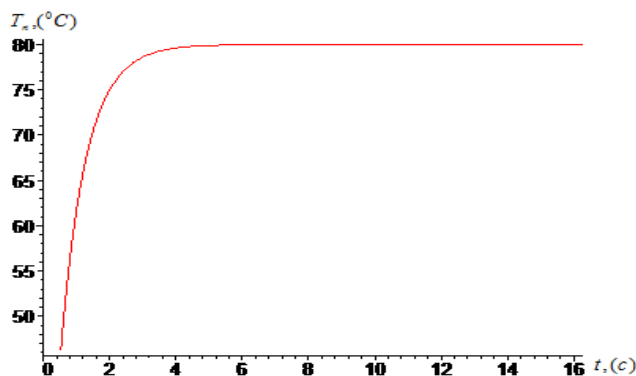
$$+ 1. (3 \, cl + c2 + \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}) \, Tx$$

$$T := \text{proc}(Q) \, \text{piecewise}(Q0 < Q, T1x(Q), Q < 6.88 - Q0, T2x(Q)) \, \text{end proc}$$

$$1. (3 \, cl + c2 - \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}) \, Tx$$

$$+ \frac{320. \, al}{4 \, al \, \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}}$$

$$+ 1. (3 \, cl + c2 + \sqrt{(cl + c2)^2 - 4 \, cl \, c2 + 4 \, al \, a2}) \, Tx$$



1-rasm. Bak ichidagi suv harorat o'zgarishig vaqtga bog'liqlik grafigi

Yuqorida keltirilgan formulalar asosida hajmi 80 litr bo'lgan issiq suv ta'minoti baki uchun suvni belgilangan boshlang'ich haroratdan kerakli yakuniy haroratgacha isitish jarayoni matematik modellashirildi. Ushbu jarayonda suvning issiqlik sig'imi, zichligi, tashqi issiqlik manbai quvvati hamda issiqlik yo'qotishlari kabi asosiy termodinamik parametrlar inobatga olindi. Tuzilgan matematik model Maple dasturi yordamida hisoblandi va natijada suvni isitish uchun zarur bo'lgan umumiy vaqt aniqlandi.

Xulosa: Ushbu tadqiqotda issiq suv ta'minoti bak-akkumulyatorida issiqlik almashinuvi jarayonlari chuqur tahlil qilinib, suvning isish dinamikasini aniq ifodalovchi ko'p qatlamli matematik model ishlab chiqildi. Modelda issiqlik o'tkazuvchanlik, konvektiv oqimlar, massa almashinuvi hamda tizimning real ekspluatatsion sharoitlari kompleks ravishda inobatga olindi. Ayniqsa, bak ichida haroratning stratifikatsiyasi hisobga olinishi natijalarning fizik aniqligini sezilarli darajada oshirdi.

Tadqiqot doirasida energiya balansi tenglamalari asosida har bir qatlam uchun alohida issiqlik hisoblari bajarilib, tizimning vaqt bo'yicha evolyutsiyasi sonli usullar yordamida aniqlashtirildi. Hisoblash jarayonlari optimallashtirilib, modelning yuqori aniqlik bilan birga tezkor ishlashi ta'minlandi. Natijada, 80 litr hajmli bak uchun suvni isitish jarayonining umumiy davomiyligi aniq hisoblab chiqildi va asosiy ta'sir etuvchi parametrlarning roli baholandi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, taklif etilgan model issiqlik yo'qotishlarini kamaytirish, energiya samaradorligini oshirish, hamda isitish jarayonini optimal boshqarish imkonini beradi. Shuningdek, model yordamida bak konstruktiv parametrlarini va ish rejimlarini optimallashtirish orqali tizimning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash mumkin. Umuman olganda, mazkur yondashuv issiq suv ta'minoti tizimlarini energiya tejankor va aqlli boshqariladigan tizimlarga aylantirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo'lib, kelgusida qayta tiklanuvchi energiya manbalari bilan integratsiyalashgan holda qo'llash uchun mustahkam nazariy asos yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. Ю. Рашидов. Саморегулируемые стратификационные водяные аккумуляторы теплоты для систем солнечного теплоснабжения Том 1 № 1/s (2020): Спецвыпуск междисциплинарного электронного научного журнала «Общество и инновации» стр 30-38
2. Методические указания по обследованию баков-аккумуляторов горячей воды российское акционерное общество энергетики и электрификации "Департаментом науки и техники РАО "ЕЭС России" 17.01.97 г. Начальник А.П.БЕРСЕНЕВ
3. Nicolas Leclercq , Simon Marichal , Sylvain Quoilin , Vincent Lemort . Dynamic modeling and experimental validation of an electrical water heater with a double storage tank configuration. Conference: 37th International Conference on Efficiency, Cost, Optimization, Simulation and Environmental Impact of Energy Systems (ECOS 2024) January 2024
4. Расчет и подбор баков – водонагревателей. Документация для проектирования. Издание 07/2002 (A4.06.1)

TIKUV BUYUMLARI ISHLAB CHIQUARISHDA YELIMLI QOTIRMA MATERIALLARDAN FOYDALANISHNING YANGI USULLARI VA YONDASHUVLARI

N.G'. Fayzullayeva, M.SH. Davranova, M.A.Tursunova, A.N. Ulukmuradov, B.X. Islamov.

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti

So'nggi yillarda to'qimachilik va yengil sanoatda ikkilamchi moddiy resurslardan foydalanish bo'yicha muayyan chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda, biroq hozirgi vaqtda muhim turdagi chiqindilardan foydalanish darajasini hali qoniqarli deb bo'lmaydi. Ishlab chiqarish jarayonida hosil bo'ladigan ko'plab qimmatli chiqindilar hanuzgacha to'liq foydalanilmayapti yoki yetarli darajada samarali qo'llanilmayapti. Shu bois chiqindilardan oqilona foydalanish yo'llarini izlash muammosi dolzarb hisoblanadi [1-2].

Chiqindilardan foydalanishning eng oqilona yo'nalishini tanlashda, qaysi holatda yuqori solishtirma iqtisodiy samaradorlikka erishilishini hisobga olish zarur - chiqindilar asosida maxsus mahsulotlar assortimentini yaratish orqali yoki ularni qo'llashning yangi yo'nalishlarini izlab topish hisobiga erilishi ma'lum.

Yuqorida bayon etilgan holatlarni inobatga olgan holda, hozirgi kunda MDH mamlakatlari tikuvchilik sanoatida yelimli qotirma materiallariga bo'lgan talab kuchaymoqda. Bunday vaziyat ko'pgina respublikalarda ushbu turdagi materiallarni o'zida ishlab chiqarish texnologiyasi mavjud emasligi va ular chet davlatlardan sotib oliyotganligi bilan izoxlanishi mumkin.

Qotirma materiallari turli xil to'qima buyumlarini tikish jarayonida keng qo'llaniladi. Ular buyumlarning shaklini yaxshiroq saqlashga yordam beradi, ishlov berish jarayonini qulay va tezkor qiladi, shuningdek, tayyor mahsulotlarning umumiy sifatini oshiradi. Ularni, yeng keng tarqalgan turlaridan biri - termoplastik yelimli qotirma materiallaridir. Bunday materiallar to'qimachilik asosidan, ya'ni mato, trikotaj yoki noto'qima matolardan (jumladan, ko'p qatlamli tuzilmalardan) iborat bo'lib, ularning bir tomoniga termoplastik polimerlardan tayyorlangan yelim qatlami surtilgan bo'ladi. Ushbu materiallar kiyim detallarini mustahkamlash uchun qo'llaniladi: ular buyum yuzasi bo'ylab shaklning barqarorligini ta'minlaydi, shuningdek, ishlab chiqarilayotgan mahsulotlarni qirralari va kesimlariga ishlov berishda ham foydalaniladi.

Yelimli materiallar sifatida turli xil polimerlar, jumladan, polietilen (ham yuqori, ham past zichlikdagi), polivinilatsetat, poliamid, poliuretan, polipropilen va boshqa polimerlar qo'llanilib kelinmoqda. Yelim qatlamining xossalari qoplama tuzilmasi va qo'llaniladigan termoplastik polimerlarning xususiyatlariga bog'liq bo'ladi. Old tomondan ishlov berish (frontal dublikatlash) jarayonida ko'pincha polivinilxlorid, poliamid, poliestер hamda past bosimli polietilen asosidagi qoplamaga ega materiallar qo'llaniladi.

Yelim qatlami ikkita asosiy turga bo'linadi: nuqtali (turli ko'rinishlarda bajariladigan) va uzluksiz. Uning tuzilishi qo'llash usuli, polimerlar va to'qimachilik asosining xususiyatlari, shuningdek, qotirma materialining vazifasiga bog'liq bo'ladi. Nuqtali qotirma muntazam (yelim nuqtalarining bir tekis joylashuvi bilan) va nomuntazam (notekis taqsimlanishi bilan) bo'lishi mumkin. Nuqtali yelim qatlamini hosil qilishda termoplastik polimerlar odatda ma'lum darajada maydalangan kukun ko'rinishida qo'llaniladi. Unda ishlatiladigan kukun zarrachalari o'lchami yelimni qo'llash usuli, uning bir tekis taqsimlanishi hamda materialning qo'llanish sohasiga ta'sir qiladi. Yelim qotirmasi bevosita kukun holatidan yoki uning asosida tayyorlangan pasta(massa)lardan ham tayyorlanishi mumkin.

Kiyim ishlab chiqarishda eng keng qo'llaniladigan materiallar - bu bir tekis nuqtali yelim qoplamaga ega termoplastik yelimli qotirma materiallaridir. Notekis nuqtali yelim qatirmaga ega materiallar esa asosan zich matolardan tikiladigan materiallarda, masalan, palto ishlab chiqarishda qo'llaniladi, u esa o'z o'rinida, qotirma xususiyatlari ishlov berish jarayonida sezilarli darajada namoyon bo'lmaydi.

Yelimni nuqtali usulda qo'llash uzluksiz qotirmaga nisbatan bir qator afzalliklarga ega: u birikmaning egiluvchanligini oshiradi, shuningdek materialning havo va bug' o'tkazuvchanlik xususiyatlarini yaxshilaydi. Shu sababli hozirgi kunda uzluksiz yelim qoplamali qotirma materiallari ancha kam qo'llaniladi va ularning qo'llanish sohasi cheklangan hisoblanadi.

Jahon amaliyotida yelimli qotirma materiallarini ishlab chiqarish asosan to'qilgan, trikotaj yoki noto'qima materiallarning tolali tuzilmasiga yelim moddasini qotirish texnologiyasiga yo'naltirilgan. Bunday yondashuv yelim komponentini tanlash jarayonini sezilarli darajada cheklaydi, qotirma jarayonining tannarxini oshiradi. Yuqoridagilarni inobatga olib, shu munosabat bilan Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat institutida qotirma materiallarni, yelim komponenti sifatida yelim tolalari yoki iplaridan, shuningdek ularning aralashmasidan foydalanishga asoslangan yelimli materiallarni yaratish bo'yicha tadqiqotlar olib borilmoqda [3-4]. Bu esa polimer kompozitsion materiallarni, jumladan zonal tuzilmali, bir va ikki tomonlama yelimlash xususiyatiga ega bo'lgan, hamda ishlanmaning qattiqligi va qatlamlararo ajralish mustahkamligini keng diapazonda boshqarish imkonini beruvchi materiallarni yaratish imkonini beradi.

Ushu jarayonni mohiyatini tariflaydigan bulsak, biriktirilayotgan materiallar bir vaqtning o'zida bosim ostida qizdirilganda, yelim yumshaydi va erib, yopishqoq-oqim holatdagi massaga aylanadi. Ushbu holatda u qisman materiallar tuzilmasiga singib kiradi. Sovutilgandan so'ng yelim qotadi va ularning ichida mustahkamlanib, barqaror birikma hosil qilishi bilan izoxlanadi. Unda yuqori (optimal ko'rsatkich) natija yelim materiali qatlamlar orasida bir tekis taqsimlanganda, ya'ni ortiqcha oqib ketmasdan deyarli teng miqdorda joylashganda erishiladi. Termoplast yelimli materiallarni to'qima matolar bilan o'zaro bog'lash (yilimlash) to'qima materiallarni dazmollash (presslash) uskunalarida amalga oshirdi.

Bu holat materiallarni olish jarayonining o'ziga xosligi va ularning tuzilish xususiyatlari bilan izohlanadi. Mazkur materiallardan foydalanish tikuv buyumlarining mustahkamligi, elastikligi va uzoq xizmat qilish imkoniyatini ta'minlaydi.

Taklif etilayotgan qotirma materiallarining qo'shimcha afzalligi, bu to'qimachilik sanoatida vujudga kelayotgan ishlab chiqarish chiqindilardan foydalanish hamda mavjud texnologik liniyalarning texnologik imkoniyatlarini kengaytirish mumkinligi bilan izohlanadi.

ADABIYOTLAR

1. Islamov B.Kh., Mamaeva D.A., Vakhobov K.I. Solid phase dissolution fibroin of natural silk // The American Journal of Engineering and Technology. USA.- 2023. - Vol. 05, I. 01. Pp: 01-06.
2. Islamov B.Kh., Tashpulatov S.Sh., Vahobov K.I. Fibrous and dispersion-hardened composite materials. //Journal. "Technical science and innovation". 2023. №1 (09), pp. 64-69.
3. Патент РУз. № IAP 7611. Способ получения мелкодисперсных волокон из отходов натурального шелка с регулируемой дисперсностью. Исламов Б.Х., Ташпулатов С.Ш., Азимова М.Н., Темирова Г.И. Официальный бюллетень – 2024 г. 4(277).
4. Исламов Б.Х. Ташпулатов С.Ш. Структурные исследования натурального шелка в процессе переработки // Научный журнал. Universum: Технические науки, Москва, 2022, -№11 (104), Ч.4, С.12-15,

KO‘P KOMPLEMENTLI BINAR YARIMO‘TKAZGICHLI NANOPLYONKALARNING FIZIK XOSSALARI

A. Abduvayitov¹, G. Isayeva¹, J. Jumayev²

¹Toshkent davlat texnika universiteti, 100095 Toshkent,

²Termiz davlat universiteti, 190111 Termiz, O‘zbekiston

So‘nggi yillarda nanostrukturalangan materiallarga, xususan, ko‘p komponentli binar yarimo‘tkazgichli nanoplyonkalarga bo‘lgan qiziqish keskin ortdi. Bunga sabab ularning fizik xossalari hajmiy materiallarga nisbatan sezilarli darajada farq qilishi bilan izohlanadi [1]. Bunday tizimlarda o‘lcham effektlari, fazalararo chegaralar va tarkibiy o‘zgarishlar muhim rol o‘ynaydi [2].

Ko‘p komponentli binar yarimo‘tkazgichlar (masalan, Si–Ge, GaP–Si, CdS–ZnS kabi tizimlar) asosida hosil qilingan nanoplyonkalar o‘ziga xos fizik xossalarga ega. Ushbu xossalar quyidagi asosiy omillar bilan belgilanadi:

1. *Strukturaviy xossalar*: Nanoplyonkalarining kristall tuzilishi, donachalar o‘lchami va faza tarkibi ularning umumiy fizik xossalarini belgilaydi. Nanometr diapazonida donachalar chegarasi ortishi tufayli diffuziya va rekombinatsiya jarayonlari sezilarli darajada o‘zgaradi [2].

2. *Elektr xossalari*: Elektr o‘tkazuvchanlik nanoplyonka tarkibi, nuqsonlar konsentratsiyasi va qatlam qalinligiga bog‘liq. Ko‘p komponentli tizimlarda tashuvchilar harakati ko‘p hollarda chegaraviy to‘siqlar bilan cheklanadi [3]. Natijada, o‘tkazuvchanlik mexanizmi aktivatsion yoki tunnellanish xarakteriga ega bo‘lishi mumkin.

3. *Optik xossalar*: Nanoplyonkalarda kuzatiladigan eng muhim hodisalardan biri — kvant o‘lcham effekti hisoblanadi. Bu effekt natijasida taqiqlangan zona kengligi (E_g) o‘lcham kamayishi bilan ortadi [4]. Shu sababli, bunday materiallar optoelektronik qurilmalarda keng qo‘llaniladi.

4. *Termik xossalar*: Nanoplyonkalarining issiqlik o‘tkazuvchanligi ham hajmiy materiallarga nisbatan past bo‘ladi. Bu fononlarning chegaralarda sochilishi bilan izohlanadi [5].

Ko‘p komponentli binar yarimo‘tkazgichli nanoplyonkalar quyidagi sohalarida keng qo‘llaniladi:

- Quyosh elementlari va fotoelementlar
- Yorug‘lik chiqaruvchi diodlar (LED)
- Sensor qurilmalar
- Nanoelektronika va spintronika tizimlari

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki ko‘p komponentli binar yarimo‘tkazgichli nanoplyonkalar o‘zining noyob fizik xossalari bilan ajralib turadi. Ularning xususiyatlari tarkib, o‘lcham va tayyorlash texnologiyasiga kuchli bog‘liqdir. Ushbu materiallarni chuqur o‘rganish kelajakda yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan nanoelektron qurilmalarni yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. C. Kittel. Introduction to Solid State Physics. 2005, Vol. 8, Wiley, pp. 680.
2. A.N. Donald. Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles. 2012, Vol. 4, McGraw-Hill, pp 768.
3. B.G. Streetman, S. Banerjee. Solid State Electronic Devices. 2015, Vol 7, Pearson, pp. 544.
4. A. S. Saidov, Sh. B. Utamuradov. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi va nanostrukturalar. 2018, O‘zbekiston Milliy universiteti xabarlari, 250 b.
5. B. E. Yuldashev, M. T. Tursunov. Nanomateriallar va nanoelektronika asoslari. 2020, Fan va texnologiya, 320 b.

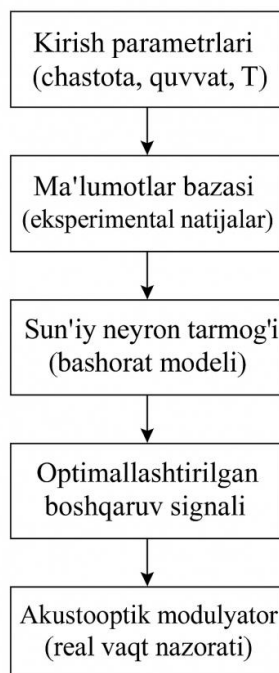
SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA AKUSTOOPTIK MODULYATORLARNING ISH JARAYONINI OPTIMALLASHTIRISH

Moxinur Elboyeva

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi U.A. Arifov nomidagi Ion-plazma va lazer
texnologiyalari instituti, 100125 Toshkent, O'zbekiston

So'nggi yillarda sun'iy intellekt texnologiyalari murakkab fizik jarayonlarni modellashtirish, tahlil qilish va optimallashtirishda keng qo'llanilmoqda. Akustooptika – bu optik nurlanishni akustik to'lqinlar yordamida boshqarish imkonini beruvchi soha bo'lib, lazer tizimlari, optik aloqa, spektroskopiya va tasvirlash texnologiyalarida muhim o'rin tutadi. An'anaviy boshqaruv usullarida modulyator parametrlarini qo'lda moslashtirish yuqori aniqlik va barqarorlik talab qiluvchi jarayonlarda yetarli natija bermaydi. Shu boisdan modulyatorning chiqish parametrlarini real vaqt rejimida bashorat qilish va optimallashtirish uchun sun'iy intellektdan foydalanish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

Tadqiqot maqsadi va vazifalari: Sun'iy intellekt algoritmlari yordamida akustooptik modulyatorlarning ish samaradorligini oshirish va ularning boshqaruv tizimini avtomatlashtirishdir. Asosiy vazifalar akustooptik modulyatorning fizik modelini ishlab chiqish; Eksperimental ma'lumotlar asosida sun'iy neyron tarmoq modelini o'qitish; Chiqish intensivligi va difraksiya samaradorligini SI yordamida prognozlash; Model asosida real vaqt rejimida boshqaruv tizimini ishlab chiqish va natijalarni taqqoslash.



1-rasm. Sun'iy intellekt asosida akustooptik modulyatorni boshqarish tizimi.

Tadqiqotda eksperimental va hisoblash usullari qo'llanildi. Akustooptik modulyatorning asosiy parametrlari – akustik quvvat, chastota, difraksiya burchagi va optik intensivlik o'lchandi. Olingan natijalar sun'iy neyron tarmoqni o'qitish uchun ma'lumotlar to'plamiga aylantirildi. Model PyTorch muhitida yaratilgan bo'lib, u kirish signallaridan chiqish intensivligini bashorat qiladi. Bundan tashqari, modulyatorning ish jarayoni MATLAB muhitida simulyatsiya qilindi. SI modelining bashorat natijalari eksperimental o'lchovlar bilan solishtirilganda, model aniqligi 10–15% ga yuqori ekanligi aniqlandi. Sun'iy intellekt modeli yordamida modulyatorning optimal boshqaruv nuqtalari an'anaviy usullarga

nisbatan tezroq aniqlanadi. Chiqish intensivligi tebranishlari kamaytirildi, difraksiya burchagi barqarorlashdi. SI asosidagi boshqaruv algoritmi modulyatorning javob vaqtini qisqartirdi (12,5 ms dan 8,9 ms gacha), signal/sanoq nisbatini esa 42 dB dan 47 dB gacha oshirdi. Natijada, akustooptik tizimning umumiy samaradorligi 8–12% ga yaxshilandi.

1-jadval. Eksperimental va SI modeli natijalarining taqqoslanishi.

№	Parametr nomi	An'anaviy usul	SI modeli	Farq (%)
1	Difraksiya samaradorligi (η)	0.78	0.87	+11.5
2	Chiqish intensivligi barqarorligi	$\pm 6.2\%$	$\pm 3.1\%$	-50
3	Javob vaqti (ms)	12.5	8.9	-28.8
4	Signal/sanoq nisbat (SNR)	42 dB	47 dB	+11.9
5	Energiya sarfi (nisbiy birlik)	1.00	0.91	-9.0

Sun'iy intellekt texnologiyalarini akustooptik modulyatorlarning boshqaruv tizimiga joriy etish ularning ishlash sifatini yaxshilash, energiya tejamkorligini oshirish va barqarorlikni ta'minlash imkonini beradi. Bu yondashuv akustooptik deflektorlar va filtrlash tizimlari uchun ham qo'llanilishi mumkin. Tadqiqot natijalari akustooptika va SI integratsiyasining amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xu, L., Zhao, W., & Li, H. Intelligent control of acousto-optic devices using neural networks. *Optics and Laser Technology*, 2023.
2. Murtazov, S. A., & Karimov, N. R. Akustooptik tizimlarning modellashtirilishi va optimallashtirish usullari. *Toshkent: FAN*, 2021.
3. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. *MIT Press*, 2016.
4. Zhang, P., & Wu, J. Application of AI in optical modulation systems. *IEEE Photonics Journal*, 2022.

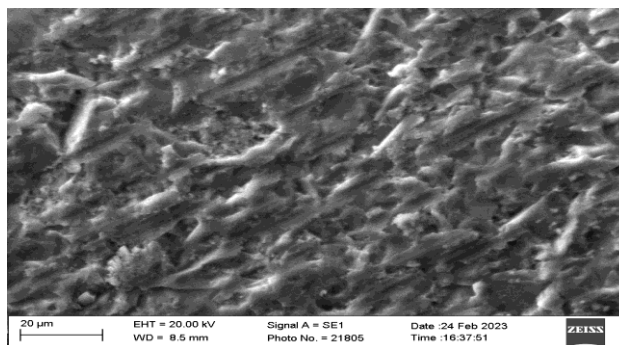
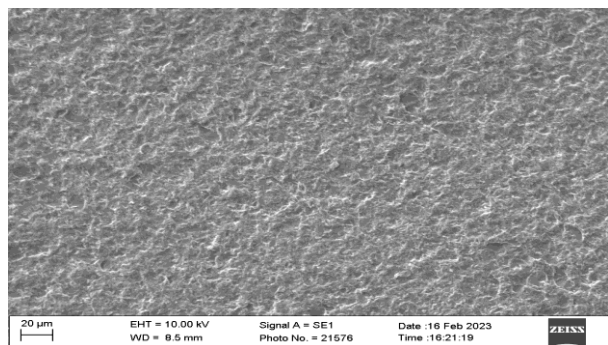
YARIMO‘TKAZGICHLI DETEKTORLAR UCHUN KREMNIY SIRTINING ELEKTROFIZIK XUSUSIYATLARI

O‘tkir Davlatov¹, Ilhom Maripov², Bekmurod To‘xtayev², Benazir Qarshiboyeva¹

¹Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, ²Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100140
Toshkent, O‘zbekiston

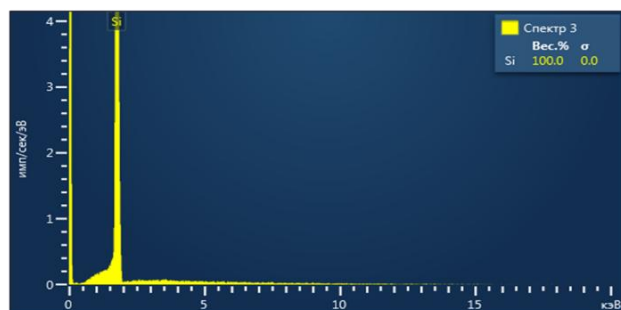
Katta sezgir sohaga ega Si(Li) yarimo‘tkazgichli nurlanish detektorlari yadro fizikasi, tibbiyot, ekologiya va kosmik tadqiqotlarda keng qo‘llanadi. Ularning samaradorligi kremniy kristallarining, ayniqsa sirt morfologiyasiga bog‘liq. Ushbu ishda kremniy sirtining morfologik xususiyatlari skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va atom-kuch mikroskopiya (AFM) yordamida o‘rganildi. SEM orqali sirt tuzilishi va nuqsonlari, AFM orqali esa mikrorelyef va sirt notekisliklari yuqori aniqlikda tahlil qilindi. Olingan natijalar detektorlarning shovqin darajasi va energetik ajratuvchanligi bilan solishtirildi. Tadqiqot natijalari yuqori samarali Si(Li) detektorlarni ishlab chiqish va ularning xususiyatlarini yaxshilash uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Ushbu 1a-rasmda kremniy (Si) sirtining skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida olingan tasvirlarini ko‘rsatilgan va ular yarimo‘tkazgichli detektorlarning ishlash xususiyatlarini baholashda muhim ahamiyatga ega. SEM tasvirda kremniy sirtining mikro- va nanomiyosdagi g‘ovakli (porous) yoki notekis tuzilishga ega ekanligi kuzatiladi. Sirtida ko‘plab mayda chuqurchalar va notekisliklar mavjud bo‘lib, bu sirt maydonining ortishiga sirt tutqichlari (trap states) zichligining oshishiga zaryad tashuvchilarning sirt rekombinatsiyasi ehtimolining kuchayishiga olib kelishi mumkin. Detektorlar uchun bunday sirt holati shovqin darajasining oshishi, oqish tokining ko‘payishi va energiya aniqligining pasayishi kabi salbiy ta’sirlarga sabab bo‘ladi. Ayniqsa, past energiyali zarralar yoki fotonlarni aniqlashda bu omil sezilarli rol o‘ynaydi. 1 (b) rasmlar SEM tasvir kremniy qatlamining kesimdagi morfologiyasini aks ettiradi. Tasvirda sirtga yaqin hududning nisbatan bir jinsli va zich tuzilishga ega ekanligi, shuningdek, sirt osti qatlamlarida vertikal yo‘nalgan tekstura mavjudligi ko‘rinadi. Bu holat quyidagilarni anglatadi sirt osti kristall strukturaning yaxshi saqlanganligi zaryad tashuvchilarning hajm bo‘ylab samarali drift va diffuziya qilishi faol sohaning elektr maydon bilan to‘liq qamrab olinishi. Detektorlar nuqtayi nazaridan bunday tuzilma zaryad yig‘ish samaradorligini oshiradi, signallarni tezroq va kam yo‘qotish bilan o‘qishga imkon beradi. SEM yordamida olingan ushbu tasvirlar kremniy sirtining sifati va morfologiyasi detektorning asosiy parametrlariga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatadi, jumladan, sirt rekombinatsiya tezligi, shovqin darajasi, energiya aniqligi, uzoq muddatli barqarorlik. Shu sababli, bunday sirt tuzilmalari mavjud bo‘lgan hollarda sirtni passivatsiyalash (masalan, SiO₂, Al₂O₃ yoki ko‘p qatlamli passivatsiya strukturalari) detektor ishlashini sezilarli darajada yaxshilashi mumkin.

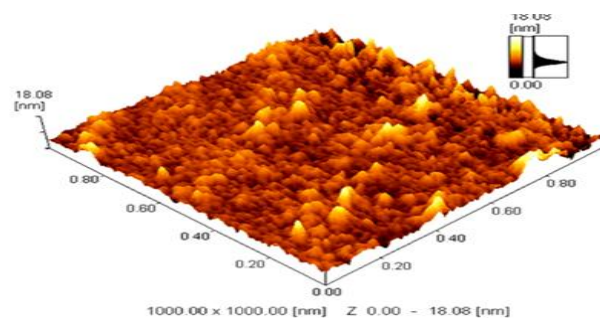


1-rasm. a va b rasmda kremniy sirtining SEM yordamida olingan tasviri

2-rasmda namuna deyarli to‘liq toza kremniydan iborat ekanini ko‘rsatadi. Boshqa elementlarga tegishli piklarning yo‘qligi begona aralashmalar (masalan, O, Al, Au va boshqalar) aniqlanmaganini bildiradi. Past energiya sohasida fon signali juda kichik bo‘lib, bu: o‘lchash sharoitlarining barqarorligini, detektor sezuvchanligining yuqoriligini, shovqin darajasining pastligini tasdiqlaydi. Ushbu spektr natijalari namunaning yuqori kimyoviy tozalikka ega kremniy kristalli ekanini isbotlaydi. Bu holat Si(Li) yadroviy nurlanish detektorlari uchun p-i-n struktura shakllantirishda juda muhim bo‘lib, detektorlarning kam shovqinli, barqaror va yuqori sezuvchan bo‘lishini ta’minlaydi.



2-rasm. Kremniy plastinkasining energiya-dispersiv spektri



3-rasm. Kremniy plastinkasining AFM tasviri

3-rasmdagi AFM tasvirining ilmiy tahlili (Si) sirtining atom-kuch mikroskopiya (AFM) yordamida olingan uch o‘lchamli (3D) topografik tasvirini ko‘rsatadi. O‘lchov maydoni $1000 \times 1000 \text{ nm}^2$ bo‘lib, sirt balandligi bo‘yicha o‘zgarishlar 0–18 nm oralig‘ida ekanligi kuzatiladi. Sirt morfologiyasi AFM tasvirda kremniy sirti donador (granular) va notekis tuzilishga ega ekanligi yaqqol ko‘rinadi. Sirtida turli balandlikdagi cho‘qqilar va pastliklar mavjud bo‘lib, bu nanomiyosdagi sirt qo‘polligi mavjudligini bildiradi. Bunday sirt relyefi quyidagi omillar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin texnologik ishlov berish jarayonlari (oksidlanish, kimyoviy ishlov) sirt atomlarining qayta joylashuvi sirt defektlari va tutqich holatlar shakllanishi. Detektorlar uchun ahamiyati.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

5. I.M. Isakovich, O.S. Komilovich, and M.F. Gallievna, “Electrophysical Properties of Al-pGe(p-i-n)-Au and Au-nSi-Al Structural Detectors Prepared on the Basis of Si and Ge,” Physical and mathematical sciences, (2), 23-29 (2024).
6. Muminov R.A., Radzhapov S.A., Mullagalieva F.G., Radzhapov B.S., Zufarov M.A. Development of a large-sized highly sensitive detector based on α -Si-p-i-n heterostructures for radonimeters. Atomic Energy 2022; 131: 354–357.
7. C.A. Radjapov, I. I. Maripov, S. K. Otaboev., U.T. Davlatov., “(Si (Au); Si (Li) ba Si (Ge)) asosidagi fotodetektorlarni tayyorlash va ishlab chiqish”. Guliston davlat universiteti Axborotnomasi 2023yil. №3.3-8 bet

NONLINEAR OPTICAL ABSORPTION OF THIN FILMS CONTAINING CuGaS₂ NANOCRYSTALS

Y. Buriyev¹, A. Turg'unboyev¹, Sh. Abdulazizova², Sh. Reyimbayev²

¹Arifov Institute of Ion–Plasma and Laser Technologies, 100125 Tashkent, ²Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

In recent years, ternary semiconductor nanocrystals with a chalcopyrite structure, specifically CuGaS₂, have attracted significant attention due to their unique linear and nonlinear optical properties. Wide bandgap copper gallium sulfide nanocrystals possess high potential for application in optoelectronic devices operating in the visible and near-infrared regions. The quantum confinement effect occurring at the nanoscale allows for the control of optical properties, including nonlinear absorption and refractive indices. This abstract analyzes the results of nonlinear absorption properties of thin films containing CuGaS₂ nanocrystals investigated using femtosecond laser pulses at wavelengths of 1030 nm and 515 nm through the Z-scan method [1,2].

For the studies, copper gallium sulfide nanocrystals were initially synthesized in the form of colloidal solutions. Thin films were created from the colloidal solutions using the layer-by-layer deposition method. The films were deposited onto glass substrates with a thickness of 0.15 mm using a spin-coating technique. To achieve this, a colloidal solution of copper gallium sulfide nanocrystals was coated at a speed of 2500 revolutions per minute for 40 seconds. The thickness of the obtained films was approximately 50 nm. A femtosecond laser system with wavelengths of 1030 nm and 515 nm, a pulse duration of 200 fs, and a repetition rate of 300 Hz was used as the radiation source to study the nonlinear optical properties.

The nonlinear optical properties of the CuGaS₂ thin film were investigated in detail using the open aperture Z-scan method, and the primary results are presented in Fig.1. The graphs clearly demonstrate the occurrence of various nonlinear processes in the material depending on the radiation parameters.

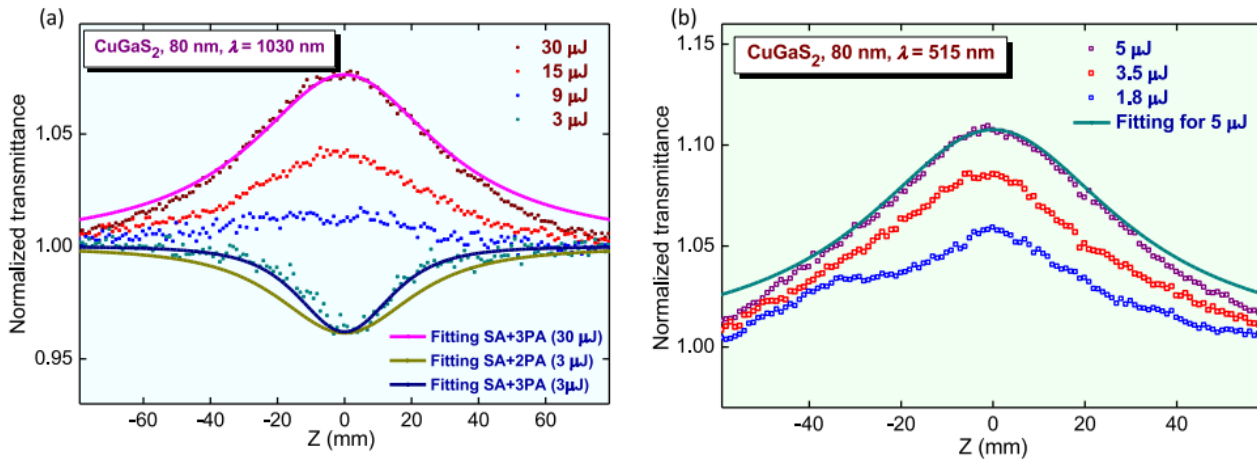


Fig.1. (a) OA Z-scans of 80 nm thick CuGaS₂ film at different energies of 1030 nm pulses (3, 9, 15, and 30 μJ). Fittings correspond to 3 μJ pulse energy in the case of SA+3PA (navy curve), 3 μJ pulse energy in the case of SA+2PA (violet curve), and 30 μJ pulse energy (magenta curve). (b) OA Z-scans of CuGaS₂ film at different energies of 515 nm pulses (1.8, 3, and 5 μJ). Fitting corresponds to 5 μJ pulse energy in the case of SA.

The first part of the figure depicts the scan results of the 80 nm thick film using pulses with a wavelength of 1030 nanometers. When the smallest probing pulse energy of 3 μJ was applied, positive nonlinear absorption was observed in the material. Since the bandgap of CuGaS₂ is approximately 2.56

eV, which is more than twice as large as the energy of the probing photons at 1.20 eV, two-photon absorption does not play a significant role in this case. Therefore, the experimental data perfectly matched theoretical models that account for the combined influence of saturable absorption and three-photon absorption processes. Based on the obtained results, the three-photon absorption coefficient of this film at a wavelength of 1030 nm was determined to be $6 \cdot 10^{-19} \text{ cm}^3/\text{W}^2$ and the saturation intensity was $5 \cdot 10^{12} \text{ W/cm}^2$. The second part of the figure presents the results obtained under the influence of probing pulses with a wavelength of 515 nm. Under this radiation, saturable absorption emerged as the dominant nonlinear optical process at various pulse energies. Specifically, when pulses with an energy of 5 μJ were applied, the influence of two-photon absorption was found to be insignificant. Under these conditions, the saturation intensity for the 80 nm thick CuGaS₂ film at a wavelength of 515 nm was determined to be $6 \cdot 10^{11} \text{ W/cm}^2$. It should be noted that utilizing a thin film format instead of colloidal solutions provides several practical advantages. The dense and close arrangement of CuGaS₂ in the film significantly enhances the local field effect. This, in turn, serves to increase the interaction between the probing optical field and the nanocrystals, as well as to improve the nonlinear optical absorption parameters.

The conducted research demonstrates that CuGaS₂ thin films formed using the layer-by-layer deposition method exhibit stable and strong nonlinear optical properties under femtosecond laser irradiation. Depending on the radiation wavelength and intensity, an interplay and transition dynamics between saturable absorption and multiphoton absorption processes were recorded. It was confirmed that utilizing a thin film format enhances the local field effect due to the dense arrangement of nanocrystals, thereby significantly improving the overall optical response of the material. The tunable nonlinear optical parameters of these films containing copper gallium sulfide nanocrystals make them highly promising for future effective applications as mode-locking elements for short-pulse lasers and as optical limiters.

REFERENCES

1. Ganeev R.A., Buriyev Y.A., Kim V.V., Isroilov A.A., Kamalov Sh.R., Eshchanov B.K., Lim V.V., Shalagin A.Yu., Vershinina O.V., Shuklov I.A., Ivanov V.V. Nonlinear optical absorption of thin films containing Ag₉GaS₆, AgInS₂, and CuGaS₂ nanocrystals // *Physica Scripta*. – 2025. – Vol. 100. – P. 125963.
2. Benis S. et al. Three-photon absorption spectra and bandgap scaling in direct-gap semiconductors // *Optica*. – 2020. – Vol. 7. – P. 888-899.

RESONANCE-INDUCED ENHANCEMENT OF HIGH-ORDER HARMONICS IN LANTHANIDE PLASMAS

Sevara Bazarova¹, Nigora Qobulova¹, Sherzod Reyimbayev¹, Rashid Ganeev²

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, New Uzbekistan University,
Tashkent 100007, Uzbekistan

Laser-induced plasma (LIP) provides a unique environment for highly efficient HHG and resonance-induced enhancement phenomena not easily realizable in ordinary gases or vapors. Due to the large oscillator strengths of specific ionic transitions within the ablated materials, the yield of a single harmonic can be significantly increased. However, lanthanide plasmas remain largely unexplored in nonlinear optics. This study focuses on the dramatic modification of the harmonic distribution in La and Yb plasmas, demonstrating how specific resonance conditions lead to the generation of intense XUV radiation [1,2].

The plasma targets were ablated using 370-ps heating pulses at a wavelength of 802 nm. To drive the harmonic generation, 65-fs fundamental pulses from a Ti:sapphire laser were focused into the plasma at an intensity of approximately $4 \cdot 10^{14} \text{ W/cm}^2$. The studies were carried out using a single-color pump field. The delay between the heating and driving pulses, as well as the fluence of the heating pulses, were systematically optimized to achieve the maximum concentration of the required ions in the interaction region.

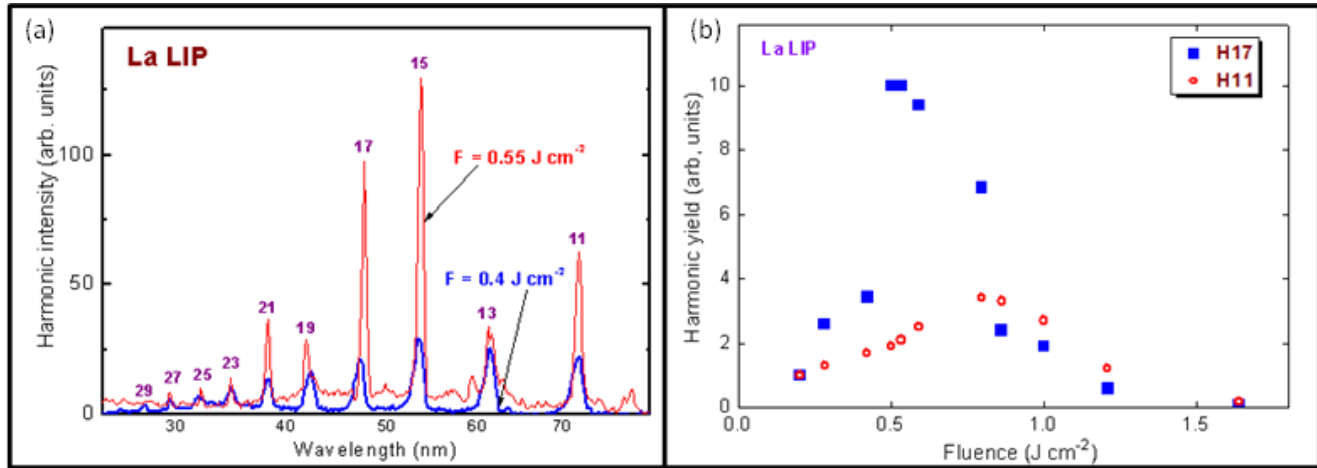


Fig 1. Resonance-induced enhancement of high-order harmonics in lanthanide plasmas: (a) harmonic spectrum from La plasma demonstrating the enhancement of the 17th harmonic; (b) harmonic spectrum from Yb plasma showing the strong 21st harmonic.

Experimental results demonstrate that the target material plays a crucial role in the sharp enhancement of specific harmonic orders. For instance, in La plasma driven by a single-color pump (802 nm), we observed a pronounced resonance effect. At an optimal heating pulse fluence of $F = 0.55 \text{ J cm}^{-2}$ (Fig. 1a, red curve), the 17th harmonic (H17) is amplified up to 8 times compared to neighboring orders like H13 or H19. This strong enhancement is directly attributed to the $4d \rightarrow 4f$ transitions of La ions. The need for precise plasma conditions is clearly seen in fig.1(b). While regular harmonics, such as the 11th (H11), increase over a broad range of heating fluences, the resonant H17 exhibits a very narrow and intense peak around $F \approx 0.5 - 0.6 \text{ J cm}^{-2}$. Dropping the fluence even slightly, to 0.4 J cm^{-2} (Fig. 1a, blue curve), causes a significant drop in overall harmonic intensity. This behavior proves a critical point: maximizing the resonance effect requires a highly specific concentration of resonant

ions[1].

Achieving this ideal ion concentration heavily depends on optimizing the time delay between the heating and driving pulses. Proper timing ensures that the densest part of the plasma expands into the interaction zone exactly when the driving pulse arrives, which maximizes both the resonance effect and the spatial coherence of the generated XUV beams. This phenomenon is not limited to lanthanum; a similar material-specific effect was observed in Yb plasma, where the 21st harmonic exhibited a distinct intensity peak driven by the unique ionic characteristics of Yb [1].

In this study, HHG in lanthanide-containing plasmas was analyzed. The experiments demonstrated effective methods for harmonic enhancement in La and Yb plasmas. Specifically, the resonance-induced enhancement of harmonics with an enhancement factor of up to eight was observed and analyzed in these plasmas, and the high coherence of the enhanced harmonics was demonstrated. These studies show that the harmonic distribution can be dramatically modified by varying the components of the LIP from containing mostly neutrals to comprising a large concentration of ions.

REFERENCES

1. R. A. Ganeev and S. B. Reyimbayev, “Enhancement of harmonics and parametric waves in the extreme ultraviolet region during propagation of femtosecond pulses through the La, Yb, and Gd laser-induced plasmas,” *Phys. Plasmas* 33, 022302 (2026).
2. M. Singh, M. A. Fareed, V. Birulia, A. Magunov, A. N. Grum-Grzhimailo, P. Lassonde, A. Laramée, R. Marcelino, R. G. Shirinabadi, F. Legare, T. Ozaki, and V. Strelkov, “Ultrafast resonant state formation by the coupling of Rydberg and dark autoionizing states,” *Phys. Rev. Lett.* 130, 073201 (2023).

POLIMER MATERIALLARNING REOLOGIK XOSSALARINI VISKOZIMETRIK VA REBENDR USULI ASOSIDA ANIQLASHNI O‘RGANISH

A. Yo‘ldoshev, A. O‘taganov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Bugungi kunda polimer materiallarning fizik-mexanik va texnologik xossalarini chuqur o‘rganish materialshunoslik va sanoat texnologiyalari rivojlanishining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, polimerlarning reologik xossalari ularning qayta ishlanishi, shakllanishi va ekspluatatsion barqarorligini belgilovchi asosiy omil sifatida qaraladi. Reologik xatti-harakatlar materialning tashqi kuchlar ta’sirida deformatsiyalanishi va oqish jarayonlarini ifodalaydi. Ushbu xususiyatlar polimerlarning molekulyar tuzilishi, makromolekulyar zanjirlarning o‘zaro ta’siri hamda ularning strukturaviy tashkil topishi bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, materialning funksional va texnologik imkoniyatlarini aniqlab beradi [1].

Polimerlar odatda Nyuton suyuqliklar turkumiga mansub bo‘lib, ularning viskozligi deformatsiya tezligi va kesish kuchlanishiga bog‘liq holda o‘zgaradi. Bunday tizimlarda viskoelastiklik hodisasi kuzatilib, material bir vaqtning o‘zida ham elastik, ham yopishqoq xususiyatlarni namoyon etadi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar viskoelastik xatti-harakatning molekulyar darajadagi mexanizmlarini ochib berib, reologik parametrlar orqali polimer strukturasi baholash mumkinligini ko‘rsatmoqda [1,3].

Polimer materiallarning reologik xossalarini aniqlashda viskozimetrik usullar muhim o‘rin egallaydi. Viskozimetriya - bu suyuqlik yoki eritmalarining oqishga qarshiligini o‘lchashga asoslangan eksperimental metod bo‘lib, uning asosiy fizik mohiyati Nyutonning ichki ishqalanish qonuniga borib taqaladi. Nyuton qonunida kesish kuchlanishi va deformatsiya tezligi orasidagi chiziqli bog‘liqlik qabul qilinadi. Biroq polimer tizimlarida ushbu munosabat saqlanmaydi va ular non-Nyuton xatti-harakatni namoyon etadi [2].

Viskozimetrik usullarning asosiy turlari sifatida kapillyar, rotatsion va zamonaviy mikrofluidik viskozimetrlar ajratiladi. Kapillyar viskozimetrlar suyuqlikning tor kanaldan oqish tezligiga asoslangan bo‘lsa, rotatsion viskozimetrlar aylanuvchi jismlar orasidagi qarshilik momentini o‘lchashga asoslanadi. So‘nggi yillarda rivojlangan mikrofluidik viskozimetriya esa kichik hajmdagi namunalar bilan yuqori aniqlikda o‘lchash imkonini beradi va ayniqsa biopolimerlar va yuqori molekulyar tizimlarni o‘rganishda samarali hisoblanadi [6].

Bundan tashqari, ultrasonik viskozimetriya usullari yordamida polimerlarning viskozligini real vaqt rejimida aniqlash imkoniyati yaratilgan bo‘lib, bu sanoat jarayonlarini monitoring qilish va optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega [5]. Viskozimetrik tahlil orqali quyidagi muhim parametrlar aniqlanadi: molekulyar massa, zanjir uzunligi, ichki ishqalanish darajasi va termik barqarorlik. Bu esa polimer materiallarning texnologik xossalarini prognoz qilish imkonini beradi [2].

Polimerlarning reologik xossalarini chuqurroq o‘rganishda Rebendr usuli alohida ilmiy ahamiyat kasb etadi. Ushbu usul materialning mexanik mustahkamligi va sirt energiyasi o‘rtasidagi bog‘liqlikka asoslanadi. Rebendr effektiga ko‘ra, sirt faol moddalar ta’sirida materialning sirt energiyasi kamayadi va natijada uning mustahkamligi pasayadi. Bu hodisa materialning mikrostrukturaviy darajada zaiflashishi bilan izohlanadi [3].

Nazariy jihatdan Rebendr effekti Griffiths tipidagi bog‘lanish orqali tushuntiriladi, ya’ni materialning buzilish mustahkamligi sirt energiyasining kvadrat ildiziga proporsional bo‘ladi. Sirt energiyasi kamayganda kristall panjaradagi bog‘lanishlar zaiflashadi va deformatsiya osonlashadi. Bu esa polimerlarning strukturaviy reologiyasini o‘rganishda muhim nazariy asos hisoblanadi [3,7].

Zamonaviy ilmiy ishlarda Rebendr yondashuvi strukturaviy reologiya doirasida rivojlantirilmoqda. Strukturaviy reologiya polimerlarning ichki tuzilishi, fazaviy holati va ularning mexanik xatti-harakatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, polimerlarning strukturaviy

oʻzgarishlari, xususan, zanjirlarning orientatsiyasi va oʻzaro bogʻlanishi ularning viskozligi va deformatsion xossalariga sezilarli taʼsir koʻrsatadi [7].

Biopolimerlar ustida olib borilgan zamonaviy tadqiqotlar reologik usullar yordamida degradatsiya jarayonlarini aniqlash mumkinligini koʻrsatdi. Masalan, molekulyar massaning kamayishi viskozlikning pasayishiga olib keladi, bu esa materialning mexanik xossalariga taʼsir qiladi. Bu jarayonlarni aniqlashda viskozimetrik va strukturaviy usullarni birgalikda qoʻllash samarali natija beradi [2].

Polimer kompozit materiallar uchun reologik tahlil alohida ahamiyatga ega. Kompozit tizimlarda komponentlararo oʻzaro taʼsir materialning umumiy xossalarini belgilaydi. Hozirgi tadqiqotlar yangi polimer kompozitlar uchun reologik parametrlarning yetishmasligini dolzarb muammo sifatida koʻrsatmoqda [4]. Shu sababli kompleks reologik tahlil usullarini rivojlantirish muhim ilmiy yoʻnalish hisoblanadi. Polimer eritmalarining oqim jarayonlarini oʻrganish ham muhim masalalardan biridir. Ayniqsa, gʻovak muhitlarda polimer oqimi neft sanoati va filtratsiya jarayonlarida keng qoʻllaniladi. Bu jarayonlar polimerlarning reologik xossalariga bogʻliq boʻlib, ularni modellashirish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega [8].

Yuqoridagi tahlillar shuni koʻrsatadiki, viskozimetrik va Rebendr usullari polimer materiallarni oʻrganishda oʻzaro toʻldiruvchi metodlar hisoblanadi. Viskozimetrik usullar materialning oqish va yopishqoqlik xossalarini aniqlashga xizmat qilsa, Rebinder yondashuvi uning strukturaviy mustahkamligi va sirt hodisalarini baholash imkonini beradi. Kompleks yondashuv esa polimer materiallarning xossalarini yanada chuqurroq va aniqroq oʻrganish imkonini beradi.

Olib borilgan ilmiy tahlillar asosida shuni xulosa qilish mumkinki, polimer materiallarning reologik xossalarini viskozimetrik va Rebendr usullari asosida oʻrganish zamonaviy materialshunoslikning muhim yoʻnalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuvlar polimerlarning fizik, mexanik va texnologik xossalarini kompleks baholash imkonini beradi hamda yangi materiallar yaratishda muhim ilmiy asos boʻlib xizmat qiladi [1–4].

ADABIYOTLAR

1. Smith J., Brown L. Advances in polymer rheology and viscoelasticity // Polymer Chemistry. – 2024. – Vol. 15. – P. 1234–1248. DOI: 10.1039/D3PY01367G.
2. Kim S., Lee H. Rheological analysis of biodegradable polymers // Korea-Australia Rheology Journal. – 2024. – Vol. 36. – P. 89–102. DOI: 10.1007/s13367-024-00111-3.
3. Zhang Y. Structural rheology of polymer systems // Polymers. – 2024. – Vol. 16(17). – 2458. DOI: 10.3390/polym16172458.
4. Wang T. Polymer composite rheology and applications // Polymers. – 2025. – Vol. 17(20). – 2782. DOI: 10.3390/polym17202782.
5. Johnson M. Ultrasonic monitoring of polymer viscosity // AIP Advances. – 2025. – Vol. 15. – 035235. DOI: 10.1063/5.0187654.
6. Patel R. Microfluidic rheology for viscosity measurements // Journal of Applied Fluid Mechanics. – 2024.
7. Liu X. Structural changes in polymer materials under deformation // Materials Science. – 2022.
Amiri A. Polymer flow and rheology in porous media // Water Resources Research. – 2024.

CR⁴⁺:YAG VA REZONATOR ICHIDAGI IKKINCHI GARMONIKA GENERATSIYASI YORDAMIDA IMPULSLI ND:YAG LAZERIDA KOMBINATSIYALASHGAN MODALAR SINXRONLASHUVI

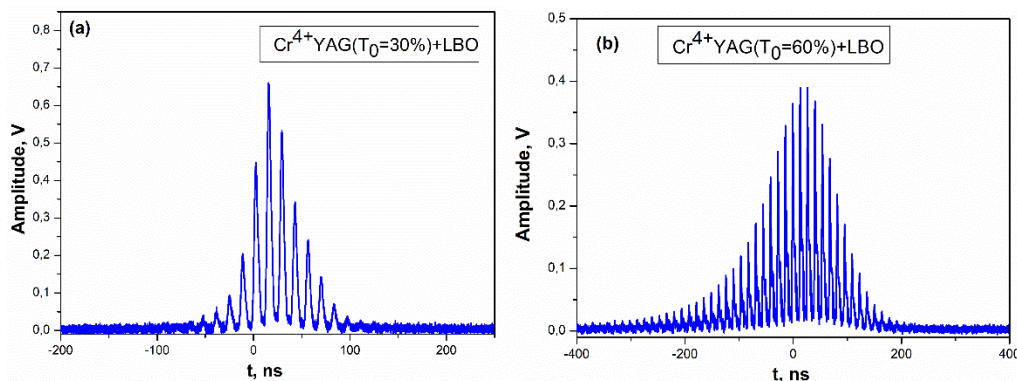
A.B Yunusova, Sh. B. Reyimbayev

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, 190507 Toshkent, O‘zbekiston

Zamonaviy lazer fizikasida katta energiyaga chidamli ultra qisqa lazer impulslerini generatsiya qilishda modalar sinxronlashuvini qo‘llash eng dolzarb masalalardan biri sanaladi. Mavjud usullar orasida passiv modalar sinxronlashuvi qisqa va intensiv yorug‘lik impulslerini ishlab chiqarishda yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda. Xususan, rezonator ichidagi ikkinchi garmonika generatsiyasi va dixroik ko‘zgu orqali hosil qilingan nochiziqli ko‘zgu yordamida erishiladigan modalar sinxronlashuvini boshqa passiv modulyatorlar bilan birlashtirish barqaror impuls ketma-ketliklarini olish imkonini beradi [1]. Bunda rezonatordagi asosiy to‘lqin nochiziqli Kristal bilan ta’sirlashganda asosiy to‘lqin bilan birga ikkinchi garmonika generatsiyasi ham hosil bo‘ladi. Dixroik ko‘zgu asosiy to‘lqinni qisman, ikkinchi garmonikani esa to‘liq qaytaradi. Natijada, tizimning qaytarish koeffitsienti to‘g‘ridan-to‘g‘ri impuls intensivligiga bog‘liq bo‘lib qoladi. Kichik energiyali impulslar uchun qaytarish qobiliyati past bo‘ladi, yuqori intensivlikka ega impulslar esa kuchaytiriladi [2].

Eksperiment rezonatorining umumiy optik uzunligi 2 m bo‘lib, 1 Hz takrorlanish chastotasida ishlovchi lampa yordamida optik damlanadigan diametri 6,3 mm va uzunligi 75 mm bo‘lgan silindrsimon Nd:YAG sterjenidan foydalanildi. Dixroik ko‘zgu asosiy nurni 30% va uning ikkinchi garmonikasini 99 % qaytaradi. Chiqish ko‘zgusiga yaqinroq joyga LBO kristali o‘rnatilgan. Nochiziqli ko‘zgu bilan birgalikda kombinatsiyalashgan rejimni yaratish maqsadida tizimga boshlang‘ich optik o‘tkazuvchanligi 30% va 60% bo‘lgan Cr⁴⁺:YAG passiv modulyatorlari joylashtirildi.

Boshlang‘ich o‘tkazuvchanligi 30% bo‘lgan Cr⁴⁺:YAG kristali va LBO kombinatsiyasidan foydalanilganda, yuqori darajada barqaror modalar sinxronlashuvi rejimiga erishildi (1-rasm). Ushbu rejimda modalar sinxronlashgan impuls ketma-ketligining davomiyligi 50 ns ni tashkil etdi. Shunisi e’tiborga loyiqki, ketma-ketlik ichidagi davriy impulslar orasidagi vaqt oralig‘i qat’iy 13,3 ns ekanligi qayd etildi, bu esa rezonator ichidagi yorug‘likning borib-kelish vaqtiga to‘liq mos keladi.



1-rasm. LBO bilan birgalikda Cr⁴⁺:YAG ning turli xil boshlang‘ich o‘tkazuvchanlik sharoitlarida olingan lazer impulse : (a) Cr⁴⁺:YAG (T₀ = 30%) + LBO; (b) Cr⁴⁺:YAG (T₀ = 60%) + LBO.

Nd:YAG lazerlar yuqori samaradorligi va barqaror ishlashi bilan keng qo‘llaniladi. Ularning impuls rejimida ishlashi uchun turli usullar, jumladan passiv modalar sinxronlashuvi qo‘llaniladi. Ushbu tadqiqotda passiv modalar sinxronlashuvini amalga oshirishda Cr⁴⁺:YAG kristallining yutilish xossalari foydalaniladi. Bu material saturatsiyalanuvchi absorber sifatida xizmat qilib, lazer rezonatorida impulsning shakllanishiga yordam beradi.

Shuningdek, rezonator ichida ikkinchi garmonika generatsiyasi (SHG) jarayoni ham ko‘rib chiqiladi. Bu usul lazer nurlanishining chastotasini ikki barobarga oshirish orqali impuls parametrlarini yaxshilash imkonini beradi. SHG jarayoni lazer rezonatoriga kiritilgan nolinear optik kristallar yordamida amalga oshiriladi.

Mazkur ishda Cr^{4+} :YAG va rezonator ichidagi SHG jarayonlarining birgalikdagi ta’siri natijasida kombinatsiyalashgan modalar sinxronlashuvi hosil bo‘lish mexanizmi tahlil qilinadi. Bu yondashuv lazer impulslarining davomiyligini qisqartirish, cho‘qqi quvvatini oshirish va barqarorligini yaxshilash imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda, intensivlik ta’siridagi shikastlanishga chidamli passiv modulyatorlar kombinatsiyasidan foydalangan holda, lampa bilan damlanadigan yuqori energiyali Nd:YAG lazer rezonatorida modalar sinxronlashuviga asoslangan impulslar ketma-ketliklarini generatsiya qilish imkoniyatini namoyish etdildi. Tadqiqot natijalari 30% boshlang‘ich o‘tkazuvchanlikka ega Cr^{4+} :YAG kristali bu tizim uchun eng maqbul parametr ekanligini tasdiqladi. Olingan yuqori intensivlikdagi va qisqa davomiylikdagi pikosekundli impulslar kelgusida materiallarga aniq mikro-ishlov berish, sirtlarni optik o‘zgartirish hamda nohiziqli optika sohasidagi boshqa amaliy masalalarni hal qilishda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Reyimbayev Sh.B., Yunusova A.B., Combined mode-locking regime in Cr^{4+} :YAG and intracavity second harmonic generation of pulsed Nd:YAG laser // FarDU. Scientific journal of the Fergana State University – 2026, – Vol. 32, Issue 1.
2. Datta P. K., Mukhopadhyay S., Samanta G. K. et al. Realization of inverse saturable absorption by intracavity third-harmonic generation for efficient nonlinear mirror mode-locking. // Applied Physics Letters, 2005, Vol. 86 (15). P. 1–3.

NUMERICAL MODERLING OF ELECTROMAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN CONDUCTIVE BIOLOGICAL MEDIA

S. Kambarov

Jizzakh State Pedagogical University 130100, Jizzakh, Uzbekistan

In this thesis, the properties of biological tissues, namely the human body, under the influence of magnetic and electric fields are studied and certain conclusions are drawn [1]. As is known, the Maxwell distribution, or the Boltzmann distribution theory, characterizes the field and explicitly reveals the laws governing the forces of influence [2].

The study was based on the classical electromagnetic theory defined by Maxwell's equations in differential form: $\nabla E = -\frac{\partial B}{\partial t}$; $\nabla H = J + \frac{\partial D}{\partial t}$; For conductive biological tissues, Ohm's law was applied: $J = \sigma E$; Under low-frequency exposure (quasi-static approximation), displacement currents were neglected where appropriate, reducing the system to a diffusion-type electromagnetic model [3].

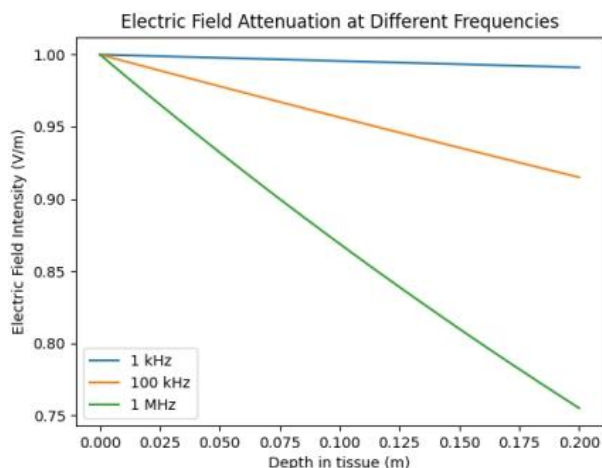


Fig 1. The following shows the electric field attenuation graphs, and this graph demonstrates how the electric field attenuation changes with depth at various frequencies [4].

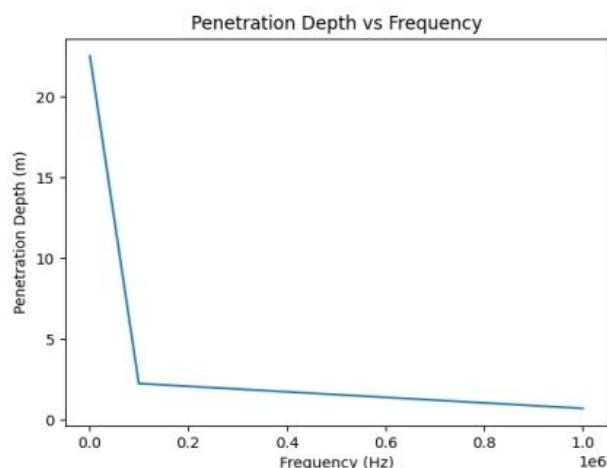


Fig 2. This graph shows the dependence of the penetration depth of the electromagnetic field on frequency. Graph Axes: Horizontal axis (X) – Frequency (Hz) Vertical axis (Y) – Penetration depth (m) [4]

In modeling the properties of biological tissue, we have considered the properties of linear, isotropic, and conductive media: Electrical conductivity σ ; Relative permittivity ϵ_r ; Magnetic permeability $\mu = \mu_0$; Tissue parameters were selected according to experimentally reported ranges for muscle, blood, and brain tissues [5].

Penetration depth formula: $\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}}$; Frequency-based representation $\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}}$ This formula is derived from Maxwell's equations and is known as the “Skin effect.” Numerical Results, Calculated penetration depths: 1 kHz: $\delta \approx 22.508$ m; 100 kHz: $\delta \approx 2.251$ m; 1 MHz: $\delta \approx 0.712$ m [5].

Biological example: If: $\nu = 1\text{MHz}$; $\sigma = 0.5 \frac{\text{S}}{\text{m}}$; $\mu = \mu_0$; Then: $\sigma \approx 0.5\text{m}$ (i.e., the electromagnetic field penetrates significantly to a depth of approximately 50 cm). The Maxwell distribution performed above yielded its results, and it is possible and recommended to study the properties of the field penetrating biological tissues through such methods.

REFERENCES

1. Salahov, A. Z. (2019). The study of the scattering of electromagnetic fields in biological objects by computer simulation. *Informacionnye Tehnologii*, 25(12), 718–723.
2. Corovic, S., Lackovic, I., Sustaric, P., et al. (2013). Modeling of electric field distribution in tissues during electroporation. *Biomedical Engineering Online*.
3. P. Ammari, D. Chen & J. Zou (2015). Well posedness of a Pulsed Electric Field Model in Biological Media and its Finite Element Approximation. *arXiv:1502.06803*.
4. Polyakov, M., Khoperskov, A., & Svetlov, A. (2017). Simulation modeling of radiation field in biological tissue of mammary gland. *arXiv:1710.02562*.
5. Yari, M., Klai, Z., & Elkamel, A. (2024). Modeling and Simulation of Electromagnetic Fields on Biological Cells Using the Transverse Wave Approach. *International Journal of Multiphysics*, 18(3), 1690–1705.

Na-KARBOKSIMETILSELLYULOZA ERITMALARIDA TEZLIK GRADIENTI VA SILJISH KUCHLANISHI ORASIDAGI BOG‘LANISH TAHLILI

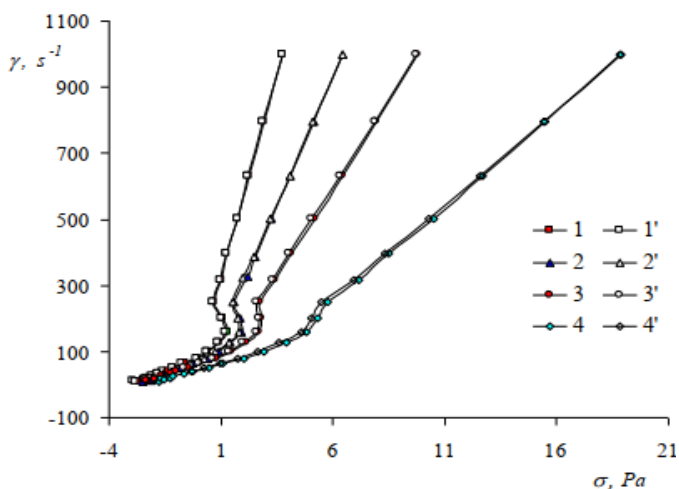
A. Yo‘ldoshev, Sh. Axmadova, S. O‘rozaliyeva

Denov tadbitorlik va pedagogika instituti.

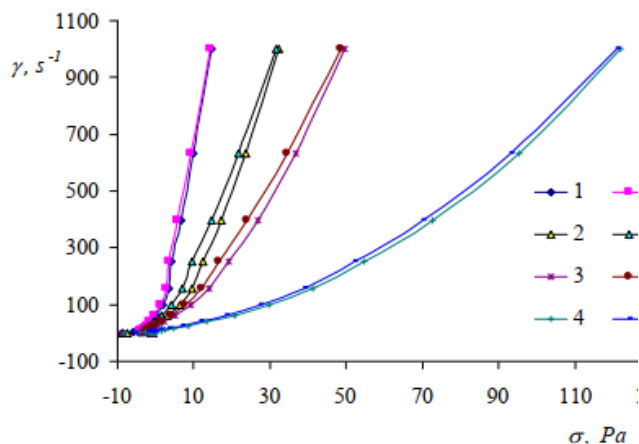
Polimer eritmalarining reologik xossalarini o‘rganishda asosiy parametrlar sifatida tezlik gradienti (γ) va siljish kuchlanishi (σ) o‘rtasidagi bog‘lanish muhim ahamiyatga ega. Ushbu bog‘lanish orqali eritmaning oqim xarakteri, strukturaviy o‘zgarishlari hamda nenyuton xossalari aniqlanadi. Ayniqsa, suvda eruvchan polisaxaridlar, jumladan natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) eritmalarida bu bog‘lanish murakkab nolinear xarakterga ega bo‘lib, molekulyar darajadagi o‘zaro ta’sirlar bilan belgilanadi.

Mazkur ishda Na-KMS ning texnik (Na-KMStex) va tozalangan (Na-KMSpure) namunalarida tezlik gradienti va siljish kuchlanishi orasidagi bog‘lanish eksperimental ravishda tahlil qilindi hamda ularning reologik xatti-harakatlari ilmiy asosda izohlandi.

Tadqiqotlar turli konsentratsiyadagi Na-KMS eritmalarini uchun olib borildi. Reologik tajribalar asosida tezlik gradienti (γ) ning siljish kuchlanishiga (σ) bog‘liqlik grafiklari qurildi (1–2-rasmlar).



1-rasm. Turli konsentratsiyali Na-KMStex eritmasi uchun tezlik gradientini (γ) siljish kuchlanishiga (σ) bog‘liqlik grafiklari: 1, 1' - $C = 0,5\%$; 2, 2' - $C = 0,77\%$; 3, 3' - $C = 1,01\%$; 4, 4' - $C = 1,49\%$.



2-rasm. Turli konsentratsiyali Na-KMSpure eritmasi uchun tezlik gradientini (γ) siljish kuchlanishiga (σ) bog‘liqlik grafiklari: 1, 1' - $C = 0,4\%$; 2, 2' - $C = 0,67\%$; 3, 3' - $C = 0,94\%$; 4, 4' - $C = 1,4\%$.

Mazkur grafiklar siljish maydonida eritma strukturasi yuz beradigan o‘zgarishlarni aniqlash imkonini beradi. Ayniqsa, kuchlanishning turli diapazonlarida eritmaning oqim xossalari alohida tahlil qilindi.

Tezlik gradienti va siljish kuchlanishi orasidagi umumiy bog‘lanish. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, Na-KMS eritmalarida $\gamma = f(\sigma)$ bog‘lanishi chiziqli emas, balki nolinear xarakterga ega. Bu esa eritmaning nenyuton suyuqlik ekanligini tasdiqlaydi. Grafiklardan ko‘rinadiki, kuchlanish ortishi bilan tezlik gradienti keskin oshadi, biroq bu o‘zgarish barcha diapazonlarda bir xil emas. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, siljish kuchlanishining $\sigma = 1 \div 6 \text{ Pa}$ oralig‘ida tezlik gradientining anomal o‘zgarishi kuzatilgan.

Bu hodisa quyidagi jarayonlar bilan izohlanadi: makromolekulalarning deformatsion tartiblanishi; zanjirlararo o‘zaro ta’sirlarning qayta tashkil topishi; eritma ichki strukturasi buzilishi va qayta tiklanishi. Mazkur anomal effekt polisaxarid eritmalariga xos bo‘lib, ularning murakkab ichki tuzilmasini aks ettiradi.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

- Na-KMS eritmalarida tezlik gradienti va siljish kuchlanishi orasidagi bog‘lanish nolinear bo‘lib, nenyuton suyuqlik xossalarini namoyon qiladi;
- $\sigma = 1 \div 6 Pa$ oralig‘ida anomal reologik effekt kuzatiladi;
- Na-KMStex eritmasi Na-KMSpure ga nisbatan kuchliroq strukturaviy o‘zgarishlarni namoyon qiladi;
- Konsentratsiya ortishi bilan anomal effekt susayadi;
- Gisterezis hodisasi eritmaning strukturaviy xotiraga ega ekanligini ko‘rsatadi.
- Mazkur natijalar polisaxarid eritmalarining oqim mexanizmlarini chuqurroq tushunish, ularni sanoat va farmatsevtika jarayonlarida samarali qo‘llash uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Barnes H.A., Hutton J.F., Walters K. *An Introduction to Rheology*. – Amsterdam: Elsevier, 1989.
2. Morrison F.A. *Understanding Rheology*. – Oxford University Press, 2001.
3. Benchabane A., Bekkour K. Rheological properties of carboxymethyl cellulose (CMC) solutions. *Colloid and Polymer Science*, 2008, Vol. 286, pp. 1173–1180.
4. Liu J., Shim Y., Kim J. Rheological behavior of sodium carboxymethyl cellulose solutions. *Journal of Applied Polymer Science*, 2015, Vol. 132, pp. 1–8.

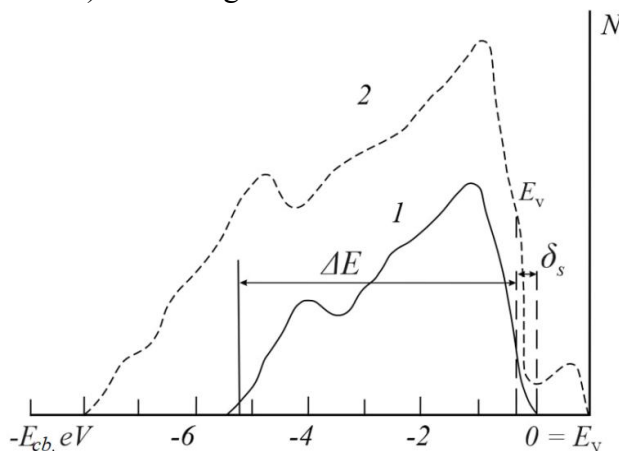
Cs⁺ IONLARI IMPLANTATSIYASI TA’SIRIDA Si YUZASINING ELEKTRON TUZILMASI VA ENERGETIK XOSSALARINING O’ZGARISHI

S.B. Donayev¹., B.D. Donayev², R.S. Mirzayeva¹

¹Toshkent davlat texnika universiteti

²Qarshi davlat texnika universiteti

Yaqin sirt qatlamlarining tuzilmasi va xossalarini maqsadli o’zgartirish uchun namunaga ko’pincha boshqa element atomlarining nazorat qilinadigan miqdori kiritiladi. Hozirgi kunga qadar turli metall va gaz ionlari bilan legirlangan kremniy yuzasining elektron va kristall tuzilmasi, elementar va kimyoviy tarkibi, shuningdek, emissiya hamda optik xossalari keng o’rganilgan. Mikroelektronika va emissiyaviy elektronika qurilmalarining aksariyat parametrlarini ma’lum darajada qattiq jismning sirt va sirtga yaqin qatlamlari xossalari belgilaydi. Ayniqsa, ko’p qatlamli tuzilmalarni yaratishda turli texnologik jarayonlar (issiqlik bilan ishlov berish, ochiq muhit ta’siri, kontakt metallni cho’ktirish va boshqalar) davomida matritsaga kirib boruvchi aralashmalar konsentratsiyasi va ularning kirib borish chuqurligini maqbul darajagacha kamaytirish muhim shart hisoblanadi [1]. Muhim texnologik bosqichlardan biri - barqaror omik kontaktlarni hosil qilishdir. Kontakt materiali sifatida yuqori elektr o’tkazuvchanligi va nisbatan arzonligi sababli ko’pincha alyuminiy (Al) va mis (Cu) qo’llaniladi. Biroq, masalan, kremniy holatida ushbu metall atomlarining matritsaga sezilarli darajada diffuziylanishi ularning qo’llanilishini ayrim hollarda cheklaydi. Mazkur diffuziyani kamaytirish uchun sirtga oldindan oltin (Au) yoki platina (Pt) atomlarini cho’ktirish samarali hisoblanadi. Buning asosiy sabablaridan biri sifatida ushbu metallarning kremniy bilan o’zaro ta’sirlashib, barqaror silitsid birikmalarini hosil qilishi ko’rsatiladi [2]. 1-rasmda toza kremniy hamda $E_0 = 0,5$ keV energiyali Cs ionlari implantatsiya qilingan kremniyning fotoelektron spektrlari keltirilgan. Absissa o’qida elektronlarning bog’lanish energiyasi tasvirlangan bo’lib, energiya hisoblash Fermi darajasidan (palladiy uchun) olib borilgan.



1-rasm. Toza kremniy (1) va $E_0 = 0,5$ keV energiyali Cs⁺ ionlari bilan legirlangan kremniy (2) ning fotoelektron spektrlari.

Bu yerda E_v - valent zona yuqori chegarasining energiyaviy holati, ΔE - kinetik energiya taqsimoti kengligi, E_F - Fermi darajasi, E_c - tekshirilayotgan namuna elektronlarining bog’lanish energiyasi; $h\nu = 10,2$ eV.

Fotoelektronlarning kinetik energiya taqsimoti egri chiziqlari shunday normallashtirilganki, egri chiziq ostidagi maydon kvant chiqishiga proporsionaldir. Nisbatan past foton energiyalarida ($h\nu \leq 10 - 12$ eV) kinetik energiya taqsimoti tuzilmasi valent zona elektronlari holatlar zichligini taxminan aks

ettiradi, deb hisoblash mumkin. 1-rasmdan ko‘rinadiki, Cs ionlari implantatsiyasidan so‘ng olingan kinetik energiya taqsimoti spektrlari sezilarli darajada farq qiladi. Ushbu spektrlar asosida tadqiq etilgan namunalarning sirtining asosiy energiya zonalarining parametrlari aniqlangan: fotoelektron ish chiqishi Φ , termoelektron ish chiqishi ϕ , Fermi darajasining valent zona tepasiga nisbatan holati δ_s , zona egilishi V_s , elektronlarga nisbatan yaqinlik χ , shuningdek, taqiqlangan zona kengligi E_g .

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida Cs^+ ionlari implantatsiyasi kremniy yuzasining elektron tuzilmasi va energetik xossalariga sezilarli ta‘sir ko‘rsatishi aniqlandi. Fotoelektron spektrlari tahlili asosida implantatsiyadan so‘ng valent zona holatlar zichligining o‘zgarishi hamda elektronlarning energetik taqsimoti sezilarli darajada qayta shakllanishi kuzatildi. Shuningdek, tajriba natijalari asosida kremniy yuzasining asosiy energetik parametrlari - fotoelektron va termoelektron ish chiqishi, Fermi darajasining valent zona yuqori chegarasiga nisbatan joylashuvi, zona egilishi hamda elektronlarga yaqinlik qiymatlarining o‘zgarishi aniqlab berildi. Bu esa ion implantatsiyasi orqali yarimo‘tkazgich yuzasining energetik holatini maqsadli boshqarish mumkinligini ko‘rsatadi. Implantatsiya jarayoni natijasida sirt va sirtga yaqin qatlamlarda strukturaviy va elektron qayta tashkil topish sodir bo‘lib, bu holat qurilma xossalariga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, olingan natijalar mikroelektronika va emissiyaviy elektronika qurilmalarida barqaror omik kontaktlarni hosil qilish va ularning samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, Cs^+ ionlari bilan legirlash yarimo‘tkazgich sirt xossalarini modifikatsiya qilishning samarali usuli ekanligi ko‘rsatildi va ushbu yondashuv zamonaviy elektron hamda optoelektron qurilmalar yaratishda istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Касымов А. Х., Нормурадов М. // Радиотехника и электроника. 1972. Т. 17. С. 1109.
2. Нормурадов М. Т., Умирзаков Б. Е. Энергетические спектры поверхности твердых тел, имплантированных ионами низких энергий. Ташкент: Фан, 1989. 158 с.

In⁺ IONLARI IMPLANTATSIYASI NATIJASIDA GaP(111) YUZASIDA HOSIL BO‘LGAN GaInP NANOSTRUKTURALARINING ELEKTRON TUZILMASI VA TARKIBIY O‘ZGARISHLARI

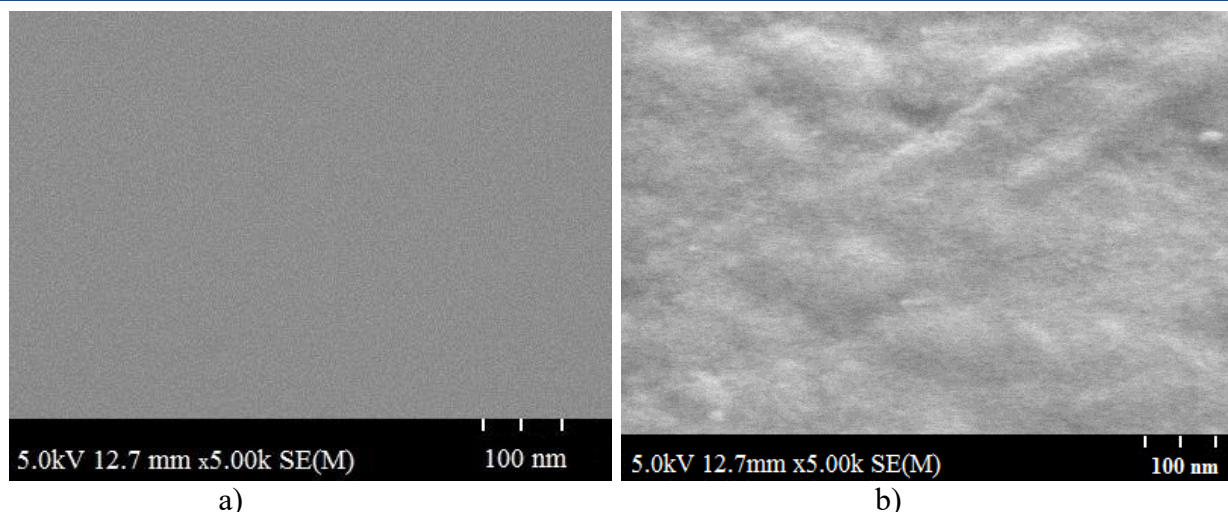
Donayev S.B¹., Donayev B.D²., Mirzayeva R.S¹

¹Toshkent davlat texnika universiteti

²Qarshi davlat texnika universiteti

GaP asosida o‘stirilgan nanostrukturalarga bo‘lgan qiziqish ularning monolit optoelektron integral sxemalarini yaratish, fotoo‘zgartirgichlar (quyosh elementlari), optik va elektron qo‘zg‘alishli lazerlar, shuningdek, yuqori chastotali qurilmalarda keng qo‘llanilishi hamda istiqbolliligi bilan izohlanadi. Shu sababli ularning elektron, optik, emissiya va elektrofizik xossalari, shuningdek, ushbu xossalarga turli tashqi ta’sirlarning ta’siri hozirgi kunda keng miqyosda tadqiq etilmoqda. Xususan, metall-oksid-yarimo‘tkazgich integral sxemalarini kremniy asosida yaratishda uning sirtida to‘g‘ridan-to‘g‘ri zonali o‘tishga ega epitaksial qatlamni hosil qilish muhim ahamiyatga ega [1]. GaP va Si ning kristall panjaralari doimiylarining deyarli mos kelishi GaP/Si geteroepitaksial tizimini hosil qilish imkonini beradi. Biroq, sof GaP bilvosita zonali yarimo‘tkazgich hisoblanadi, bu esa uning optoelektron qurilmalarda samarali qo‘llanilishini cheklaydi. Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra [2], GaP tarkibiga kamida 0,5 foiz azot kiritilishi natijasida GaP_{0,98}N_{0,02} tarkibli qotishma hosil bo‘ladi. Mazkur qotishma to‘g‘ridan-to‘g‘ri zonali o‘tishga ega bo‘lib, uning optik xossalari sezilarli darajada yaxshilanadi va qo‘llanish imkoniyatlari kengayadi. GaP yuzasida uch va to‘rt komponentli qatlamlarni hosil qilish uchun molekulyar-nur epitaksiyasi, gaz fazali epitaksiya, metall-organik gidrid epitaksiyasi, suyuq fazali epitaksiya hamda yuqori energiyali ion implantatsiyasi kabi usullar keng qo‘llaniladi [3]. So‘nggi yillarda materiallarning yuzasi va sirtga yaqin qatlamlarida nanostrukturalarni hosil qilish uchun past energiyali ion implantatsiyasi usuli tobora keng qo‘llanilmoqda. Ushbu usul yordamida tarkib va tuzilmani nazorat qilish, shuningdek, nanoo‘lchamdagi yangi fazalarni shakllantirish imkoniyati yuzaga keladi. Xususan, [4] ishda alyuminiy ionlarini GaP(111) va GaAs(111) yuzalariga implantatsiya qilish orqali GaAlP va GaAlAs turidagi nanofazalar hamda nanoyupqa qatlamlar hosil qilingan. Aniqlanishicha, GaAlP nanofazalarining sirt o‘lchamlari 35-40 nm dan kichik va qalinligi 3,5-4 nm atrofida bo‘lganda kvant o‘lcham effektlari yaqqol namoyon bo‘ladi. Shu bilan birga, hozirgi vaqtgacha GaInP turidagi nanostrukturalar past energiyali ion implantatsiyasi usuli yordamida yetarli darajada o‘rganilmagan va bunday tuzilmalarni hosil qilish masalasi ochiq bo‘lib qolmoqda.

Mazkur ish GaP asosiga In⁺ ionlarini implantatsiya qilish orqali hosil qilingan GaInP nanostrukturalarining tarkibi, elektron va kristall tuzilmasini o‘rganishga bag‘ishlangan. 1-rasmda GaP(111) yuzasi hamda qalinligi taxminan 50 nm bo‘lgan Ga_{0,6}In_{0,4}P/GaP(111) plyonkasining raster elektron mikroskopiya tasvirlari keltirilgan. 1-rasm, a dan ko‘rinadiki, monokristalli GaP(111) yuzasi atom darajasida silliqlikka ega. Atom-kuch mikroskopiya usuli yordamida aniqlangan sirtning taxminiy notekislik qiymati taxminan 1 nm ni tashkil etadi. 1-rasm, b dagi tasvir tahlili shuni ko‘rsatadiki, Ga_{0,6}In_{0,4}P plyonkasi alohida bloklardan tashkil topgan. Bunda sirt notekisligi ortib, taxminan 2 nm ga yetadi.



1-rasm. GaP yuzasining (a) va $\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ plyonkasi bilan qoplangan GaP yuzasining (b) raster elektron mikroskopiya tasvirlari.

Ilk bor In^+ ionlarini implantatsiya qilish va keyingi termik ishlov berish usuli yordamida $\text{GaP}(111)$ yuzasida qalinligi 30-35 Å boʻlgan $\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ nanokristalli fazalari hamda yupqa plyonkalari hosil qilindi. Ularning energiya zonalari parametrlari, valent zona elektronlari zichligi, shuningdek, GaP yuzasining GaInP nanofazalari bilan qoplanish darajasi aniqlandi. Aniqlanishicha, qalinligi $h \approx 30\text{-}35$ Å va sirt diametri $d \leq 30\text{-}35$ Å boʻlgan GaInP nanokristallarida kvant oʻlcham effektlari yaqqol namoyon boʻladi.

Xulosa. Tadqiqot natijasida $\text{GaP}(111)$ yuzasida In^+ ionlarini implantatsiya qilish va termik ishlov berish orqali $\text{Ga}_{0.6}\text{In}_{0.4}\text{P}$ nanostrukturalari hosil qilindi. Bu jarayon sirtning strukturaviy va tarkibiy oʻzgarishlariga olib kelib, silliq yuzadan blokli tuzilishga oʻtish kuzatildi. Hosil qilingan nanostrukturalarda energiya zonalari parametrlari va elektron zichligi aniqlandi. Oʻlchamlari 30-35 Å boʻlgan nanokristallarda kvant oʻlcham effektlari namoyon boʻlishi qayd etildi. Olingan natijalar GaP asosidagi optoelektron qurilmalarda nanostrukturalarni qoʻllash imkoniyatlarini kengaytiradi.

ADABIYOTLAR

1. A.A. Lazarenko, E.V. Nikitina, E.V. Pirogov, M.S. Sobolev, & A.Yu. Egorov. 48. No. 4, pp. 392-396. 2014.
2. H. Yonezu, Y. Furukawa, A. Wakahara. J. Cryst. Growth, 310, 4757 (2008).
3. B. Kunert, S. Reinhard, J. Koch, M. Lampalzer, K. Volz, W. Stolz. Phys. Status Solidi C, 3 (3), 614 (2006).
4. X.B. Zhang., J.H. Ryou., R.D. Dupius., G.Walter., N. Holonyak. Jr. Metalor-ganic Chemical Vapor Deposition Growth and Characterization of GaInP/ GaAs Superlattices // J. Electron. Mater. 2006. V. 35. P. 705-710.

PAST ENERGIYALI ELEKTRON BOMBARDIMONI VA TERMİK ISHLOV TA’SIRIDA GaP(111) YUZASINING STRUKTURAVIY VA TARKIBIY O’ZGARISHLARI

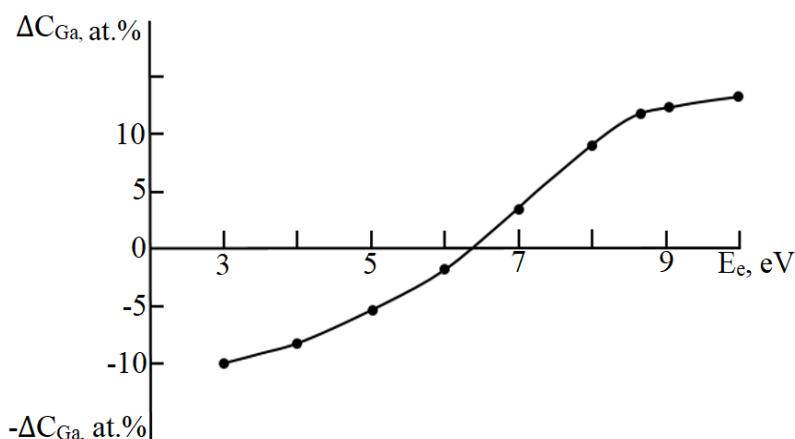
Donayev S.B¹., Donayev B.D²., Mirzayeva R.S¹

¹Toshkent davlat texnika universiteti

²Qarshi davlat texnika universiteti

Hozirgi kunda A^3B^5 turidagi yarimo’tkazgich birikmalarining fizik xossalarini maqsadli modifikatsiya qilish masalasi ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyat kasb etmoqda. Shu jihatdan, xususan GaP materialining xossalarini boshqarish va takomillashtirishga qaratilgan tadqiqotlar keng ko’lamda olib borilmoqda. GaP materialining fizik xususiyatlarini o’zgartirish uchun turli texnologik usullar qo’llaniladi. Ular qatoriga issiqlik bilan ishlov berish, kimyoviy yo’l bilan yemirish, lazer nurlari yordamida ishlov berish hamda ion implantatsiyasi kiradi. Mazkur usullar yordamida materialning kristall tuzilmasi, elektron holatlari va optik xossalarini nazorat qilish imkoniyati yuzaga keladi.

Metall-oksid-yarimo’tkazgich integral sxemalarini kremniy asosida yaratishda uning sirtida to’g’ridan-to’g’ri zonali o’tishga ega epitaksial qatlamni hosil qilish muhim hisoblanadi [1]. GaP va Si kristall panjaralari doimiylarining deyarli mos kelishi GaP/Si geteroepitaksial tizimini shakllantirish imkonini beradi. Biroq, sof GaP bilvosita zonali yarimo’tkazgich bo’lib, bu holat uning optoelektron qurilmalarda samarali qo’llanilishini cheklaydi. Tadqiqotlar natijalariga ko’ra [2], GaP tarkibiga kamida 0,5 foiz azot kiritilishi natijasida GaP-azotli qotishma hosil bo’ladi. Ushbu qotishma to’g’ridan-to’g’ri zonali o’tishga ega bo’lib, materialning optik nurlanish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi hamda uni zamonaviy optoelektron qurilmalarda qo’llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

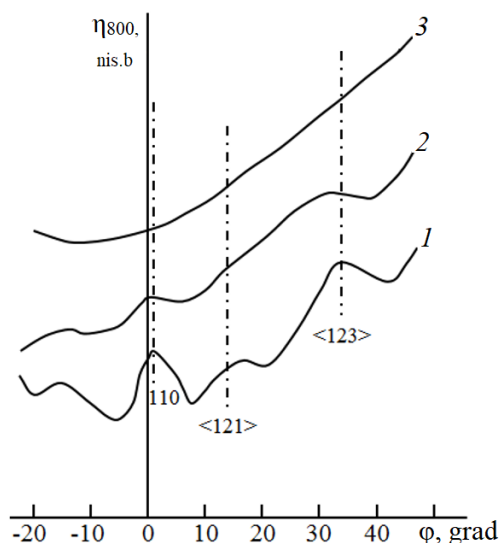


1-rasm. GaP uchun elektronlar energiyasi $E_e = 3-10$ keV oralig’ida, $D = D_n$ sharoitda ΔC_{Ga} ning energiyaga bog’liqligi.

Ushbu ishda ilk bor past energiyali elektron bombardimoni va undan keyingi termik ishlovning monokristalli galliy fosfid GaP(111) yuzasining tarkibi hamda kristall tuzilmasiga ta’siri o’rganildi. 1-rasmda galliy atomlarining nisbiy sirt konsentratsiyasi o’zgarishi ΔC_{Ga} ning elektronlar energiyasi E_e ga bog’liqligi $E_e = 3-10$ keV oralig’ida, doza $D = D_n$ sharoitida keltirilgan. Grafikdan ko’rinadiki, $E_e = 6-7$ keV diapazonda ΔC_{Ga} qiymati nol orqali o’tadi. $E_e \approx 9$ keV dan boshlab esa ΔC_{Ga} ning o’zgarish tezligi sekinlashadi. Elektron bombardimon jarayonida GaP tarkibiy qismlarga ajraladi, natijada material yuzasi va unga yaqin qatlamlarda tartibsizlanish yuzaga keladi.

2-rasmdan ko’rinadiki, nurlantirilmagan GaP(111) uchun $\eta(\varphi)$ bog’liqligida turli kristallografik tekisliklardan elektronlarning noelastik qaytishi bilan bog’liq bo’lgan aniq ifodalangan maksimumlar

kuzatiladi.



2-rasm. Toza GaP uchun (1-egri chiziq) hamda 3 keV (2-egri chiziq) va 10 keV (3-egri chiziq) energiyali elektronlar bilan bombardimon qilingan GaP uchun $\eta_{800}(\varphi)$ bog‘liqlilari.

$E_0 = 3$ keV energiyali elektronlar bilan ishlov berilgandan so‘ng asosiy maksimumlarning intensivligi sezilarli darajada kamayadi va ularning yutilish xususiyati o‘zgaradi. Bu holat, ehtimol, qatlamlarning to‘liq tartibsizlanishi yuz bermaganligini ko‘rsatadi. $E_e = 10$ keV bo‘lgan holatda esa $\eta(\varphi)$ egri chiziqlarida maksimumlar to‘liq tekislanadi, bu esa amorflangan qatlamlar uchun xos xususiyat hisoblanadi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida past energiyali elektron bombardimoni va undan keyingi termik ishlovning GaP(111) yuzasining tarkibi hamda kristall tuzilmasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Elektronlar energiyasining oshishi bilan sirt tarkibidagi galliy konsentratsiyasining o‘zgarishi va strukturaviy tartibsizlanish jarayonlari kuzatildi. Xususan, 6-7 keV diapazonda konsentratsiya nol qiymatdan o‘tishi muhim fizik hodisa sifatida qayd etildi.

ADABIYOTLAR

1. A.A. Lazarenko, E.V. Nikitina, E.V. Pirogov, M.S. Sobolev, & A.Yu. Egorov. 48. No. 4, pp. 392-396. 2014.
2. B. Kunert, S. Reinhard, J. Koch, M. Lampalzer, K. Volz, W. Stolz. Phys. Status Solidi C, 3 (3), 614 (2006).

**n-TIPLI MONOKRISTALL KREMNIYGA DIFFUZIYA YO‘LI BILAN KIRITILGAN
TEMIRNING TUZILMAVIY HOLATI VA Fe–Si FAZALARINING RAMAN
SPEKTROSKOPIYASI ASOSIDA TAHLILI**

Amin Mallayev¹, Shohruh Sayfulloyev², Shohida Xudoyberganova²

¹Qarshi xalqaro innovatsion universiteti, 180109 Qarshi, ²Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, 100174 Toshkent, O‘zbekiston

Ushbu ishda n-tipli monokristall kremniyga temirning diffuziya yo‘li bilan kiritilishi natijasida yuzaga keladigan strukturaviy o‘zgarishlar Raman spektroskopiyasi asosida tahlil qilindi. Tadqiqot uchun dastlab 1200°C da 12 soat vakuumda termik ishlov berilgan nazorat namuna, Fe diffuziya qilingan namuna hamda sirtidan qatlam olib tashlangan namuna ketma-ketligini o‘z ichiga oladi. Raman spektrlaridagi Si–Si optik fonon chizig‘ining intensivligi, past va o‘rta chastotali sohada yangi cho‘qqilarning paydo bo‘lishi hamda sirtidan 3 mkm qatlam olib tashlangandan keyingi tiklanish jarayoni Fe–Si o‘zaro ta’siri natijasida sirtga yaqin reaksiya qatlam hosil bo‘lishini ko‘rsatadi. Olingan natijalar β -FeSi₂ tipidagi fazalar shakllanishi, qoldiq kuchlanishlar va optik ekranlanish effektlari bilan talqin qilindi.

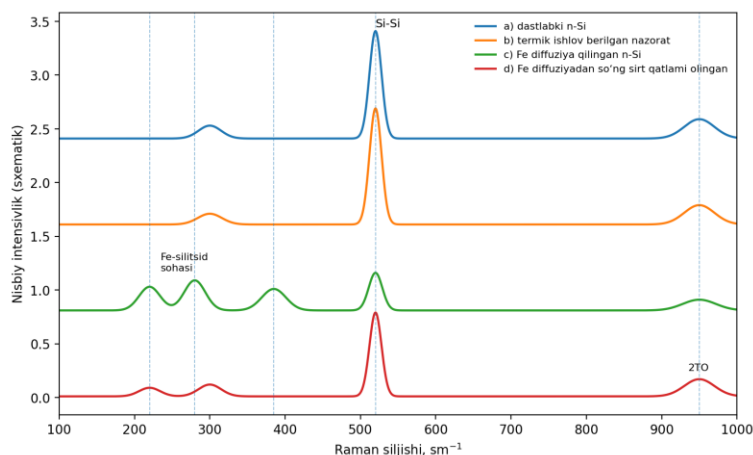
Temir kremniy texnologiyasida bir vaqtning o‘zida ham chuqur markaz hosil qiluvchi kirishma, ham Fe–Si tizimida silitsid fazalar manbai sifatida qaraladi. Shu sababli Fe atomlarining monokristall kremniyga diffuziyasi natijasida panjara simmetriyasi, ichki kuchlanishlar va sirtga yaqin yangi fazalar shakllanishini Raman usuli bilan aniqlash muhim ilmiy ahamiyatga ega. Raman spektrida 520–524 cm^{-1} oralig‘idagi Si–Si optik fonon chizig‘i kristall panjaraning sezgir indikator bo‘lib, uning intensivligi va shakli o‘zgarishi sirt holati hamda nuqsonlar evolyusiyasini baholash imkonini beradi.

Tadqiqot uchun KEF-35 $\Omega\cdot\text{cm}$ solishtirma qarshilikka ega bo‘lgan n-tipli monokristall Si namunalar tanlandi. Namunalar standart kimyoviy tozalashdan o‘tkazilgach, ularning sirtiga yuqori toza temir qatlami hosil qilindi. So‘ng namunalari kvarts ampulaga joylashtirilib, taxminan 10^{-4} Torr vakuum ostida 1200°C haroratda 12 soat davomida diffuziya qilindi. Raman tahlili 785 nm lazerli spektrometrdagi bajarildi. Tahlil uchun to‘rtta holat qiyoslandi: a) dastlabki n-Si; b) faqat termik ishlov berilgan nazorat namuna; c) Fe diffuziya qilingan namuna; d) Fe diffuziyadan keyin sirtidan 3 mkm qatlam olib tashlangan namuna.

Dastlabki n-Si namunada asosiy Raman cho‘qqisi Si–Si optik fonon modasiga mos holda 523.9 cm^{-1} atrofida kuzatiladi. Cho‘qqining nisbatan tor shakli va yuqori intensivligi kristall panjaraning yaxshi tartiblanganini bildiradi. 1200°C da termik ishlov berilgan nazorat namunada esa ushbu chiziqlarning intensivligi ortishi panjaradagi qoldiq deformatsiyalar relaksatsiyasi va sirt tartibsizliklarining kamayishi bilan izohlanadi.

Fe diffuziyasidan so‘ng Si–Si chizig‘ining keskin susayishi sirtga yaqin qatlamda optik jihatdan faol Fe–Si birikmalar hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. 217 cm^{-1} va 282 cm^{-1} atrofida paydo bo‘ladigan yangi maksimumlar β -FeSi₂ fazasiga xos tebranish modalarining asosli spektral belgisi sifatida talqin qilinadi. 390 cm^{-1} ga yaqin zaif cho‘qqi esa aralash fazali holat, qoldiq siqish kuchlanishlari yoki interfeys sohasidagi tartibsizlanish bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Demak, Fe diffuziyasi natijasida nafaqat substrat Raman signali ekranlanadi, balki sirt qatlamida yangi faza komponentlari shakllanadi.

Sirtidan 3 mkm qatlam olib tashlangach, Si–Si cho‘qqisining sezilarli tiklanishi va Fe–Si fazalariga tegishli chiziqlarning keskin kamayishi reaksiya qatlam asosan sirtga yaqin joylashganini ko‘rsatadi. Ushbu holat qalinlikning taxminan 0–3 mkm oralig‘ida ekanini bildiradi. Ayrim cho‘qqilarning saqlanib qolishi Fe atomlarining chuqurroq diffuziyalangan qismi yoki interfeysda yupqa qoldiq silitsid qatlam mavjudligi bilan tushuntiriladi.



1-rasm. Fe bilan legirlangan n-Si namunalar uchun Raman spektrlarining ilmiy-sxematik ko‘rinishi: a) dastlabki n-Si, b) termik ishlov berilgan nazorat namuna, c) Fe diffuziya qilingan n-Si, d) Fe diffuziyadan so‘ng sirt qatlami olingan namuna.

Raman tahlili Fe diffuziyasi natijasida monokristall kremniy sirtida Fe–Si fazalari hosil bo‘lishini, Si–Si optik fonon chizig‘ining sezilarli susayishini va sirtidan qatlam olib tashlangandan keyin kremniy qatlami signalining qayta tiklanishini ko‘rsatdi. 1200°C, 12 soat va $\sim 10^{-4}$ Torr sharoitida shakllangan reaksiya qatlam asosan sirtga yaqin 0–3 mkm chuqurlik diapazonida joylashganligi ko‘rsatildi. 217 va 282 cm^{-1} atrofidagi chiziqlar β -FeSi₂ tipidagi fazalar foydasiga asosiy spektral bo‘lib xizmat qiladi. Natijalar Fe ning kremniy bilan o‘zaro ta’siri diffuziya, silitsidlanish va qoldiq kuchlanishlar evolyusiyasi bilan birgalikda kechishini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

4. E. Smith, G. Dent. Modern Raman Spectroscopy: A Practical Approach. Wiley, 2019.
5. P.A. Temple, C.E. Hathaway. Multiphonon Raman Spectrum of Silicon. Phys. Rev. B, 7(8), 3685–3697, 1973.
6. B. Graczykowski et al. Raman spectral imaging—A nondestructive, high resolution analysis technique for local stress measurements in silicon. Vib. Spectrosc., 42(1), 93–97, 2006.
4. T. Suemasu et al. Raman scattering study of semiconducting β -FeSi₂ films. IEICE Electronics Express, 1(9), 253–257.
5. Fe–Si tizimida β -FeSi₂ fazalarining hosil bo‘lishi va Raman modalariga oid ilmiy manbalar asosida mualliflik talqini.

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ШЕЛКОВОГО ВОЛОКНА ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

М. Давранова, А. Улукмурадов, М. Фаттахов, Б. Исламов

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, 100100 Ташкент, Узбекистан

Актуальность исследования формирования шелковичных волокон в процессе формирования из коконов натурального шелка очевидна. Нить, отделённая от кокона тутового шелкопряда, состоит из двух рядом лежащих нитей фиброина, покрытых снаружи и соединённых между собой шёлковым клеем – серицином. Освобождённое от серицина неповреждённое шёлковое волокно имеет вид однородной бесструктурной нити. При разматывании коконов в зависимости от условий растворяется то или иное количества серицина. [1].

Шёлк-сырец, полученный при размотке коконов должен обладать определённой толщиной, равномерностью, необходимо чтобы нить имела хорошую связность, не раскалывалась и не расщеплялась под действием механических сил. Шёлковая нить должна сохранять своё строение и при различных химических процессах: при отварке, крашении и других отделочных операциях. Шёлк-сырец должен обладать определёнными механическими свойствами: крепостью и удлинением при разрыве, упругостью, а также хорошим, равномерным блеском и однородными цветом.

Прочность нитей шелка-сырца зависит от прочности отдельных коконных нитей, от их числа, от силы сцепления коконных нитей, которая определяется способностью серицина склеивать их, от силы взаимного трения нитей и от влажности шелка. Нами проведены структурные и физико-механические исследования нитей шелка-сырца, размотанных в электроактивированных водных растворах серицина. Структурные исследования волокон натурального шелка, с целью определения, изменяется ли структура волокна или нет, проводили на двухлучевом инфракрасном спектрографе «Spekord-IR-20». Анализ работ, в частности размотку коконов проводили в обычной воде (1) и в размотка в электроактивированном водном растворе (2).

В первом случае, в обычной воде, спектрограмма-1 представляет ИК-спектры волокон натурального шелка размотанных существующим способом в обычной воде с параметрами $pH=6,8$ и $ОВП=+50$ мВ. Во втором случае, спектрограмма-2 представляет собой ИК-спектры волокна натурального шелка размотанного в электроактивированном водном растворе серицина с концентрацией 5 г/л и $pH=9,8$, $ОВП=-380$ мВ. В обоих случаях использовались коконы одинакового размера и на одной партии.

Анализ полученных ИК-спектров, показало, что в структуре натурального шелка значительных изменений не наблюдается, т.е. предлагаемый способ размотки коконов не изменят-структуру волокна, но улучшает механические показатели натурального шелка. Незначительные изменения в области 2380 см и 2930 см относятся к валентным колебаниям CH_2 и CH_3 групп. Изменения этих пиков, по-видимому, связано с отрывом протонов от этих групп. Образовавшиеся при этом макрорадикалы могут рекомбинировать с ОН-радикалами, образующимися в воде, а также между собой, образуя межмолекулярные поперечные связи и сшивки.

Немаловажным показателем размотки является непрерывно разматываемая и общая длина коконной нити. Кривые на рис.1. показывают, что без обрывная размотка соответствует концентрации серицина около 5 г/л. По обе стороны от этого значения число обрывов возрастает и непрерывно разматываемая длина снижается. Наименьшая соответствует среде с чистой водой (контроль) и среде с концентрацией серицина 10 г/л. Обрывность в указанных точках приблизительно одинаковая. Увеличение содержания серицина в размоточном тазу (по

сравнению чистой водой) способствует увеличению непрерывно разматываемой длины L_{np} в 1,5 раза (5 г/л). С увеличением концентрации серицина в электроактивированном водном растворе, число обрывов возрастает, качество размотки ухудшается, сила отрыва нити внутренних слоев растет, приближаясь к значениям контроля.

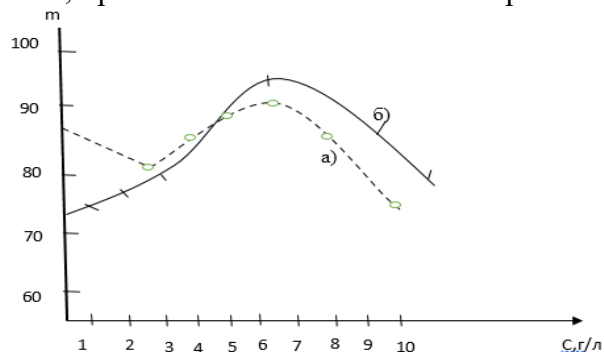


Рис.1. Влияние концентрации серицина на непрерывно разматываемую (а) и общую (б) длину коконной нити.

Выше изложенное подтверждается полученными данными электронно-микроскопических исследований, что коконная нить полученная с кокона разматанного в чистой воде отличается от нити с кокона разматанного в отличается от нити с кокона разматанного в электрохимически активированном водном растворе серицина большим количеством дефектов чистоты, она более слабая, моховатая. Тогда как нить обработанных в электрохимически активированной водной среде более прочная и монолитная.

Нами также, были исследованы качественные характеристики нитей натурального шелка, разматанных различными способами. В таблице 1. показаны разрывная прочность и связность нитей (число химических контактов) натурального шелка.

Таблица 1.

№	Условия размотки	Связность (ч.х.к) не менее	Разрывная нагрузка гс/текс	Разрывное удлинения %
1.	Контроль в обычной воде: рН=6,8; ОВП=+70мВ	30	30,4	17,9
2.	Контроль в электроактивированной воде: рН=9,0; ОВП=-300мВ	31	30,8	18,0
3.	В сточной воде, содержащей серицин и обработанной до параметров: C=5г/л; рН=9,8; ОВП=-380мВ	38	33,2	19,6

Как видно из приведенной таблицы 1., качественные характеристики нитей разматанных в электроактивированном водном растворе серицина концентрацией 5 г/л, рН=9,8 и ОВП=-380мВ значительно лучше, чем в обычных условиях. Улучшение качественных показателей нитей натурального шелка разматанных в разработанном способе можно объяснить, тем что, серицин находящийся в растворе препятствует излишнему растворению серицина нити, но и кроме того создаются условия для налипания его, имеющегося в воде, на нить.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фаттахов М.А., Исламов Б.Х., Мамаева Д.А., Ташпулатов С.Ш. Исследование электрохимических свойств технологической жидкости // Известия вузов. Технология текстильной промышленности, Иваново, -2024. - №3 (411), - С. 133-140.

PARAMETRIC XUV RADIATION GENERATION IN GADOLINIUM PLASMA

Q. U. Tog‘ayeva¹, Sh. T. Boymirov¹, Sh. B. Reyimbaev¹, R. A. Gancev²

¹Denau institute of entrepreneurship and pedagogy, 360 Denau city, Surkhandarya Region, 190507, Uzbekistan

²Institute for Advanced Studies, New Uzbekistan University, Movarounnahr 1, Tashkent 100007, Uzbekistan

Laser-induced plasma serves as an efficient medium for HHG and synthesizing new radiation frequencies. Although lanthanides, specifically Gd plasma, have not yet been fully explored in nonlinear optical processes, this medium possesses unique properties for complex parametric wave mixing [1-2]. In this study, the generation of harmonics and parametric waves in Gd plasma using ultrashort laser pulses was investigated.

The initial experiments compared harmonics from Gd and Ag plasmas using a single-color pump (802 nm). Further studies on parametric wave generation utilized a two-color pump consisting of 802 nm (65 fs) pulses from a Ti:sapphire laser and 1604 nm (75 fs) pulses from an optical parametric amplifier. The polarizations of the two pumps were orthogonal. An optical delay line was used to adjust the temporal overlap of the pulses in the Gd plasma with an accuracy of 5 fs. The focused intensities were $4 \cdot 10^{14} \text{ W/cm}^2$ (802 nm) and $0.8 \cdot 10^{14} \text{ W/cm}^2$ (1604 nm).

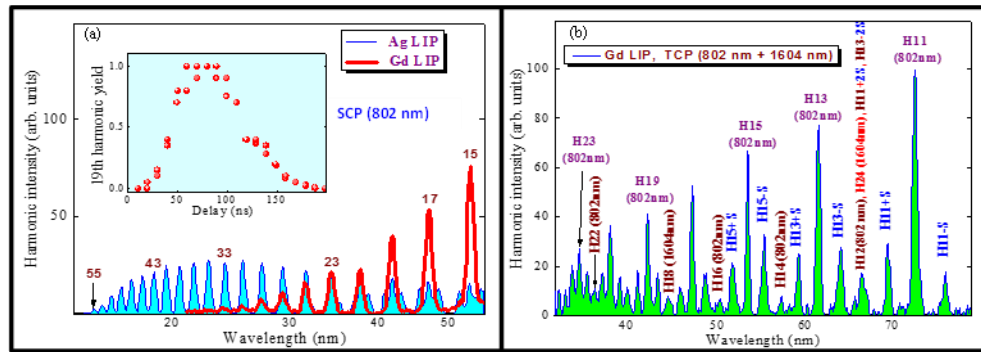


Fig.1. (a) Harmonic spectra from Gd and Ag plasmas using a single-color pump (802 nm). (b) Harmonic and parametric wave spectra in Gd plasma using a two-color pump (802 nm + 1604 nm).

Under single-color excitation, harmonics up to the 33rd order were observed in the Gd plasma. Unlike La plasma, no resonance-induced enhancement of harmonics was detected in the 26–55 nm range [3]. However, when the two-color pump was applied with minimal temporal delay between the pulses, a rich spectrum of sum and difference frequency components appeared alongside the odd harmonics. At the optimal overlap, the intensities of the parametric waves and the harmonics became comparable. Although some generated frequencies coincided with Gd ionic transitions, no relative enhancement among the parametric waves was observed, confirming the absence of a strong resonance effect in this specific spectral region.

While Gd plasma does not exhibit resonance enhancement in the studied range, it proves to be a highly efficient nonlinear medium for parametric wave mixing. The use of a two-color pump allows for the generation of tunable, multi-color XUV radiation, which is crucial for applications in attosecond physics and advanced spectroscopy.

REFERENCES

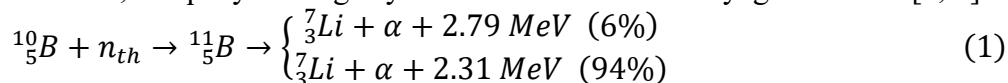
1. W. Fu, Y. H. Lai, J. Liang, and W. Li, “Investigation of high-harmonic cutoff of metal ions driven by near-infrared laser,” *Opt. Express* 30, 23090–23101 (2022).
2. M. Singh, M. A. Fareed, V. Birulia, A. Magunov, A. N. Grum-Grzhimailo, P. Lassonde, A. Laramée, R. Marcelino, R. G. Shirinabadi, F. Légaré, T. Ozaki, and V. Strelkov, “Ultrafast resonant state formation by the coupling of Rydberg and dark autoionizing states,” *Phys. Rev. Lett.* 130, 073201 (2023).
3. R. A. Ganeev and S. B. Reyimbayev, “Enhancement of harmonics and parametric waves in the extreme ultraviolet region during propagation of femtosecond pulses through the La, Yb, and Gd laser-induced plasmas,” *Phys. Plasmas* 33, 022302 (2026).

BNCT (BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY) TEXNOLOGIYASI

A. Sa'dullayeva, N. Turobxodjiyeva, U. O'ngarova, H. Tursinboyeva

Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universiteti, 100174 Toshkent, O'zbekiston

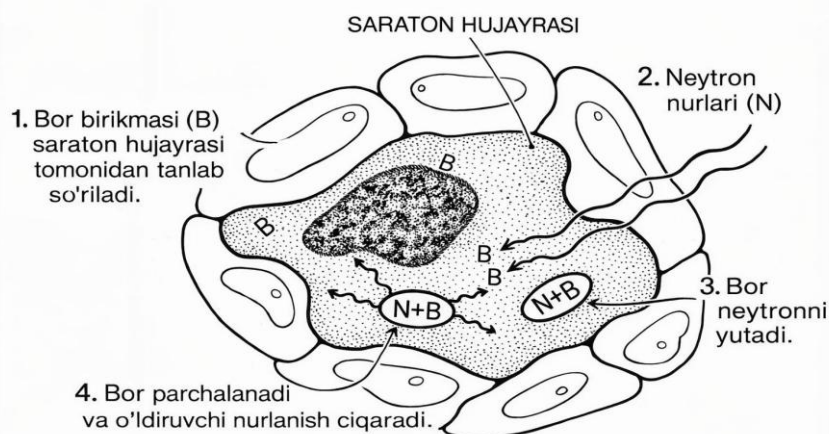
Bor neytron qamrash terapiyasi (BNCT) – bu ikki bosqichli, selektiv nurlanish usuli bo'lib, saraton hujayralariga yuqori aniqlikda zarar yetkazishga asoslangan. Birinchi bosqichda bemorga bor-10 (^{10}B) izotopiga boy birikmalar (masalan, borofalan – Steboronine yoki L-BPA, natriy borokaptat – BSH) vena orqali yuboriladi. Ushbu moddalar o'smada selektiv to'planadi. Ikkinchi bosqichda epidermal neytronlar organizmda sekinlashib, issiq neytronlarga aylanadi va ^{10}B bilan reaksiyaga kirishadi [1, 2].



Farmakokinetika va selektivlik

BNCT muvaffaqiyati borli birikmalarning o'simta hujayralariga selektiv kirib borishiga bog'liq. O'simta va sog'lom to'qima o'rtasidagi bor konsentratsiyasi nisbati (T/N) kamida 3:1 bo'lishi shart. BPA amino kislota sifatida saraton hujayralarining jadal metabolizmi hisobiga to'planadi [3].

Bor neytron yutish terapiyasi (BNYT)



1-rasm. Bor neytron qamrash jarayoni hujayrayviy mexanizmi

Bor neytron qamrash terapiyasida (BNCT) borli birikmalarning ahamiyati ushbu usulning selektivlik (tanlab ta'sir qilish) va yuqori terapevtik samaradorlik prinsiplariga asoslanadi [1,2]. Ularning asosiy ahamiyati quyidagicha.

Yadroviy reaksiya mexanizmi: ^{10}B izotopi issiq (yoki epidermal) neytronlarni tutib olganda, yuqori energiyali alfa zarralar (^4He) va litiy-7 (^7Li) ionlari ajralib chiqadi. Reaksiya natijasida 2.31 MeV (94%) va 2.79 MeV (6%) energiya ajraladi [2,3].

Qisqa masofali halokatli ta'sir: Alfa zarralari va litiy ionlarining to'qimadagi harakat masofasi juda qisqa bo'lib, bu deyarli bitta inson hujayrasi diametriga tengdir [1]. Bu esa nurlanish dozasi faqat bor to'plangan o'sma hujayrasining ichida qoldirib, atrofdagi sog'lom hujayralarga zarar yetkazmaslik imkonini beradi.

Yuqori LET va DNK shikastlanishi: $^{10}\text{B}(n,\alpha)^7\text{Li}$ yadroviy reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan zarralar yuqori chiziqli energiya uzatish (LET) xususiyatiga ega. Ular hujayra DNKsida qayta tiklanmaydigan ikki zanjirli sinishlarni hosil qilib, o'sma hujayralarini samarali yo'q qiladi [3].

Gipoksiya va radioqarshilikni yengish: Borli birikmalar yordamida amalga oshiriladigan neytron terapiyasi an'anaviy nurlanish usullariga chidamli bo'lgan, kislorod tanqis (gipoksik) o'smalarni yo'q qilishda o'ta muhimdir, chunki neytronlarning biologik samaradorligi kislorod miqdoriga bog'liq

emas[1][4].

Klinik sinov natijalari (yaqin yillardagi):

- Yangi tashxis qo'yilgan glioblastomada (GBM): 1-yillik omon qolish darajasi 80%, 2-yillik ~53%[5] (preliminar natijalar).
- Qayta takrorlanuvchi bosh-bo'yin saratonlarida: ob'ektiv javob darajasi 70% dan yuqori, to'liq remissiya (CR) 50% gacha yetgan holatlar mavjud.
- Malign melanoma: to'liq javob 70–75% (ayniqsa non-nodulyar tipda).

Bor neytron qamrash terapiyasi usuli yuqori selektivlikka ega zamonaviy usul bo'lib, usul bor izotopining o'sma hujayralariga to'planishi natijasida kuchli zararlovchi zarra hosil bo'lishiga asoslanadi. BNCT gipoksik va radiorezistent o'smalarda yuqori samaradorlikka ega va zamonaviy klinik tadqiqotlar ushbu usulning istiqbolli ekanligini ko'rsatmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Barth R.F., Mi P., Yang W. *Boron delivery agents for neutron capture therapy of cancer*. Cancer Communications, 2018.
2. Suzuki M., Kato I. *Current status of BNCT and its clinical applications*. Applied Radiation and Isotopes, 2014.
3. International Atomic Energy Agency (IAEA). *Current Status of Neutron Capture Therapy*. IAEA, Vienna, 2001.
4. IAEA. *Neutron Capture Therapy: Principles and Applications*. Human Health Series No. 19, 2014.
5. Miyatake S. et al. *Clinical results of BNCT for glioblastoma*. Journal of Neuro-Oncology.

PAXTA TERISH MASHINASI OPERATORGA TA’SIR QILUVCHI TEBRANISHNI BAHOLASH VA UNI KAMAYTIRISH USULLARI

Saydazim Kubayev

Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Samarqand filiali, 140100 Samarqand, O‘zbekiston

Qishloq xo‘jaligida mexanizatsiyalashtirish jarayonlari ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda hal qiluvchi omillardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, paxta terish mashinalaridan foydalanish orqali qo‘l mehnati sezilarli darajada qisqaradi va mehnat unumdorligi ortadi. Shu bilan birga, ushbu texnikalarda ishlovchi operatorlar uchun mehnat sharoitlari doim ham yuqori darajada emas. Xususan, ish jarayonida yuzaga keladigan umumiy tebranish inson organizmiga salbiy ta’sir ko‘rsatuvchi asosiy omillardan biri sifatida namoyon bo‘ladi. Umumiy tebranishning uzoq muddat davomida ta’sir etishi operatorlarda turli kasbiy kasalliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bunday ta’sir asab tizimi, yurak-qon tomir tizimi hamda tayanch-harakat apparatida funksional o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi [1]. Bu esa operatorlarda charchoqning tez ortishi, ish qobiliyatining pasayishi va diqqatning susayishiga olib keladi. Natijada ish jarayonida xatolar soni ortib, xavfsizlik darajasiga ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, doimiy ravishda tebranish ta’sirida ishlovchi operatorlarda surunkali kasalliklar rivojlanish xavfi yuqori bo‘ladi.

Ayniqsa, qishloq xo‘jaligi texnikalarida bu muammo dolzarb hisoblanadi, chunki tebranish manbalari ko‘p qirralidir. Ularga dvigatel ishlashi, mashinaning harakatlanishi vaqtida yer yuzasining notekisligi va ishchi mexanizmlarning faoliyati kiradi [2]. Bundan tashqari, texnikaning konstruktiv xususiyatlari, amortizatsiya tizimining samaradorligi va ekspluatatsiya sharoitlari ham tebranish darajasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, operatorlarni himoya qilish maqsadida tebranish darajasini kamaytirishga qaratilgan muhandislik yechimlarini ishlab chiqish va qo‘llash muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Tebranish darajasini baholash xalqaro standartlar asosida amalga oshiriladi va bunda, avvalo, tebranish tezlanishi, chastotasi hamda amplitudasi kabi asosiy parametrlar maxsus o‘lchov asboblari yordamida aniqlanadi. Ushbu asboblarda tebranishning vaqt davomida qanday o‘zgarishini, uning intensivligi va inson organizmiga yoki texnik tizimlarga ta’sir darajasini batafsil tahlil qilish imkonini beradi. Shu tariqa olingan ma’lumotlar asosida tebranishning xavfsizlik darajasi, me’yoriy chegaralarga mosligi va uni kamaytirish zarurati aniqlanadi. Tebranish darajasiga bir qator omillar sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Jumladan, mashinaning harakat tezligi ortishi bilan tebranish intensivligi ham oshishi mumkin. Yer yuzasining holati — ya’ni yo‘lning tekis yoki notekisligi, qattiqligi yoki yumshoqligi — tebranish darajasini belgilovchi muhim omillardan biridir. Texnik xizmat ko‘rsatish sifati ham katta rol o‘ynaydi, chunki vaqtida va sifatli xizmat ko‘rsatilmagan mexanizmlarda detallar tezroq eskiradi va bu tebranishning kuchayishiga olib keladi [3].

Shunday qilib, paxta terish mashinalarida operatorga ta’sir qiluvchi umumiy tebranishni kamaytirish nafaqat mehnat sharoitlarini yaxshilash, balki operator salomatligini muhofaza qilish va ish samaradorligini oshirish uchun ham zarurdir. Chunki uzoq muddatli tebranish ta’siri inson organizmiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, kasbiy kasalliklar kelib chiqishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois, tebranish darajasini kamaytirish orqali operatorning ish qobiliyatini saqlash va uning samarali mehnat qilishini ta’minlash muhim ahamiyatga ega.

Bu esa mazkur yo‘nalishda kompleks yondashuvni talab etadi. Ya’ni, konstruktiv takomillashtirish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish, ekspluatatsiya sharoitlarini to‘g‘ri tashkil etish hamda individual himoya vositalaridan samarali foydalanish kabi chora-tadbirlarni uyg‘un holda qo‘llash zarur. Faqat shunday yondashuv orqali tebranish ta’sirini minimal darajaga tushirish, mehnat xavfsizligini ta’minlash va paxta terish mashinalarining umumiy samaradorligini oshirish mumkin bo‘ladi [1,2].

Adabiyotlarda tebranishni kamaytirish bo'yicha taklif etilgan usullar mazmunan o'zaro bog'liq bo'lib, ularni umumiy holda bir nechta yo'nalishlar doirasida ifodalash mumkin. Avvalo, mashinaning konstruksiyasini takomillashtirish orqali tebranishni kamaytirish muhim ahamiyatga ega. Bunda dvigatel va ishchi mexanizmlarning muvozanatini ta'minlash, aylanuvchi qismlarni aniq balanslash, vibroizolyatsiya materiallaridan foydalanish, shuningdek, amortizator va dempfer qurilmalarini joriy etish kabi yechimlar qo'llaniladi. Bundan tashqari, konstruksiyada qattqlik va massa taqsimotini to'g'ri tanlash, tebranishni yutib qoluvchi elementlardan foydalanish ham muhim hisoblanadi. Bunday yondashuv tebranish manbasini bevosita kamaytirishga qaratilgani bilan yuqori samaradorlikni ta'minlaydi hamda texnikaning ishonchligini oshiradi.

Texnikaning ishlash jarayonini to'g'ri tashkil etish ham katta ahamiyat kasb etadi. Mashinaning harakat tezligini optimal tanlash, ish rejimlarini yer yuzasi holati va ish sharoitiga moslashtirish, texnologik jarayonlarni muvofiqlashtirish orqali tebranish darajasini sezilarli darajada pasaytirish mumkin. Shuningdek, uskunalarni ortiqcha yuklamasdan foydalanish, ish jarayonida keskin harakat va zarbalarni cheklash, ish rejimlarini bosqichma-bosqich o'zgartirish ham tebranish ta'sirini kamaytirishga xizmat qiladi. Bu chora-tadbirlar nafaqat tebranishni kamaytiradi, balki texnik vositalarning xizmat muddatini uzaytirishga ham ijobiy ta'sir ko'rsatadi [4].

Tebranishni kamaytirishda ekspluatatsiya jarayonini to'g'ri tashkil etish ham muhim o'rin tutadi. Texnik xizmat ko'rsatish ishlarini o'z vaqtida va sifatli bajarish, agregatlarni to'g'ri yig'ish va sozlash, detallarning yetarli darajada moylanishini ta'minlash hamda nosozliklarni barvaqt aniqlab bartaraf etish orqali ortiqcha tebranishlar paydo bo'lishining oldi olinadi. Shuningdek, uskunalarining ish rejimlariga rioya qilish, ularni ortiqcha yuklanishdan asrash va muntazam ravishda diagnostika qilish ham tebranish darajasini sezilarli kamaytiradi. Tashkiliy chora-tadbirlar ham ahamiyatli hisoblanadi. Xususan, operatorlarning ish va dam olish rejimlarini ilmiy asosda to'g'ri tashkil etish, ularni maxsus tayyorlash va malakasini oshirish, mehnat sharoitlarini yaxshilash, ish joylarini ergonomik talablar asosida jihozlash tebranishning inson organizmiga salbiy ta'sirini kamaytirishga yordam beradi. Shu bilan birga, xodimlarni mehnat xavfsizligi qoidalariga rioya qilishga o'rgatish va ularning sog'lig'ini muntazam nazorat qilib borish ham muhim ahamiyat kasb etadi [5].

Individual himoya vositalaridan foydalanish ham muhim omillardan biri hisoblanadi. Jumladan, vibrohimoya xususiyatiga ega maxsus o'rindiqlar, qo'lqoplar, poyabzallar va boshqa texnik vositalar operator organizmini tebranish ta'siridan ma'lum darajada muhofaza qilishga xizmat qiladi. Bunday vositalar tebranish energiyasini yutish yoki kamaytirish orqali inson tanasiga tushadigan salbiy ta'sirni pasaytiradi hamda ish sharoitlarini yaxshilaydi [10].

Umuman olganda, tebranishni kamaytirish kompleks yondashuvni talab qiladi. Ya'ni, bu jarayonda konstruktiv yechimlar (mexanizmlarni takomillashtirish, balanslash), texnologik choralar (ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish), ekspluatatsion tadbirlar (jihozlardan to'g'ri foydalanish va o'z vaqtida texnik xizmat ko'rsatish) hamda tashkiliy chora-tadbirlarni (ish va dam olish rejimini to'g'ri tashkil etish, xodimlarni o'qitish) birgalikda qo'llash eng samarali natijani beradi. Faqat shu holdagina tebranish ta'sirini minimal darajaga tushirish va mehnat xavfsizligini ta'minlash mumkin bo'ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

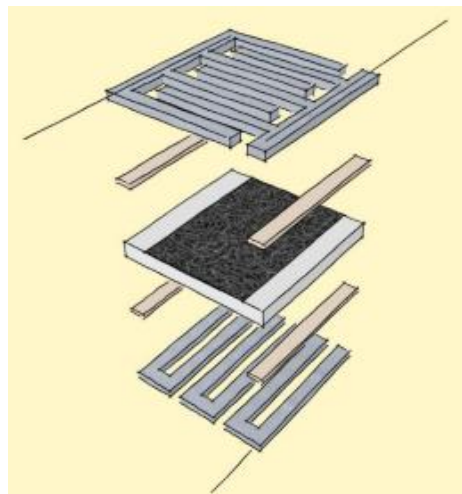
1. Griffin M.J. *Handbook of Human Vibration*. – London: Academic Press, 1990.
2. Erik Hollnagel, David D. Woods. *Joint Cognitive Systems*. – Boca Raton: CRC Press, 2005.
3. ISO 8041:2005. *Human response to vibration – Measuring instrumentation*.
4. John Deere. *Cotton Picker CP690 Technical Manual*. Moline, Illinois: Deere & Company, 2022. 456 p.
5. Brüel & Kjær. *Product Data: Triaxial CCLD Accelerometer Type 4514*. Nærum, Denmark: Brüel & Kjær Sound & Vibration Measurement A/S, 2021. 24 p.

YARIMO‘TKAZGICHLI DATCHIKLAR ASOSIDAGI CHIQINDI TO‘PLASH TIZIMLARIDA ENERGIYA TEJAMKORLIGI

B.A. Yuldoshov, X.A. Shaymanov

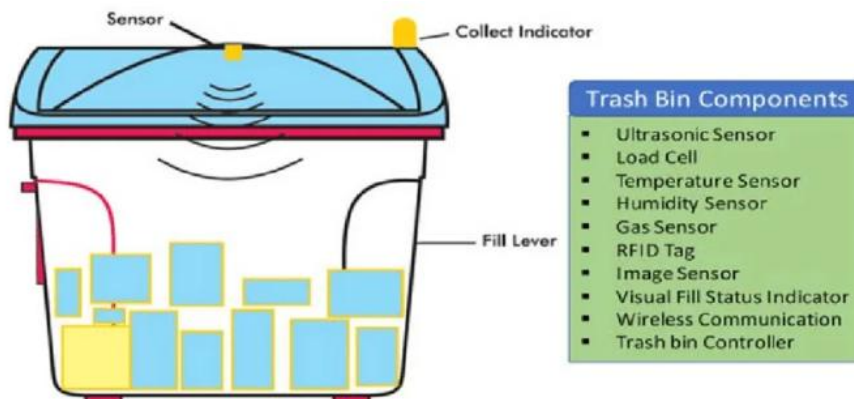
Termiz davlat universiteti, 190111 Termiz, O‘zbekiston

So‘nggi yillarda dunyo bo‘yicha hosil bo‘layotgan qattiq maishiy chiqindilar miqdori yiliga 2,01 milliard tonnani tashkil etmoqda. Agarda tezkor choralar ko‘rilmasa, 2050-yilga kelib bu ko‘rsatkich urbanizatsiya va aholi sonining o‘sishi hisobiga 3,4 milliard tonnaga yetishi bashorat qilinmoqda [1].



1-rasm. Yarimo‘tkazgichli datchiklarning sezgir qatlamining qizdiruvchi elementi

Yarimo‘tkazgichli datchiklarning asosiy energiya iste‘molchisi bu ularning sezgir qatlamini qizdiruvchi elementidir (1-rasm). Sberveglieri va boshqalar [2] organik chiqindilarda mikrobial faollikni aniqlashda “Elektron burun” tizimi samaradorligini isbotlagan bo‘lsa-da, bunday tizimlarning energiya sarfi yuqoriligicha qolmoqda. Ushbu muammoni hal qilish uchun turli yondashuvlar mavjud. Datchiklarni doimiy ishlash rejimidan davriy ishlash rejimiga o‘tkazish energiya sarfini keskin kamaytiradi. [3] tadqiqotda chiqindi idishlari uchun har soatda bir marta o‘lchov o‘tkazish batareya umrini 90% gacha uzaytirishini ko‘rsatgan (2-rasm).



2-rasm. Datchiklari davriy ishlash rejimida ishlashga mo‘ljallangan chiqindi konteyneri

Mikrokontrollerlar ma’lumotlarni qayta ishlamayotgan vaqtda minimal quvvat iste‘mol qilish

rejimiga o'tishi zarur [4]. Shinde va boshqalar MicroPython yordamida “uyg'onish” va “uxlash” vaqtlarini to'g'ri taqsimlash orqali yuqori energiya samaradorligiga erishish mumkinligini isbotlagan.

Ma'lumotlarni uzatishda energiya tejankor IoT texnologiyasini qo'llash tavsiya etiladi.



3-rasm. Energiya tejankor IoT texnologiyasini qo'llash

Tadqiqotning bosh maqsadi quyosh energiyasi asosida ishlovchi, texnologik va ekologik yechimlarni birlashtirgan interaktiv ‘Aqlli’ qurilmani yaratishdir. Bu tizim nafaqat energiya avtonomligini ta'minlaydi, balki foydalanuvchiga minnatdorchilik bildirish orqali jamiyatda ekologik madaniyatni yuksaltirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kaza Silpa et al. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. World Bank Publications. pp. 12. 2018.
2. Sberveglieri V. et al. Electronic nose for the early detection of microbial activity in organic waste. Chemosphere. Vol. 144. pp. 1320-1325. 2016.
3. Al-Jubari A.M. Optimizing Duty Cycle of Gas Sensors in Waste Containers. Environmental Science and Technology. Vol. 55. pp. 890-895. 2021.
4. Mahajan S. and Collier R. Smart Waste Management System using IoT and Gas Sensors. International Journal of Engineering and Advanced Technology. Vol. 9. No. 4. pp. 154-160. 2020.

KRIJOVNIK NAVLARI TUPLARINING O‘SISH KO‘RSATKICHLARINI ANIQLASH

Jamshidbek Tursunov

Akademik Mahmud Mirzayev nomli Bog‘dorchilik, Uzumchilik va Vinochilik Ilmiy-tadqiqot Instituti,
100212 Toshkent, O‘zbekiston

Jahonda rezavor mevalar yetishtirish hajmi 7-8 mln. tonna bo‘lib, shundan 655 ming tonnaga yaqinini krijovnik tashkil qiladi. Krijovnik yetishtirish bo‘yicha jahonda Rossiya Federatsiyasi yetakchilik qilib, 189 ming tonna hosil oladi. Polsha davlati 121 ming tonna, Ukraina davlati 24 ming tonna, boshqa davlatlarda esa jami 70 ming tonna krijovnik yetishtiriladi. Jahonda Rossiya, Polsha, Ukraina va Yevropaning boshqa mamlakatlarida qorag‘at yetishtirishning maqsadli yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlarining samaradorligini oshirishga, ishlab chiqarishda serhosil, biokimyoviy tarkibi yaxshi, mevaning tovar xususiyati yuqori, universal, iste‘mol qilishga va qayta ishlashga yaroqli, past haroratga, issiqqa, qurg‘oqchilikka, turli xil tuproq-iqlim sharoitlarida o‘sinh xususiyatiga ega navlar ustida izlanishlar olib borilmoqda.

O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi tizimini rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi PQ-4850-sonli qarorida o‘rmon fondi yerlarida ekoturizmni rivojlantirish, yog‘och, dorivor va boshqa turdagi import o‘rnini bosuvchi, eksportbop mahsulotlarni ishlab chiqarish ishlarini keng yo‘lga qo‘yish maqsadida 2021-2030-yillarda o‘rmon xo‘jaliklarida dorivor va oziqabop o‘simliklarni yetishtirish va tayyorlash hajmining prognoz ko‘rsatkichlari bo‘yicha Respublikada jami 337 gektar maydonda 1160 tonna krijovnik va xo‘jag‘at yetishtirish vazifasi belgilangan. Mazkur faoliyatga tegishli me‘yoriy-xuquqiy hujjatlardagi vazifalarni amalga oshirishda ushbu maqola tadqiqotlari muayyan darajada hizmat qiladi [1,2,3,4].

Tadqiqot uslublari va materiallari Akademik Maxmud Mirzayev nomli bog‘dorchilik, uzumchilik va vinochilik ilmiy-tadqiqot institutida krijovnik navlarini o‘rganish bo‘yicha 2023-2025-yillar mobaynida ilmiy-tadqiqot ishlari olib borildi. Ilmiy tadqiqotlar tuplar balandligini aniqlashda Vitkovskiy V.L. (1979) uslubi asosida o‘tkazildi [5]. Oltinsimon qorag‘atning o‘rganilgan 9 ta navlari barglarining tuplar balandligi, qator uzunligi va qator eni bo‘yicha shox-shabba diametri hamda tupning gabitusi hisobida aniqlandi.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi Tadqiqot davomida krijovnik navlarining tup morfologiyasi, jumladan tuplar balandligi, qator uzunligi va qator eni bo‘yicha shox-shabba diametri hamda tupning gabitusi o‘rganildi. Olingan natijalar navlar o‘rtasida ushbu ko‘rsatkichlar bo‘yicha sezilarli farqlar mavjudligi aniqlandi, bu esa ularning biologik xususiyatlari va yetishtirish texnologiyasi uchun ahamiyatli hisoblanadi. Tup balandligi bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkich Uralskiy Izumrud navida qayd etildi va 119 sm ni tashkil qildi. Shuningdek, Invikta (111 sm), Konfetniy (107 sm) hamda Orfem (105 sm) navlarida ham nisbatan baland tup shakllanishi aniqlandi. Eng past ko‘rsatkichlar esa Senator (84 sm) va Russkiy jeltiy (85 sm) navlarida aniqlandi. Qator uzunligi bo‘yicha shox-shabba diametri tahlil qilinganda, eng yuqori ko‘rsatkich Invikta navida qayd etilib, 173 sm ga yetdi. Bu ko‘rsatkich mazkur navning kuchli o‘sovchan va keng yoyiluvchan gabitusga ega ekanini anglatadi.

Shuningdek, Xinnonmaki Red (141 sm) va Konfetniy (131 sm) navlarida ham yuqori

ko‘rsatkichlar kuzatildi. Eng kichik diametri esa Orfem navida (82 sm) ni tashkil etdi. Qator eni bo‘yicha shox-shabba diametrda ham navlar kesimida katta tafovutlar kuzatildi. Eng yuqori ko‘rsatkich Russkiy jeltiy navida 144 sm, undan keyin Senator (143 sm) va Invikta (141 sm) navlarida qayd etildi. Bu holat mazkur navlarda tupning yon tomonga kuchli rivojlanish xususiyati mavjudligini ko‘rsatadi. Nisbatan past ko‘rsatkichlar Purman (89 sm) va Orfem (106 sm) navlarida kuzatildi.

1-jadval. Krijovnik navlari tuplarining o‘shish ko‘rsatkichlari.

№	Navlar	Tuplar balandligi, sm	Qator uzunligi bo‘yicha shox-shabba diametri, sm	Qator eni bo‘yicha shox-shabba diametri, sm	Tupning gabitusi (tashqi ko‘rinishi)
1	Purman (st)	93	87	89	o‘rtacha tarqalgan
2	Kalobok	91	109	107	o‘rtacha tarqalgan
3	Uralskiy Izumrud	119	120	115	o‘rtacha tarqalgan
4	Konfetniy	107	131	126	o‘rtacha tarqalgan
5	Russkiy jeltiy	85	107	144	ko‘p tarqalgan
6	Invikta	111	173	141	ko‘p tarqalgan
7	Xinnonmaki Red	91	141	132	o‘rtacha tarqalgan
8	Senator	84	105	143	ko‘p tarqalgan
9	Orfem	105	82	106	o‘rtacha tarqalgan

Tup gabitusi bo‘yicha navlar asosan o‘rtacha tarqalgan va ko‘p tarqalgan guruhlariga mansub bo‘ldi. Purman, Kalobok, Uralskiy Izumrud, Konfetniy, Xinnonmaki Red hamda Orfem navlari o‘rtacha tarqalgan tup shaklini hosil qildi. Bu esa qator oralariga ishlov berish va tuplarni shakllantirish ishlarini yengillashtiradi. Russkiy jeltiy, Invikta va Senator navlarida esa ko‘p tarqalgan gabitus kuzatilib, ular keng maydon talab qiluvchi navlar sifatida baholandi.

Umuman olganda, morfobiometrik ko‘rsatkichlarning statistik tahlili shuni ko‘rsatadiki, “Invikta” “Senator” va “Uralskiy Izumrud” navlari vegetativ o‘shish kuchi shox-shabbaning barcha darajasi bo‘yicha boshqa navlarga nisbatan ustunlik qiladi.

Xulosa:

1. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, krijovnik navlarida tup balandligi va shox-shabbaning qator bo‘yicha va qator eni bo‘yicha diametri bo‘yicha sezilarli farqlar mavjud bo‘lib, navlar Ural’skiy Izumrud, Invikta va Russkiy zheltiy kabi yuqori o‘suvschan va tarqalgan tupga ega navlarga ajratildi, Senator va Purman kabi navlar esa pastroq balandlik va kompakt gabitusi bilan ajralib turadi.
2. Tup gabitusi bo‘yicha navlar ikki asosiy guruhga ajratildi: o‘rtacha tarqalgan (Purman, Kalobok, Ural’skiy Izumrud, Konfetniy, Xinnonmaki Red, Orfem) va ko‘p tarqalgan (Russkiy zheltiy, Invikta, Senator). Ushbu farq tuplarning qator ichidagi joylashuvini va ekish zichligini rejalashtirishda muhim ahamiyat kasb qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. PF-4850-son. “O‘zbekiston Respublikasini o‘rmon xo‘jaligi tizimini

rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida” gi Prezident Farmoni. – Toshkent, 2020-yil 6-oktyabr.

2. Yagudina S.I. “Rezavor mevalar” O‘zbekiston nashriyoti. Toshkent, 1966. – B. 48-49
3. R.M Abdullaev, S.I.Yagudina Garden berries. –T.: Mehnat, 1988, p: 37-69
4. Kuznetsov V.V., Dmitriyeva G.A. Fiziologiya rasteniy. “Yestestvennie nauki”. – 2006, – S 23-24.
5. Vitkovskiy V.L. Izucheniye dinamiki rosta pobegov, formirovaniya pochetk i svetkov u plodovix rasteniy. Metodicheskiye ukazaniya. – Leningrad.: – 1979. – 56 s.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ КАРБОНИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ

Шаимов Э.Дж., Абдуллозода Н.М., Шобудинов Д., Кадыров Р.Т.

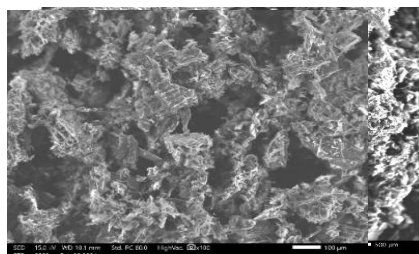
Таджикского национального университета

Элементный состав структур, карбонизированных природных растительных материалов, полученный на основе данных электронной микроскопии (рис. 1), представлен в таблице 1. Анализ данных таблицы 1 показывает, что атомное соотношение углерода к кислороду в порошках составляет 3,43; 6,37 и 3,84 соответственно. Для сравнения следует отметить, что для оксида графена - одного из первых двумерных углеродных наноматериалов - данное соотношение, в зависимости от производителя, составляет 2,1–2,9. Таким образом, порошки, синтезированные методом СВС, по сравнению с оксидом графена содержат меньшее количество атомов кислорода на один атом углерода.

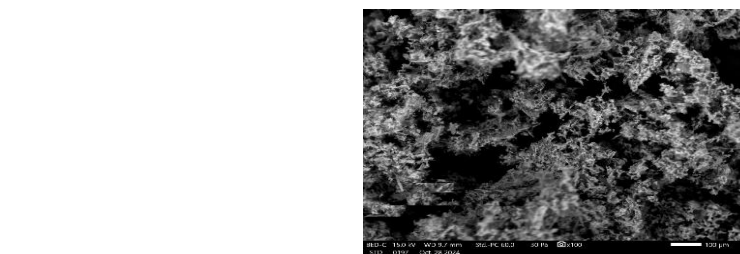
Таблица 1. Элементный состав карбонизированных биополимеров

Элемент	Лигнин	Кора сосны	Крахмал
C	77.27±0.05	83.83±0.06	78.40±0.06
O	22.52±0.08	13.15±0.07	20.39±0.09
Mg	-	1.16±0.01	1.21±0.01
Ca	-	1.87±0.02	-
Al	0.08±0.00	-	-
S	0.06±0.00	-	-
Fe	0.06±0.00	-	-

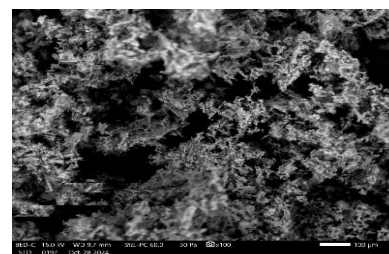
Данная особенность синтезированных углеродных наноматериалов может представлять определённые преимущества при их практическом применении. Дифрактограммы карбонизированных порошков представлены на рисунке 2.



(а)



(б)



(в)

Рис. 1. Электронные микрофотографии порошков карбонизированных: лигнина (а), коры сосны (б) и крахмала (в) (×100).

Как видно, для всех образцов характерно наличие интенсивного рефлекса при малых углах дифракции, а также нескольких слабых асимметричных рефлексов, угловое положение которых незначительно различается для различных прекурсоров. Асимметрия рефлексов, вероятно, свидетельствует о наличии нескольких углеродных фаз (субструктур) с различной степенью упорядоченности и различными структурными характеристиками [1].

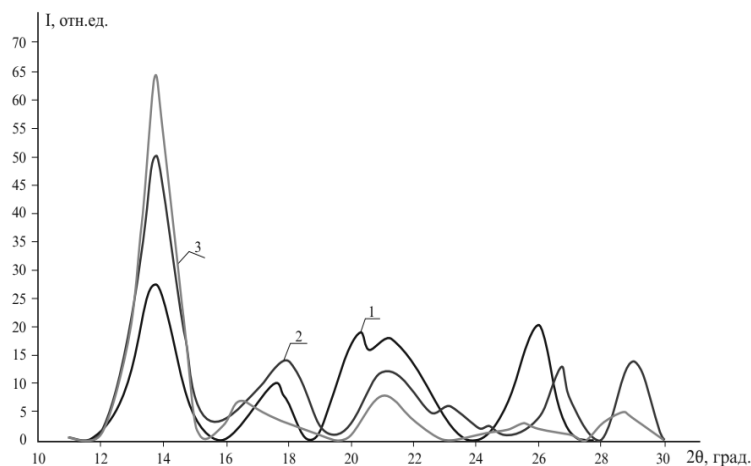


Рис. 2. Дифрактограммы порошков, полученных методом СВС из лигнина (1), коры сосны (2) и крахмала (3).

Для расчёта структурных параметров использовался наиболее интенсивный рефлекс, соответствующий углу $2\theta=13,75^\circ$ ($d = 6,41 \text{ \AA}$). Межплоскостные расстояния рассчитывались по формуле Вульфа–Брегга [2].

$$d = \frac{n\lambda}{2 \sin \theta_m}$$

Толщина полиареновых слоёв определялась по формуле Шеррера [3].

$$L = \frac{0,9\lambda}{\beta \cos \theta_m}$$

Число слоёв ароматических углеводородов в пакете (N) вычислялось по соответствующей формуле [4].

$$N = \frac{L + d}{d}$$

В приведённых выражениях: n — порядок отражения, θ — угол дифракции, λ — длина волны рентгеновского излучения, β — ширина рефлекса на полувысоте (в радианах).

Полученные результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры структуры углеродных материалов, полученных карбонизацией природных прекурсоров

Образец	$2\theta_m$, град	I, имп/с	d, Å	L, Å	N
Лигнин	13.75	27	6.41	67.4	11.5
	18.00	10	4.92		
	21.13	19	4.20		
	26.25	22	3.39		
Кора сосны	13.75	50	6.41	61.2	10.5
	17.88	14	4.96		
	21.13	12	4.15		
	26.75	13	3.33		
	28.97	14	3.08		
Крахмал	13.75	64	6.41	67.4	11.5
	16.40	7	5.40		
	21.10	8	4.21		
	25.50	3	3.49		
	28.80	5	3.10		

Сравнение дифрактограмм (рис. 2) показывает, что для карбонизированной коры сосны характерны наиболее интенсивные и симметричные рефлексы. Рефлексы при углах $2\theta = 13,75^\circ$ ($d = 6,41 \text{ \AA}$) и $21,13^\circ$ ($d = 4,20 \text{ \AA}$) наблюдаются во всех образцах. Остальные рефлексы, характерные для каждого образца и проявляющиеся при различных углах дифракции, свидетельствуют о структурном разнообразии исследуемых материалов.

В таблице 2 приведены значения толщины полиареновых слоёв и числа слоёв ароматических углеводородов для слабых асимметричных рефлексов, поскольку такие расчёты были бы некорректными. Кроме того, в работе [5] число слоёв также определялось по наиболее интенсивному дифракционному максимуму.

Из приведённых рентгеноструктурных характеристик следует, что синтезированные из биополимеров наноуглеродные материалы не являются оксидами графена. Действительно, согласно многочисленным исследованиям [1–5], для дифрактограмм оксида графена, в зависимости от истории образца и типа кислородсодержащих функциональных групп, первый дифракционный максимум соответствует области $2\theta \approx 10\text{--}12^\circ$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Попова А.Н. Оценка кристаллографических параметров структурных углеродных материалов на примере графита методом рентгеновской дифракции. Бутлеровские сообщения, 2017. - Т. 51. - №7. - С. 86-90.
2. Khokhlova G.P., Barnakov Ch.N, Malysheva V.Yu. a.o. Effect of heat treatment conditions on the catalytic graphitization of coal-tar pitch. Solid Fuel Chem., 2015. - V. 49. - N2. - P. 66-72.
3. Patterson A.L. The Sherrer formula for X-ray particle size determination. Phys. Rev., 1939. - V. 56. - N10. - P. 978-982.
4. Ковба Л., Трунов М. Рентгенофазовый анализ. М.: МГУ, 1969.- 160 с.
5. Hector A.B., Ahirton C.C., Mehrdad Y.P. a.o. Synthesis of fluorinated graphene oxide by using an easy one-pot deoxy fluorination reaction. J. Coll. Interface Science, 2018. - V. 524. - P. 219-226.

NIKEL-RUX FERRITIDA MAGNIT KIRITUVCHANLIK TAHLILI

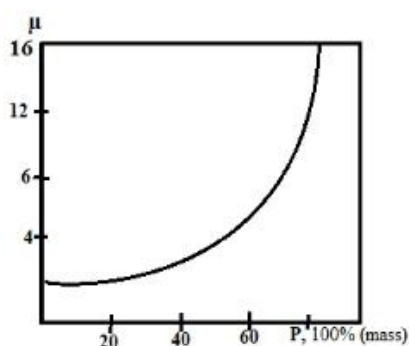
S. Saidova, A. Dursoatov, A. Yo‘ldoshev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

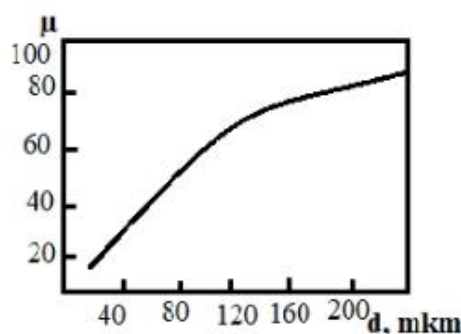
Kompozit materiallarning magnit xossalarini aniqlashda effektiv muhit nazariyasi keng qo‘llaniladi. Ushbu nazariyaga asosan kompozitning magnit kirituvchanligi quyidagi analitik bog‘lanish orqali ifodalanadi [1]:

$$\mu = \frac{(3 + (1 + 2v_i)(\mu_i + 1))}{(3 + (1 - v_i)(\mu_i - 1))}$$

Bu yerda μ — kompozit materialning effektiv magnit kirituvchanligi, μ_i — to‘ldiruvchi fazaning magnit kirituvchanligi, v_i — uning hajmiy ulushi.



a)



b)

1-rasm. a) Nikel - rux ferriti asosidagi KM uchun μ kattalikni to‘ldiruvchi miqdoriga bog‘lanishi. b) Nikel-rux ferriti asosli KM uchun μ ni to‘ldiruvchi zarrasi o‘lchamlari bilan bog‘lanishi.

Magnit xossalar elektr xossalardan farqli ravishda perkolyatsion o‘tishlarga uchramaydi. Shu sababli ushbu bog‘lanish to‘ldiruvchi konsentratsiyasining keng diapazonida amal qiladi [2]. Biroq amaliy kompozitlarda magnit to‘ldiruvchilar ko‘pincha yarim dispersli bo‘lib, zarra o‘lchami muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, nikel–rux ferrit kukunlarida zarra o‘lchami kichiklashishi bilan magnit kirituvchanlik kamayadi. Lekin magnit to‘ldiruvchilar ko‘p hollarda yarim dispersli bo‘ladi. Ferromagnit yarim dispersli to‘ldiruvchisi bo‘lgan KM magnit kirituvchanligini aniqlash uchun yarim dispers kukunni har bir fraksiyasini magnit kirituvchanligini hisobga oluvchi Lixteneker formulasidan foydalaniladi [3].

$$\ln \mu = \sum v_{fi} \ln \mu_{fi}$$

Bu yerda μ_{fi} -magnit kirituvchanlik, v_{fi} -kompozitdagi to‘ldiruvchi kukuni, i-chi fraksiyasini hajmiy miqdori. v_{fi} - ni to‘ldiruvchi kukunini granula o‘lchamli tahlili asosida oson topish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sh.M Mirkomilov, N.I.Bozorov , I.I.Ismoilov Polimerlar kimyosi T. 2010
2. M.A. Asqarov, I.I. Ismoilov. Chemistry and physics of polymers. «Uzbekistan», 2004.
3. U.B.Jurayev, B.M.Rahmatov , S.Usmonov // Polimerli kompozitsion materiallar – kelajak xomashyolaridir // Page No.: 324-327

C₇₀/KSILOL VA LLDPE/C₇₀ /KSILOL ERITMALARINING OPTIK XUSUSIYATLARI

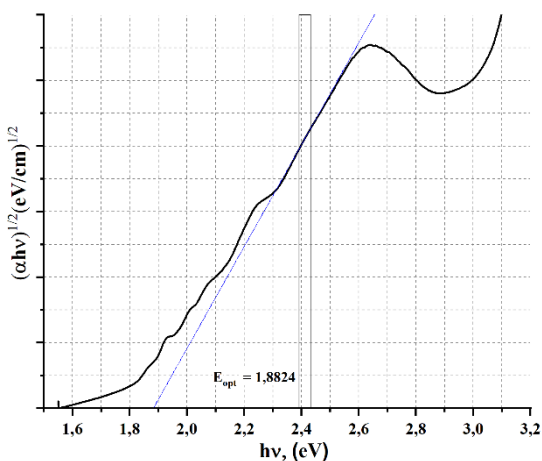
U. Maxmanov, E. Tursunqulov

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti

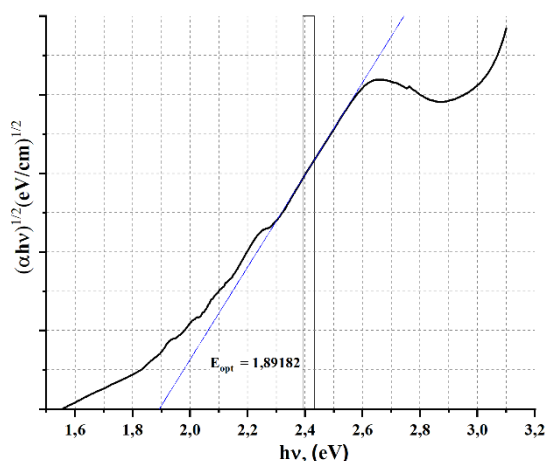
Polimerlarning optik xususiyatlarini yaxshilashning muhim usullaridan biri, toza polimerga qo‘shimcha to‘ldiruvchi moddalarning qo‘shilishi hisoblanadi [1]. Ushbu ishda C₇₀/ksilol va LLDPE/C₇₀/ksilol eritmalarining UV-Vis sohasidagi optik yutilish (Absorbance) va Fluoresensiya (Fluorescence) spektirlari orqali optik taqiqlangan soha kengligi ikki xil usulda, Tauk usuli orqali yutilish chegarasi (E_{opt}) hamda optik yutilish va nurlanish spektrlarini kesishtirish orqali fundamental o‘tish (E_{0-0}) energiyasi o‘rganildi. Olingan natijalar ko‘proq sezuvchan, tez javob beruvchi, kam energiya sarflovchi sensorlar ishlab chiqarishda katta ahamiyat kasb etadi. Hozirgi vaqtda polimer hamda fullerlenlar eng ko‘p o‘rganilgan kimyoviy birikmlar sirasiga kiradi va ularning tadqiqi davom etmoqda. Polimer nanokompozitlar, odatda alohida komponentlarga qaraganda ancha yaxshi fizik va kimyoviy xossalarga ega bo‘ladi. Ayniqsa, fullerenni polimer matritsasiga kiritish orqali ko‘plab yangi fullerlen hosilalari ishlab chiqilgan [2]. 1-rasmda C₇₀/ksilol va miqdorda C₇₀ fullerlen qo‘shilgan LLDPE/C₇₀/ksilol eritmalarining Tauk usulida aniqlangan optik yutilish chegarasi qiymatlari (E_{opt}), 2-rasmda esa bu eritmalarining optik yutilish va nurlanish spektrlarini kesishtirish orqali aniqlangna fundamental o‘tish (E_{0-0}) energiyasi qiymatlari ko‘rsatilgan. Ushbu tadqiqotning maqsadi C₇₀/ksilol eritmasi asosida LLDPE/C₇₀/ksilol eritmasining optik xossalarini o‘rganishdir.

Tajribada O‘zbekistonda ishlab chiqarilgan ASTM standartlariga mos keluvchi F-0320 markali LLDPE (Linear Low-Density Polyethylene) polimer granulatsiya (tozaligi >99%, o‘rtacha molekulyar massasi $M_v = 120,000$ g/mol). C₇₀ fullerlenning kristal kukuni (tozaligi >99.8) hamda tozaligi (>99%) bo‘lgan erituvchi sifatida ksiloldan foydalanildi. C₇₀ fullerlen va ksilol reagentlari Sigma Aldrich (AQSh) ishlab chiqaruvchi tomonidan. LLDPE F-0320 polimer (keyinchalik matnda LLDPE) reagent Sho‘rtan gaz-kimyo majmuasi tomonidan olib kelingan. 1 mg/ml konsentratsiyali C₇₀/ksilol hamda tarkibida mos ravishda 98,15 massa foiz LLDPE polimer hamda 1.85 massa foiz C₇₀ fullerenga ega bo‘lgan LLDPE/C₇₀/ksilol eritmaları o‘rganildi. O‘rganilayotgan LLDPE va C₇₀ asosidagi C₇₀/ksilol va LLDPE/C₇₀/ksilol eritmalarining elektron yutilish spektrlari V-5100 spektrofotometri (Metash, Xitoy) yordamida ~340-800 nm to‘lqin uzunligi oralig‘ida, Fluoresensiya (nurlanish) spektirlari RF-6000 (Shimadzu, Yaponiya) spektrofluorometri yordamida ~370 nm uyg‘otilib (Exsitation), ~400-800 nm to‘lqin uzunligi oralig‘ida nurlanish (Emission) xona haroratida olindi. (1- rasm). Origin Pro 2018 dasturi yordamida optik yutilish sohasida $(\alpha h\nu)^{1/2}$ ning $(h\nu)$ ga bog‘liqlik Tauk grafigiga o‘xshash grafiklar qurildi (1-rasm). So‘ngra Tauk grafigidagi egri chiziqlarning chiziqli (to‘g‘ri) qismlari energiya o‘qi bilan $((\alpha h\nu)^{1/2} = 0)$ kesishmaguncha davom ettirildi (ekstrapolyatsiya qilindi). Bu kesishgan nuqtalar C₇₀/ksilol va LLDPE/C₇₀/ksilol eritmalarining mos ravishda E_{opt} qiymatlarini ifodalaydi. Natijalarga ko‘ra C₇₀/ksilol eritmaning E_{opt} qiymatidan LLDPE/C₇₀/ksilol eritmaning E_{opt} qiymati (+0,01942 $\approx$ 0.01) ga ko‘pligi aniqlandi. Buning sababi LLDPE polimer zanjirlari C₇₀ fullerlen molekularlari orasiga kirishi C₇₀ agregatsiyasini kamaytirib π - π o‘zaro ta’sirlarini zaiflashtrishga olib kelgan bo‘lishi mumkin. Ilmiy ma’lumotlarga ko‘ra C₇₀ molekularlari orasidagi ta’sir kuchaygan sari E_{opt} kamayib boradi, demak agregatsiyaning kamayishi E_{opt} ning qiymatini oshirishi mumkin. Optik yutilish va nurlanish spektrlarini kesishtirish orqali fundamental o‘tish (E_{0-0}) energiyasi qiymatlarida ham huddi shunday tendensiya kuzatildi ya’ni C₇₀/ksilol eritmaning (E_{0-0}) qiymatidan LLDPE/C₇₀/ksilol eritmaning (E_{0-0}) qiymati (+0,01194 $\approx$ 0.01) ga ko‘pligi aniqlandi. LLDPE/C₇₀/ksilol eritmasidagi bilvosita aniqlangan optik yutilish chegarasi qiymati (E_{opt}) hamda fundamental o‘tish (E_{0-0}) energiyasi qiymati C₇₀/ksilol eritmanikiga nisbatan oshib bormoqda. Bunday xatti-xarakat shunga yaqin ilmiy ishlarda ham qayd etilgan. Ushbu C₇₀/ksilol va LLDPE/C₇₀/ksilol eritmalarining optik xususiyatlari tibbiy sensorlar va

atrof-muhit monitoringi, sanoat monitoringi hamda xavfsizlik tizimlaridagi sensorlar uchun materiallar ishlab chiqarishda muhimdir. Kompozit materiallar sensorlarning sezgirlikini, aniqligini va uzoq muddatli ishlashini ta'minlashda yordam beradi, bu esa turli sohalarda samarali va ishonchli monitoring tizimlarini yaratishga imkon beradi.



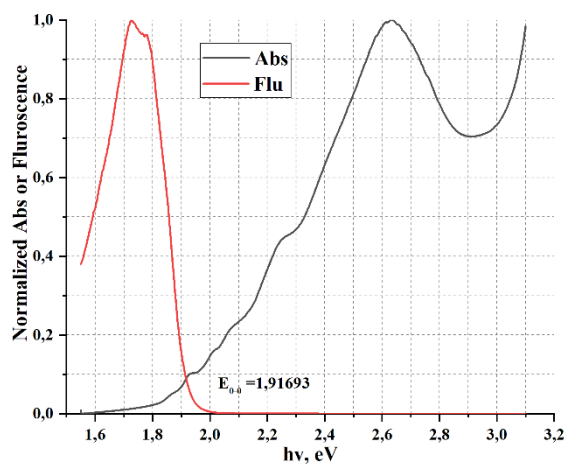
a)



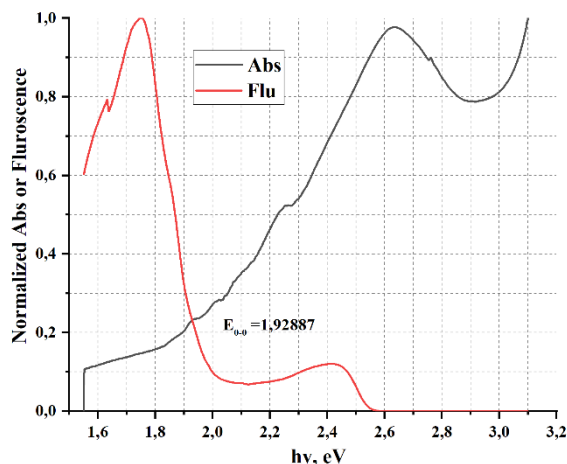
b)

1-rasm. a)C₇₀/ksilol va b).LLDPE/C₇₀/ksilol eritmalarining Tauk usuli orqali optik yutilish chegarasi qiymatlari (E_{opt}).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR



a)



b)

2-rasm. a)C₇₀/ksilol va b).LLDPE/C₇₀/ksilol eritmalarining normallashtirilgan yutilish va flyuoressensiya spektrlari kesishtirilishi orqali aniqlangan fundamental o'tish (E₀₋₀) energiyasi qiymatlarilari.

1. Махманов У.К., Jiang X., Аслонов Б.А., Турсункулов Э.А. Особенности Взаимодействия в Растворах Полистирола и Фуллерена C₇₀.// Горение и Плазмохимия 2025. 23 (2), 123–136.
2. Roslan R., Ab Rahim M.H. Morphology, Rheology, Properties, and Applications of Fullerene-Filled Polymer Blends. In Nanofillers for Binary Polymer Blends. // Elsevier, 2024. pp 223–242.

NUMERICAL STUDY OF ULTRASHORT PULSE GENERATION IN AN ND:YAG LASER BASED ON THE FLUCTUATION MECHANISM

M. Kushokova, Sh. B. Reyimbayev

Denau institute of entrepreneurship and pedagogy, 360 Denau city, Surkhandarya Region, 190507,
Uzbekistan

Since standard differential rate equations cannot fully describe the formation dynamics of picosecond pulses and the transition from chaotic fluctuations to stable generation in a complex combined laser system, the fluctuation mechanism is employed in this study. According to this theoretical model, the mode-locking process initiates with chaotic ultrashort fluctuations resulting from the interference of numerous modes during the linear stage. In the subsequent nonlinear stage, due to the combined saturation effect of the Cr^{4+} :YAG saturable absorber and the nonlinear mirror (NLM), the highest-intensity fluctuation peaks are compressed and amplified more rapidly than the weaker ones. Numerical modeling of this dynamics enables the determination of the physical principles and optimal conditions for the suppression of parasitic fluctuations and the evolution of a single, stable ultrashort pulse [1,2].

In the context of laser dynamics, a fundamental approach involves numerically solving the laser rate equations, particularly to delineate ϕ (representing the laser photon density), n (indicating the population inversion density), and n_a (characterizing the instantaneous population density of the saturable absorber ground absorbing state) as functions of time [3]:

$$\frac{d\phi(0,t)}{dt} = \frac{2}{\pi w_l^2} \int_0^\infty \frac{1}{t_r} \{2\sigma n(r,t) l \phi_g(r,t) - 2(\sigma_a n_a(r,t) + \sigma_e n_e(r,t)) l_a \phi_a(r,t) - (L + \ln(\frac{1}{R})) \phi(r,t)\} 2\pi r dr \quad (1)$$

$$\frac{dn(r,t)}{dt} = R_p - \sigma c n(r,t) l \phi_g(r,t) - \frac{n(r,t)}{\tau} \quad (2)$$

$$\frac{dn_a(r,t)}{dt} = -\sigma_a c n(r,t) l_a \phi_a(r,t) + \frac{n_{a0} - n_a(r,t)}{\tau_a} \quad (3)$$

However, the standard equations above cannot fully explain the mode-locking phenomenon associated with the generation of picosecond pulses. To model this process, the fluctuation mechanism is employed. This mechanism encompasses both linear and nonlinear stages; during the linear stage, chaotic ultrashort fluctuations arise as a result of the interference of numerous modes. In the nonlinear stage, the intense fluctuation peaks are compressed and amplified more rapidly compared to the weaker ones. The relative amplitude of the mode-locked pulses changes after every m -th round trip. In this regime, the reflection coefficient R is replaced by the nonlinear reflection coefficient (R_{nl}) based on Stankov's formula:

$$R_{NL} = B \{1 - \tanh^2[\sqrt{B} \tanh^{-1}(\sqrt{\eta}) - \tanh^{-1}(\sqrt{\eta R_{2w}} / B)]\}$$

here $B = \eta R_{2w} + (1 - \eta) R_w$, the symbol η represents the second harmonic generation efficiency, while R_w and R_{2w} correspond to the reflectivity of the dichroic mirror at the fundamental wavelength and second harmonic wavelength, respectively.

The results of the numerical simulations are presented in Fig.3, and they are in full agreement with the experimental observations. According to the graphs, the combination of the passive absorber Cr^{4+} :YAG and the NLM collaboratively creates a strong modulation depth. Consequently, the saturation effect of the laser gain leads to the survival of only a single pulse with the highest intensity, while the remaining parasitic fluctuations are suppressed. This process, of course, is dependent on the initial transmission of the passive absorber.

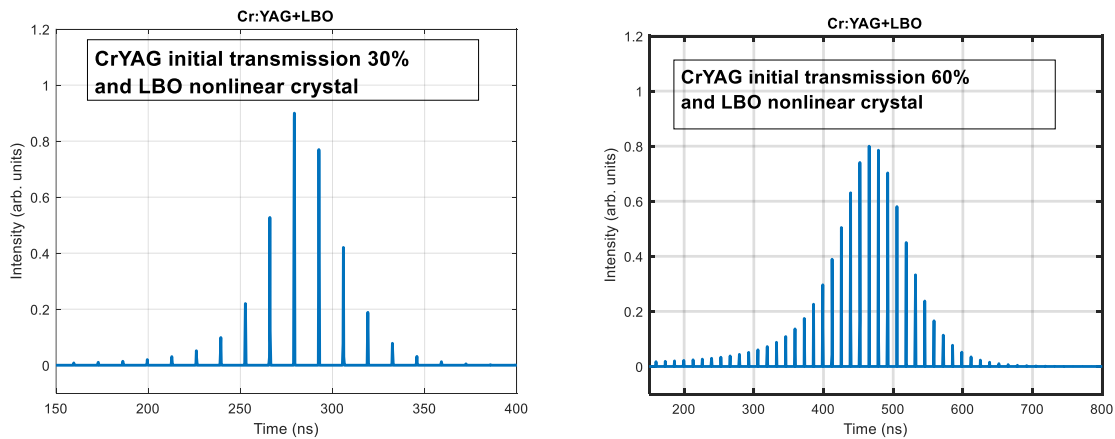


Fig1. The numerical simulation revealed the generation of mode-locked pulses in the presence of saturable absorbers with initial transmissions of $T_0=30\%$ and $T_0=60\%$, coupled with the nonlinear crystal LBO.

The numerical simulation incorporating the fluctuation mechanism and nonlinear mirror parameters adequately describes the dynamics of picosecond pulse generation in an Nd:YAG laser. It is mathematically demonstrated that the combination of NLM and a passive absorber ($\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$) serves as a highly efficient mechanism for controlling the stability and energy of ultrashort pulses, leading to the complete suppression of chaotic parasitic oscillations and the isolation of a single dominant pulse.

REFERENCES

1. S. Mukhopadhyay, "Picosecond Optical Pulse Generation by Nonlinear Mirror Mode-Locking: A Review," *Indian J. Sci. Technol.* 10(28), 1–11 (2017).
2. Reyimbayev Sh.B., Yunusova A.B., Abdulazizova Sh.A. Combined mode-locking regime in $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ and intracavity second harmonic generation of pulsed Nd:YAG laser // *FarDU. Scientific journal of the Fergana State University* – 2026, – Vol. 32, Issue 1.
3. I. Lncrnjan, R. Savastu, D. Savastu, and S. Miclo, "Numerical Simulation of Passively Q-Switched Solid State Lasers," in *Numerical Simulation - From Theory to Industry* (InTech, 2012).

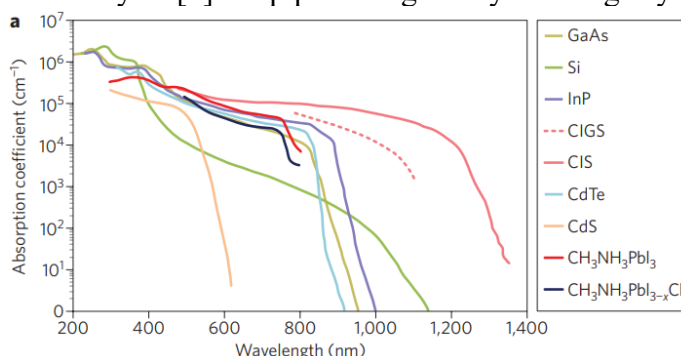
BARQAROR RIVOJLANISH MAQSADLARINI AMALGA OSHIRISHDA YARIMO‘TKAZGICHLI ENERGIYA QURILMALARINI TADQIQ ETISH: SHARH VA YANGI YONDASHUVLAR

B. Yuldoshov, A. Zayniddinov

Termiz davlat universiteti, 190111 Termiz, O‘zbekiston

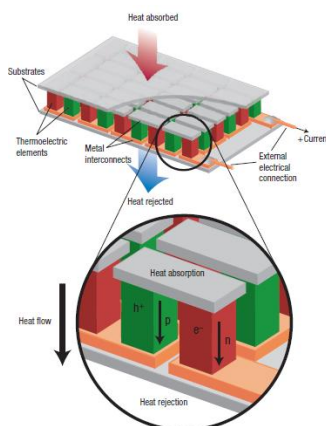
Taraqqiyotning hozirgi bosqichida energiya iste‘moli va ekologik barqarorlik o‘rtasidagi muvozanatni saqlash global vazifalardan biri hisoblanadi. Birlashgan Millatlar Tashkiloti tomonidan qabul qilingan 2030-yilgacha mo‘ljallangan BRM ning “Arzon va toza energiya”, “Sanoatlashtirish va innovatsiya” va “Iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashish” kabi maqsadlarini amalga oshirishda yarimo‘tkazgichlar fizikasi va texnologiyasi asosiy drayver vazifasini o‘taydi.

Hozirgi zamon yarimo‘tkazgichli texnologiyalari ko‘p o‘tishli tuzilmalar, jumladan, III-V guruh elementlari asosidagi ushbu qurilmalar quyosh spektrini kengroq qamrab olib, FIK ni 40% dan oshirishga imkon bermoqda [1]. So‘nggi o‘n yillikda perovskit strukturali materiallar va ularning kremniy bilan tandem ko‘rinishidagi kombinatsiyasi [2] tadqiqotlarning asosiy ob‘ektiga aylangan (1-rasm).



1-rasm. Perovskit strukturali materiallar va ularning kremniy bilan tandemlarida nur yutilish koeffitsiyentlari.

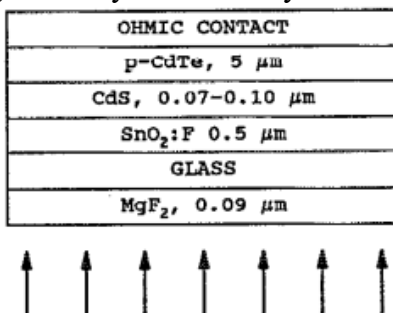
BRM ga erishishda nafaqat fotoelektr, balki termoelektr generatorlarning ham o‘rni katta (2-rasm). Ortiqcha issiqlikni qayta ishlashda yarimo‘tkazgichli materiallarning (masalan, Bi_2Te_3) termoelektrik samaradorligini oshirish bo‘yicha keng ko‘lamli tahlillar olib borilmoqda [3-4].



2-rasm. Bi_2Te_3 termoelektr generator

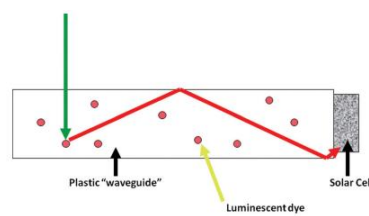
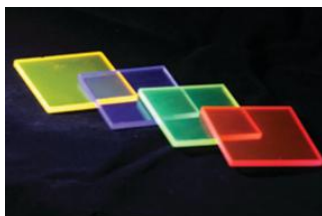
Kadmiy telluridi ($CdTe$) yupqa qatlamli quyosh elementlari orasida eng past ishlab chiqarish

tannarxiga ega [5]. Materialning yutilish koeffitsiyenti 10^5 cm^{-1} dan yuqori bo‘lib, atigi 2 mikron qalinlikdagi qatlam quyosh nurining 99% ni yutish uchun yetarli hisoblanadi (3-rasm).



3-rasm. Yupqa plyonkali *CdTe* quyosh batareyasining konfiguratsiyasi.

Shisha sirtiga surtiladigan lyuminessent quyosh konsentratorlari binolarning derazalaridan energiya olish imkonini beradi [6]. Yarimo‘tkazgichli luminoforlar nur yutib, uni to‘liq ichki qaytish qonuni asosida shisha chetidagi quyosh elementlariga yo‘naltiradi (4-rasm).



4-rasm. Shisha sirtiga surtiladigan lyuminessent konsentratorlari mavjud quyosh panellari.

Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, BRM 7, 9 va 13 maqsadlariga erishishda yarimo‘tkazgichli energiya qurilmalari texnologik transformatsiyaning asosi hisoblanadi. III-V guruh elementlari va tandemli perovskit-kremniy tuzilmalarining qo‘llanilishi quyosh energetikasida FIK ni sezilarli darajada oshirish imkonini beradi, bu esa “Arzon va toza energiya” tamoyiliga mos keladi. Termoelektrik generatorlar yordamida isrof bo‘layotgan issiqlik energiyasini qayta ishlash va lyuminessent konsentratorlar orqali binolarning shaffof sirtlaridan energiya olish - an‘anaviy yoqilg‘iga bog‘liqlikni kamaytiradi. Ushbu yarimo‘tkazgichli texnologiyalarning keng ko‘lamda joriy etilishi atmosferaga chiqarilayotgan karbonat angidrid miqdorini kamaytirishga va iqlim o‘zgarishiga qarshi global kurashga salmoqli hissa qo‘shadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. M.A. Green et al. The emergence of perovskite solar cells. Nat. Phot., Vol. 8, pp. 506-514, 2014.
2. J.Y. Kim et al. Efficient, stable silicon/perovskite tandem solar cells. Sci., Vol. 367, pp. 1135-1138, 2020.
4. G.J. Snyder et al. Complex thermoelectric materials. Nat. Mat., Vol. 7, pp. 105-114, 2008.
5. T.M. Tritt. Thermoelectric Phenomena, Materials, and Applications. An. Rev. of Mat. Res., Vol. 41, pp. 433-448, 2011.
6. Britt J. et al. Thin-film CdS/CdTe Solar Cell with 15.8% Efficiency. Ap. Phys. Let. 2851-bet. 1993.
7. Debije M.G. et al. Thirty Years of Luminescent Solar Concentrator Research: Solar Energy for the Built Environment. Adv. En. Mat.. 12-bet. 2012.

FeFe₂O₄ NANOZARRALARI ASOSIDA FERROSUYUQLIKLARNING MAGNIT XOSSALARINI XONA TEMPERATURASIDA O‘RGANISH

O.Q. Quvondiqov, U.E. Nurimov, R.D. Berdiyev

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti, 140104 Samarqand, O‘zbekiston

Ferrosuyuqliklar — magnit nanozarrachalarning tashuvchi muhitda kolloid dispersiyasi bo‘lib, ular bu suyuqlikning kinematik va magnit xossalarini nanoo‘lchamli magnit tartib bilan birlashtiradi. Shu bois ferrosuyuqliklar tashqi magnit maydon orqali boshqariladigan “aqli” materiallar sinfiga kiradi va biotibbiyot, suvni tozalash hamda elektron qurilmalari sohalarida turli xil qo‘llanilish imkoniyatlariga ega ekanligidan ularning ilmiy tadqiqotlarda faol o‘rganilishiga sabab bo‘lmoqda[1,2]. Ushbu ishda FeFe₂O₄ nanozarralari kimyoviy cho‘ktirish usuli orqali sintez qilinib, sintez qilingan ferrosuyuqliklarning turli xil konsentratsiyalaridagi magnit xossalari xona temperaturasida (T≈300 K) eksperimental ravishda o‘rganildi.

FeFe₂O₄ nanozarralari asosidagi nanozarralarni kimyoviy chuktitirish usulidan foydalanib kukunsimon nanozarralar hosil qilindi. Kukunsimon magnit nanozarrachalarini hosil qilish uchun temir va kobalt tuzlari, suvli ammiak NH₃, etanol, olein kislotasi C₁₈H₃₄O₂, limon kislotasi C₆H₈O₇ va aseton C₃H₆O olindi. CoFe₂O₄ nanozarrachalarini hosil qilish NH₄OH qo‘shish orqali temir va kobalt tuzlarini birgalikda aralashtirib cho‘ktirish orqali amalga oshirildi. Bu quyidagi reaksiya orqali amalga oshirildi: $Fe^{2+} + Fe^{3+} + 8OH \rightarrow Fe(OH)_4 + 2Fe(OH)_2 \rightarrow (90^{\circ}C) \rightarrow FeFe_2O_4 + 4H_2O$

FeFe₂O₄ nanozarralar asosidagi ferrosuyuqliklarning turli konsentratsiyalarini tayyorlashda sirt faol modda sifatida olein kislotasi va tashuvchi suyuqlik sifatida suv qo‘llanildi[4]. Bu na‘munalarning magnit xossalari tebranuvchi magnetometri (VSM) yordamida o‘lchandi. Olingan natijalarga ko‘ra, to‘yingan magnitlanish (Ms), qoldiq magnitlanish (Mr) va koersitiv kuch (Hc) qiymatlari zarracha tarkibi va konsentratsiyasiga bog‘liq ravishda o‘zgarishi aniqlandi. Xona temperaturasida barcha namunalarda superparamagnit holat kuzatildi. Magnit xossalar nanozarrachalarning o‘lchami va ularning konsentratsiyasiga bog‘liqligi bilan tushuntirildi[3].

Yuqorida sintez qilingan FeFe₂O₄ nanozarralar asosidagi ferrosuyuqliklarning magnit xossalari zarracha o‘lchami, shakli, sirt faol modda holati va zarrachalararo o‘zaro ta’sirlar bilan juda kuchli bog‘liq bo‘ladi. Agar ferrosuyuqliklardagi nanozarrachalar o‘lchami kichiklashishi bilan ko‘p domeli struktura bitta domenli strukturaga aylanadi va bu superparamagnit holatga olib keladi. Ushbu ishdagi FeFe₂O₄ nanozarralarning o‘lchamlari esa 10–25 nanometr diapazonida bo‘ldi va bu ferrosuyuqlik to‘liq superparamagnit holatda ekanligini tasdiqlaydi [7].

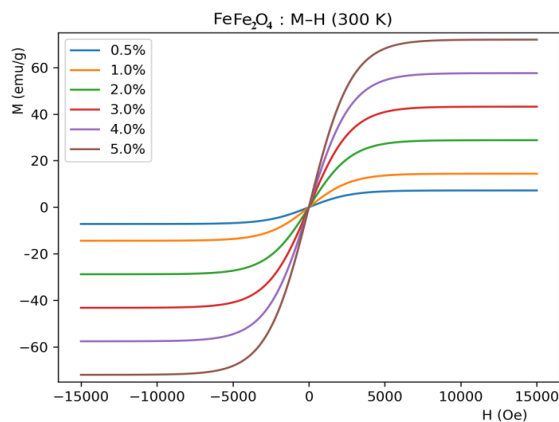
M~H magnitlanish egri chiziqlari (1-rasm) barcha konsentratsiyali ferrosuyuqliklar uchun o‘rganildi. O‘rganish natijasida magnitlanish egri chiziqlari juda kichik qoldiq magnitlanish (Mr) va past koersitiv kuch (Hc) (2-rasm) qiymatlariga ega bo‘ldi, bu superparamagnit holat mavjudligini esa yana bir bor tasdiqladi. 1–rasmdan ko‘rinadiki, 0.5% konsentratsiyada Ms qiymatlari quyidagicha FeFe₂O₄ uchun Ms ≈ 7.20 emu/g, konsentratsiyasi 5% ga oshirilganda esa magnitlanish sezilarli darajada ortdi va Fe₃O₄ uchun Ms ≈ 71.98 emu/g qiymatlarga erishdi. Natijalardan xulosa qilib, ferrosuyuqlikda magnit nanozarrachalar konsentratsiyasi ortishi bilan umumiy magnit momentni oshirishi kuzatildi.

Ferrosuyuqliklarning magnitlanishini superparamagnit holat uchun Lanjevin nazariyasidan foydalanib tushuntiriladi. Bu ferrosuyuqlik tashqi magnit maydoniga joylashtirilganda magnit nanozarrachalar tashqi magnit maydon yo‘nalishi bo‘ylab tartiblanadi, lekin issiqlik harakati eas ularni tartibsiz holatga keltiradi [5,6].

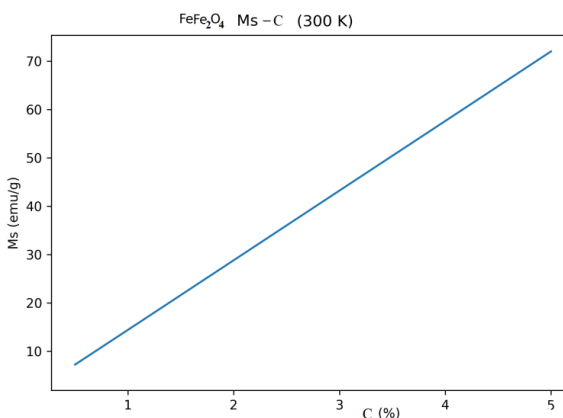
To‘yingan magnitlanish (Ms), qoldiq magnitlanish (Mr) va koersitiv kuch (Hc) qiymatlari ferit nanozarracha tarkibi va konsentratsiyasiga sezilarli darajada bog‘liq ekanligi aniqlandi (1-jadval).

Na'munalar	T (K)	C (%)	ρ (g/cm ³)	Ms (emu/g)	Mr (emu/g)	Hc (Oe)
FeFe ₂ O ₄	300	0.5	1.085	7.21	0.021	6.1
		1	1.096	16.14	0.028	5.6
		2	1.124	23.58	0.034	5.2
		3	1.152	42.36	0.047	4.7
		4	1.179	60.18	0.062	4.1
		5	1.25	71.98	0.093	3.6

1-jadval. FeFe₂O₄ ferrimagnet nanozarralar magnit parametrlari.



1-rasm. FeFe₂O₄ nanozarralarning M~H bog'lanishi.



2-rasm. FeFe₂O₄ nanozarralarning Ms~C bog'lanishi.

FeFe₂O₄ nanozarralar asosidagi ferrosuyuqliklarning konsentratsiyasi ortishi bilan to'yingan magnitlanish va magnit sezuvchanlikning ortishi aniqlandi. Tajriba natijasida olingan M~H egri chiziqlari superparamagnet tizimlar uchun xos bo'lgan Lanjevin modeli bilan juda yaxshi mos keldi. Shu xulosalardan kelib chiqqan holda ferrosuyuqlikning magnitlanishi quyidagicha ifodalanadi:

$$M = n\mu L(\alpha)$$

bu erda $L(\alpha) = \coth(\alpha) - \frac{1}{\alpha}$ Lavjeven funksiyasi, $\alpha = \frac{\mu H}{kT}$, M-magnitlanish, n-hajm birligidagi nanozarrachalar soni, nanozarrachaning magnit momenti, H-tashqi magnit maydon kuchlanganligi, k-Bolsman doimiysi, T-temperatura.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rosensweig R. Ferrohydrodynamics. Cambridge University Press, 2014.
2. Odenbach S. Magnetic Fluids. Springer, 2017.
3. Shliomis M. Magnetic fluids. Physics Reports, 2018.
4. Cullity B. Introduction to Magnetic Materials. Wiley, 2018.
5. Chikazumi S. Physics of Ferromagnetism. Oxford University Press, 2019.
6. Gubin S. Magnetic nanoparticles. Wiley, 2019.
7. Batlle X. Superparamagnetism of nanoparticles. Journal of Physics D, 2020.
8. Kodama R. Magnetic nanoparticles. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2019.
9. Langevin P. Theory of paramagnetism. Annales de Chimie et de Physique.
10. Sun C. Magnetic nanoparticles in biomedical applications. Advanced Drug Delivery Reviews, 2020.

DENOV TUMANI SHAROITIDA BUG‘DOY NAVLARINING TEXNOLOGIK KO‘RSATKICHLARINI O‘RGANISH

Mehroj Xolmatov, Akmal Shukurov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bug‘doy dunyo aholisining asosiy oziq-ovqat manbalaridan biri hisoblanadi. Respublikamizda, xususan Denov tumani sharoitida bug‘doy yetishtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Hududning tuproq-iqlim sharoiti bug‘doy navlarining hosildorligi va sifat ko‘rsatkichlariga bevosita ta‘sir qiladi. Shu sababli, har bir hudud uchun mos va yuqori sifat ko‘rsatkichlariga ega navlarni tanlash dolzarb masaladir. Bahorgi bug‘doy asosiy oziq-ovqat mahsuloti hisoblanadi. Bahorgi bug‘doy donida oqsil miqdori eng yuqori bo‘ladi. Donidan yanchilgan un tortilishi va yopilgan noni o‘ta xushta‘m, to‘yimliligi bilan ajralib turadi [1]. Chunki tarkibida oqsil 16-18 foizgacha yetadi. Qattiq bug‘doy odatda bahorgi bo‘ladi va donidan a‘lo sifatli oq un va yorma olinadi. Bahorgi bug‘doy unidan yuqori sifatli oq non yopiladi va qandolat mahsulotlari tayyorlanadi [2].

Yosh bolalar uchun to‘yimli oziq-ovqatlar, makaron va boshqa mahsulotlar ishlab chiqariladi. Bahorgi bug‘doy unidan boshqa unlarni yaxshilash maqsadida foydalaniladi [3]. Ayniqsa, lalmi yerlarda o‘sgan bahorgi bug‘doydan azaldan o‘ta sifatli, yengil bo‘rsildoq nonlar olingan

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili (Literature Review). Bug‘doy yetishtirish texnologiyasi, navlarning biologik xususiyatlari va zararkunandalar bilan kurashish masalalari ko‘plab ilmiy tadqiqotlarda o‘rganilgan [4]. Ushbu bo‘limda bug‘doy navlari, ularning agrobiologik xususiyatlari hamda zararkunandalar ta‘siri bo‘yicha mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilinadi. Birinchidan, bug‘doy yetishtirish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, hosildorlik ko‘p jihatdan navning biologik xususiyatlari va mahalliy agroiklim sharoitiga moslashuviga bog‘liq. Qishloq xo‘jaligi olimlari tomonidan olib borilgan ilmiy izlanishlarda bug‘doy navlarining vegetatsiya davri, don sifati, hosildorligi va ekologik omillarga chidamliligi keng o‘rganilgan [6]. Tadqiqotlarda erta pishar, o‘rta pishar va kechpishar bug‘doy navlari ishlab chiqarish samaradorligiga turlicha ta‘sir ko‘rsatishi aniqlangan. Ikkinchidan, bug‘doy ekinlarining zararkunandalari masalasi ham ilmiy adabiyotlarda muhim o‘rin egallaydi. Entomolog olimlarning tadqiqotlariga ko‘ra, bug‘doy ekinlarida uchraydigan asosiy zararkunandalar qatoriga poya qurti, shira, trips va chigirtkalar kiradi. Ushbu zararkunandalar o‘simlikning bargi, poyasi va boshqoq qismlariga zarar yetkazib, hosildorlikni sezilarli darajada kamaytiradi. Ayrim tadqiqotlarda zararkunandalar ta‘siri natijasida hosilning 25–35 foizgacha yo‘qotilishi mumkinligi qayd etilgan. Shuningdek, ilmiy manbalarda bug‘doy zararkunandalarining biologiyasi, rivojlanish bosqichlari va mavsumiy tarqalishi ham batafsil o‘rganilgan.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, zararkunandalarning rivojlanish sur‘ati iqlim sharoiti, harorat va namlik darajasiga bevosita bog‘liq. Issiq va nam iqlim sharoiti zararkunandalarning tez ko‘payishiga olib keladi. Shu sababli zararkunandalarning fenologik rivojlanish bosqichlarini o‘rganish ularga qarshi kurashishda muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, ko‘plab ilmiy ishlarda bug‘doy ekinlarini zararkunandalardan himoya qilishning samarali usullari ham yoritilgan. Tadqiqotlarda integratsiyalashgan o‘simliklarni himoya qilish tizimi (Integrated Pest Management – IPM) eng samarali usullardan biri sifatida tavsiya etiladi. Ushbu tizim agroteknika, biologik va kimyoviy usullarni kompleks qo‘llashni nazarda tutadi. Masalan, ekin almashinuvi, ekish muddatlarini to‘g‘ri tanlash, zararkunandalarga chidamli navlardan foydalanish va biologik dushman hasharotlarni qo‘llash hosilni himoya qilishda muhim rol o‘ynaydi.

Mahalliy olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda O‘zbekiston sharoitida yetishtiriladigan bug‘doy navlari, ularning hosildorligi va zararkunandalarga chidamliligi o‘rganilgan. Ushbu tadqiqotlar natijasida ayrim bug‘doy navlari mahalliy iqlim sharoitiga yaxshi moslashganligi hamda zararkunandalarga nisbatan nisbatan chidamli ekanligi aniqlangan. Xulosa qilib aytganda, mavjud ilmiy

adabiyotlar bug‘doy yetishtirishda nav tanlash, agrotexnik tadbirlarni to‘g‘ri tashkil etish va zararkunandalarga qarshi kompleks kurash choralarini qo‘llash yuqori va barqaror hosil olishning asosiy omillari ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, har bir hududning agroekologik sharoitlarini hisobga olgan holda mahalliy tadqiqotlar olib borish ham muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Tadqiqot metodologiyasi (Research Methodology). Mazkur tadqiqot Surxondaryo viloyatining Denov tumani sharoitida bug‘doy navlarining texnologik ko‘rsatkichlarini o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqot metodologiyasi bug‘doy ekinlarining agrobiologik xususiyatlarini aniqlash, zararkunandalar turlarini belgilash va ularning hosildorlikka ta‘sirini baholashga qaratilgan ilmiy usullar majmuasidan iborat.

Tadqiqot obyekti va predmeti. Tadqiqot obyekti sifatida Denov tumani hududida yetishtirilayotgan bug‘doy ekinlari tanlandi. Tadqiqot predmeti esa ushbu hududda ekiladigan bug‘doy navlari, ularning biologik xususiyatlari hamda bug‘doy ekinlariga zarar yetkazuvchi mavsumiy zararkunandalar hisoblanadi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqot jarayonida bir necha ilmiy usullardan foydalanildi. Birinchi navbatda, dala kuzatuvlari usuli qo‘llanilib, bug‘doy ekinlarining o‘shish va rivojlanish bosqichlari muntazam kuzatildi. Har bir navning vegetatsiya davri, o‘shish sur‘ati, hosildorligi va zararkunandalarga chidamliligi o‘rganildi. Ikkinchi usul sifatida entomologik kuzatuv usuli qo‘llanildi. Bunda bug‘doy ekinlarida uchraydigan zararkunanda hasharotlar aniqlanib, ularning turi, rivojlanish bosqichlari va zarar darajasi o‘rganildi. Zararkunandalar sonini aniqlash uchun namunaviy maydonlardan o‘simlik namunalarini yig‘ish va hisoblash usullari qo‘llanildi. Shuningdek, laboratoriya tahlillari usulidan ham foydalanildi. Dala sharoitida yig‘ilgan zararkunandalar laboratoriya sharoitida o‘rganilib, ularning morfologik belgilari asosida aniqlash ishlari olib borildi.

Ma‘lumotlarni tahlil qilish usullari. Tadqiqot davomida olingan natijalar statistik usullar yordamida tahlil qilindi. Zararkunandalar soni, hosildorlik ko‘rsatkichlari va bug‘doy navlarining biologik xususiyatlari o‘zaro solishtirildi. Olingan natijalar asosida bug‘doy navlarining zararkunandalarga chidamlilik darajasi baholandi.

Tadqiqotning bosqichlari. Tadqiqot bir necha bosqichda olib borildi. Birinchi bosqichda mavzuga oid ilmiy adabiyotlar o‘rganildi va tahlil qilindi. Ikkinchi bosqichda dala kuzatuvlari hamda zararkunandalarni aniqlash ishlari amalga oshirildi. Uchinchi bosqichda esa olingan ma‘lumotlar umumlashtirilib, ilmiy xulosalar ishlab chiqildi.

Tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati. Mazkur tadqiqot natijalari Denov tumani sharoitida bug‘doyning texnologik ko‘rsatkichlari o‘rganishni takomillashtirishga xizmat qiladi. Tadqiqot orqali bug‘doy navlarining zararkunandalarga chidamliligi va ularning hosildorlikka ta‘siri aniqlanib, fermer xo‘jaliklari uchun samarali tavsiyalar ishlab chiqish imkoniyati yaratiladi.

Tahlil va natijalar. Mazkur tadqiqot jarayonida Surxondaryo viloyati Denov tumani hududida yetishtiriladigan bug‘doy navlarining texnologik ko‘rsatkichlari o‘rganildi.

Bug‘doy navlarining hosildorligiga zarar yetkazuvchi zararkunandalar. Tadqiqot davomida bug‘doy o‘simligining texnologik tarkibi o‘rganildi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Bug‘doy o‘simligining texnologik va kimyoviy tarkibi.

Ko‘rsatkich nomi	Qiymat oralig‘i	Izoh
Oqsil miqdori	11,5 – 14,2 %	Non yopish sifati uchun muhim hisoblanadi
Kleykovina miqdori	22 – 30 %	Yuqori sifatli un olish imkonini beradi
1000 dona don massasi	38 – 45 g	Donning to‘liq rivojlanganligini ko‘rsatadi
Shishalik darajasi	60 – 85 %	Yuqori qiymatlar yaxshi texnologik xususiyatlarni anglatadi

Tadqiqot davomida uning hosildorligi 4-6 t/ga atrofida ekanligi aniqlangan. Ushbu navning muhim xususiyatlaridan biri zararkunandalarga nisbatan yaxshi chidamlilikka ega ekanligidir. Bu esa uni zararkunandalar ko'p uchraydigan hududlarda ekish uchun maqsadga muvofiq ekanligini ko'rsatadi. Mahalliy bug'doy navlari esa o'rtacha 2,5-4 t/ga hosildorlik ko'rsatkichiga ega ekanligi aniqlangan. Bu navlar mahalliy iqlim sharoitiga yaxshi moslashgan bo'lsa-da, hosildorlik jihatidan seleksiya yo'li bilan yaratilgan navlarga nisbatan biroz past natija ko'rsatadi. Shuningdek, ayrim mahalliy navlarning zararkunandalarga chidamlilik darajasi ham nisbatan pastligi kuzatildi.

Bug'doy navlarining hosildorlik ko'rsatkichlari. Quyidagi jadvalda tadqiqot davomida o'rganilgan bug'doy navlarining asosiy agrobiologik ko'rsatkichlari keltirilgan.

2-jadval. Turli navlarda o'rtacha xosildorlik ko'rsatkichlari.

Bug'doy navi	Hosildorlik (ts/ga)	Hosildorlik (t/ga)	Bug'doy navi
G'ozg'on	50 – 70	5,0 – 7,0	G'ozg'on
Andijon-1	45 – 65	4,5 – 6,5	Andijon-1
Tanya	55 – 75	5,5 – 7,5	Tanya
Krasnodar-99	50 – 70	5,0 – 7,0	Krasnodar-99

Jadval ma'lumotlari tahlili shuni ko'rsatdiki, Tanya navi hosildorlik jihatidan eng yuqori ko'rsatkichga ega. Ushbu navning hosildorligi o'rtacha 5,5-7,5 t/ga atrofida bo'lib, bu uning agroiklim sharoitiga yaxshi moslashganligini ko'rsatadi.

Mazkur tadqiqot natijalari Surxondaryo viloyati Denov tumani sharoitida bug'doy navlarining hosildorligi va texnologik ko'rsatkichlari hududning agroiklim sharoitiga bevosita bog'liq ekanligini ko'rsatdi. O'rganilgan ma'lumotlarga ko'ra, bug'doy donining sifati (oqsil miqdori 11,5–14,2 %, kleykovina 22–30 %, shishalik darajasi 60–85 %) uning non yopish va qayta ishlash xususiyatlari yuqori ekanligini tasdiqlaydi. Tadqiqot davomida bug'doy navlari orasida hosildorlik jihatidan sezilarli farqlar mavjudligi aniqlandi. Xususan, **Tanya navi** eng yuqori hosildorlik ko'rsatkichiga ega bo'lib (5,5–7,5 t/ga), Denov tumani sharoitiga yaxshi moslashgan va yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. G'ozg'on va Krasnodar-99 navlari ham barqaror hosil berishi bilan ajralib turadi, Andijon-1 navi esa o'rtacha natijalarni ko'rsatdi. Shuningdek, tadqiqot natijalari zararkunandalar bug'doy hosildorligiga sezilarli salbiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqladi. Ayrim holatlarda hosil yo'qotilishi 25–35 % gacha yetishi mumkinligi aniqlandi. Shu sababli, zararkunandalarga chidamli navlarni tanlash va integratsiyalashgan himoya choralarini qo'llash muhim ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, yuqori va barqaror hosil olish uchun: hududga mos, yuqori hosildor navlarni tanlash, agrotexnik tadbirlarni to'g'ri tashkil etish, zararkunandalarga qarshi kompleks kurash choralarini qo'llash asosiy omillar hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mesta-Corral, M., Gómez-García, R., Balagurusamy, N., Torres-León, C., & Hernández-Almanza, A. Y. (2024). Foods (Basel, Switzerland), 13(13), 2062.
2. Dziki, D., Krajewska, A., & Findura, P. (2024). Sharh. Jarayonlar , 12 (11), 2480.
3. Olakanmi, S. J., Jayas, D. S., & Paliwal, J. (2022). Foods (Basel, Switzerland), 11(20), 3287.
5. Rebouh, N. Y., Aliat, T., Polityko, P. M., Kherchouche, D., Boulelouah, N., Temirbekova, S. K., Afanasyeva, Y. V., Kucher, D. E., Plushikov, V. G., Parakhina, E. A., Latati, M., & Gadzhikurbanov, A. S. (2022). Plants (Basel, Switzerland), 11(12), 1566.
6. Filip, E., Woronko, K., Stępień, E., & Czarniecka, N. (2023). International journal of molecular sciences, 24(8), 7524.
7. Xudoyberdiyevna, K. M. (2025). Pedagogik tadqiqotlar jurnali, 2(2), 228-231.

GAZOBLOKDAN BAJARILGAN TASHQI DEVORNING ISSIQLIK UZATISHGA QARSHILIGINI VA ISSIQLIK IZOLYATSIYA QATLAMI QALINLIGINI HISOBLASH (SURXONDARYO VILOYATI IQLIMI MISOLIDA)

A.S. Qurbonov, Y.D. Ollomurodov, Begzod.Sh. Aslanov, S. E. Mardonov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti.

Jahonda elektr va energiya narxlarining muntazam oshib borishi binolarning energiya samaradorligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish masalasini dolzarb qilib qo'yadi. Energiya narxlari, boshqa tabiiy resurslar kabi, har doim oshib brogan va bugungi kunda ham barqaror oshib bormoqda. 1974-yilgi jahon iqtisodiy inqirozidan keyin energiya resurslarini tejash zarurligini anglash tufayli qurilishda energiyani tejash XX asr 70-yillarining ikkinchi yarmida ishlab chiqilgan. Energetik jihatdan samarali qurilish g'oyasi qurilish sanoati inqirozining fonida paydo bo'ldi.

Binoga sarflanadigan energiya sarfi, asosan binoning qurilish konstruksiyalari va uning muhandislik sistemalariga bog'liq. Kuzatishlar va olib borilgan tadqiqot ishlari natijasida so'nggi yillarda binolarni energiya tejamkor qilib loyihalash va qurish yo'nalishida "Aktiv uy" sistemasi tushunchasi kirib keldi hamda bu tushuncha mustahkamlanib bormoqda. "Aktiv uy" tushunchasining asosiy prinsipi passiv uy instituti (Germaniya), aqlli uy texnologiyalari va muqobil energiyadan foydalanib ishlab chiqilgan yechimlar kombinatsiyasidir. Ushbu konsepsiyaga muvofiq qurilgan binolar o'z ehtiyojlari uchun minimal energiya sarflaydi. Bundan tashqari, bunday uylar ma'lum darajada energiyani ishlab chiqaradiki, bu faqat o'z ehtiyojlarini ta'minlabgina qolmasdan (yoritish, maishiy texnika energiya ta'minoti va hatto hovuzdagi suvlarni isitish) balki uni markaziy ta'minot tarmog'iga ham yetkazib beradi. Bunday samarali tizimga erishishda binolarning tashqi to'siq konstruksiyalarining issiqlik uzatishga qarshiligi va issiqlik ustivorlik talablari yetarli darajada ta'minlangan bo'lishi lozim bo'ladi. Bu jarayonni quyida tashqi devorning issiqlik uzatishga qarshiligining hisob usuli misolida ko'rib o'tamiz.

1. Asosiy qism

Binolarning issiqlik himoyalash darajasi loyiha topshirig'ida belgilanadi. Binoning issiqlik himoyasi darajasini amaldagi me'yoriy hujjat [1] ga asosan birinchi darajadan yuqori qilib loyihalaganda, ayrim to'siq konstruksiyalar uchun R_0^{TP} (talab etilgan qarshilik) ning qiymatini birinchi daraja bo'yicha qabul qilishga ruxsat etiladi. Biroq tashqi devor konstruksiyalarining termik qarshiligini albatta oshirish zarur. Bundan tashqari, barcha tashqi to'siq konstruksiyalar orqali yo'qotiladigan issiqlikning umumiy miqdori issiqlik himoyasi darajasi uchun qabul qilingan R_0^{TP} bo'yicha hisoblangan miqdordan kichik bo'lmasligi kerak. Bu ko'rsatkichni aniqlash uchun qurilish hududi uchun isitish mavsumining gradus-sutka ko'rsatkichi D_d ni quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$D_d = (t_B - t_{ot.nep.}) \cdot Z_{ot.nep.} \quad (1)$$

bu yerda t_B - xona ichki havoning hisobiy harorati, °C. Xonadagi mikroiklimning parametri;
 $t_{ot.nep.}$ - mos ravishda, tashqi havo harorati $t \leq 10$ °C bo'lgan davrdagi o'rtacha harorat, °C da,
 $Z_{ot.nep.}$ - $t \leq 10$ °C bo'lgan davrdagi o'rtacha haroratning davomiyligi, sutkada.

D_d – ning qiymatiga asosan [1] da keltirilgan 2b va 2v jadvaldan R_0^{TP}

ning qiymati mos ravishda tegishli tashqi to'siq konstruksiya uchun qabul qilinadi. Qaralayotgan tashqi to'siq konstruksiiyaning issiqlik uzatishga umumiy qarshiligi R_0 ning hisobiy qiymati issiqlik o'tkazishga qarshilikning talab etilgan **qiymati** R_0^{TP} dan kichik bo'lmasligi kerak.

Tashqi to'siq konstruksiiyaning issiqlik uzatishga umumiy qarshiligi R_0 ning qiymati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + R_K + \frac{1}{\alpha_H} \quad (2)$$

bu yerda α_B - tashqi to'siq konstruksiya ichki sirtining issiqlik berish koeffitsiyenti bo'lib [1] dagi 5-jadval bo'yicha aniqlanadi;

α_H - tashqi to'siq konstruksiya tashqi sirtining issiqlik berish koeffitsiyenti bo'lib [1] dagi 6 [1] jadval bo'yicha aniqlanadi.

R_K - tashqi to'siq konstruksiyaning termik qarshiligi, bu qiymat uni tashkil etuvchi qatlamlarning issiqlik uzatishga qarshiliklari yig'indisidan iborat bo'lib, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

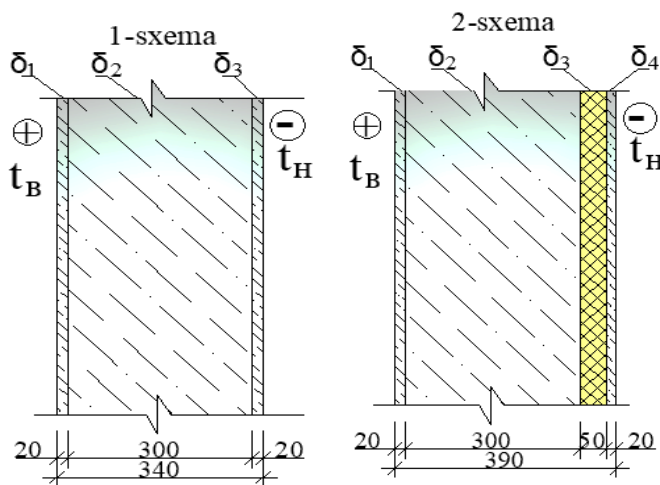
$$R_K = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots \frac{\delta_n}{\lambda_n} \quad (3)$$

bu yerda δ_1 - qaralayotgan tashqi to'siq konstruksiyaning loyiha bo'yicha qatlam qalinligi;

λ_1 - to'siq konstruksiya qatlam materialining issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti (material xarakteristikasi).

Tashqi to'siq konstruksiyaning issiqlik uzatish qarshiligini ta'minlash uchun quyidagi shart bajarilishi talab etiladi.

$$R_0 \geq R_0^{TP} \quad (4)$$



Xisoblashga doir misol.

Hisoblanayotgan tashqi to'siq konstruksiya Surxondaryo viloyatida qurilayotgan turar-joy binosining tashqi devori deb qaralganda uning loyihaviy qalinligi 1-sxemada keltirilgan. Bu holatda devorning issiqlik uzatishga umumiy qarshiligi R_0 ning qimati quydagiga teng bo'ladi

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.02}{0.7} + \frac{0.3}{0.17} + \frac{0.02}{0.7} + \frac{1}{23} = 1.98 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

Agar isitish mavsuming gradus-sutka qiymati yuqorida ko'rsatilgan hududni iqlim ko'rsatgichini hisobga olib $D_d = 2000 - 3000 \text{ °C} \cdot \text{sutka}$ ga teng bo'lgan hol uchun issiqlik uzatishga umumiy qarshilikning qiymati [2] ning 2b jadvalida keltirilgan tashqi devorning issiqlik uzatishga qarshiligining talab etilgan qiymati R_0^{TP} ning talabini bajarmasligini ko'rish mumkin.

Bunday holda tashqi devorga issiqlik izolyatsiya qatlami kiritgan holda qayta hisoblab ko'riladi va 4 ifodada keltirilgan sharning bajarilishi tekshiriladi.

Qaralayotgan sxema uchun qalinligi 50 mmli bazalt asosli issiqlik izolyatsiya qatlamini tashqi tomondan qatlam sifatida kiritib hisoblash ishini qayta bajaramiz (2-sxema).

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{\delta_4}{\lambda_4} + \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.02}{0.7} + \frac{0.3}{0.17} + \frac{0.05}{0.04} + \frac{0.02}{0.7} + \frac{1}{23} = 3.225 \text{ m}^2 \cdot \text{°C/Bt}$$

Aniqlangan qiymatga qaraydigan bo'lsak, 4-ifodada keltirilgan shart bajariladi. Demak, tanlangan issiqlik izolyatsiya qatlami qalinligi berilgan hudud iqlimi uchun qish sharoiti talablari uchun

hisoblanayotgan to‘siq konstruksiyaning issiqlik uzatishga umumiy qarshiligini ta’minlaydi.

Binolarning energiya samardor qilib loyihalash va qurish binoda zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash bilan balki ularning tashqi to‘siq konstruksiyalarini issiq-sovuqni o‘tkazmaydigan qilib loyihalash ham muhim hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. QMQ 2.01.04-18 - «Qurilish issiqlik texnikasi». Toshkent: 2018 y.
2. M.M. Maxmudov va boshqalar. Binolar tashqi to‘siq konstruksiyalarini teplofizik hisoblash: O‘quv qo‘llanma. Sam GASI, 2015 y. – 120 b.

БИНОЛАРНИНГ ЕР ОСТИ ҚИСМЛАРИНИ КУЧАЙТИРИЛГАН ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ҚОПЛАМАЛАРИ БИЛАН ҲИМОЯ ҚИЛИШ

Э.С. Тулаков¹, С.А. Абдуллаева²

¹Самарқанд давлат архитектура - қурилиш университети.

²Денов тадбиркорлик ва педагогика институти.

Кириш. Замонавий қурилиш амалиётида биноларнинг ер ости қисмларини намлик ва ер ости сувлари таъсиридан ишончли ҳимоя қилиш муҳим масалалардан бири ҳисобланади. Ер ости сувларининг гидростатик босими пойдеворлар, ертўла деворлари ва бошқа ер ости конструкцияларига салбий таъсир кўрсатиб, бетон ва темир-бетон конструкцияларнинг мустаҳкамлиги ҳамда хизмат муддати пасайишига сабаб бўлиши мумкин. Бунинг олдини олиш мақсадида бетон ва темирбетон конструкцияларни ишончли ҳимоя қилишга қодир бўлган гидроизоляция материаллари ва технологияларидан самарали фойдаланиш зарур.

Айниқса гидростатик босим юқори бўлган ҳолатларда оддий гидроизоляция қопламалари етарли даражада ишончли ҳимояни таъминлай олмаслиги мумкин. Бундай шароитларда гидроизоляция қопламаларини кучайтириш, қўшимча арматуралаш ва кўп қатламли гидроизоляция тизимларидан фойдаланиш муҳим аҳамият касб этади. Шу муносабат билан биноларнинг ер ости қисмларида қўлланиладиган кучайтирилган гидроизоляция қопламаларининг конструктив ечимлари ва уларнинг самарадорлигини ўрганиш долзарб ҳисобланади.

Асосий қисм. Кучайтирилган гидроизоляция, одатда, гидроизоляция тизимининг ишончилигини ошириш мақсадида энг самарали гидроизоляция материаллари ва технологияларини қўллаш ҳамда гидроизоляция қопламаси ёки арматураловчи мато қатламлари сонини кўпайтириш орқали амалга оширилади. Бунда гидроизоляция қатламининг мустаҳкамлиги ва сув ўтказмаслик хусусиятларини ошириш учун турли хил материаллардан фойдаланилади. Хусусан, эпоксид смолалар асосидаги қопламалар билан бўяш, КЦР ёки КПҚС таркибли цемент-полимер сувоқ қопламаларни қўллаш, полимер ёки пластик лист материалларни ёпиштириш, шунингдек қуйма асфалт асосидаги гидроизоляция қопламаларини барпо этиш каби усуллар кенг тарқалган ҳисобланади [1].

Кучайтирилган гидроизоляция, одатда алоҳида ишлаб чиқилган лойиҳа ечимлари асосида амалга оширилиши талаб этилади. Бунда гидроизоляция тизими конструкцияларнинг эксплуатация шароити, ер ости сувларининг гидростатик босими ва муҳитнинг агрессивлик даражасини ҳисобга олган ҳолда пухта ва ҳар томонлама асосланган бўлиши лозим. Қуйида амалиётда кенг қўлланиладиган кучайтирилган гидроизоляция ечимларининг асосий турлари келтирилган.

Гидростатик босим 10 м дан ортиқ бўлган шароитларда гидроизоляция тизимини кучайтириш зарурати юзага келади. Бундай ҳолатда гидроизоляция қопламаси остида ҳосил бўлиши мумкин бўлган ёриқлар орқали сув ўтиб кетишини олдини олиш ва конструкциянинг ишончилигини таъминлаш муҳим аҳамиятга эга. Чунки қоплама остида юзага келган энг кичик сув сизиши ҳам вақт ўтиши билан интенсив фильтрация марказига айланиши мумкин [1]. Шу сабабли бундай шароитларда қуйидаги турдаги кучайтирилган гидроизоляция қопламаларидан фойдаланиш тавсия этилади.

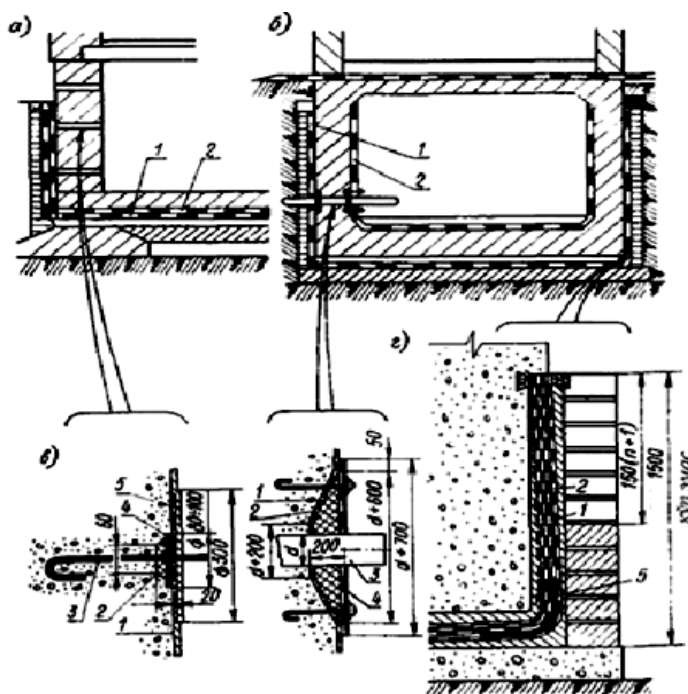
а) шиша толали тўр билан арматураланган бўёқ туридаги гидроизоляция қопламаси. Бунда иссиқ БРМ (Битум асосли ўрамли материал) мастикаси ёки полимер-битум асосидаги БИТЭП мастикаси қўлланилади. Конструкция бурчаклари ва букилган жойларида арматуралаш икки марта кучайтирилиб, умумий ҳолда уч ёки тўрт қатлам мастика қопламаси ҳосил қилинади [2].

б) шиша тўр билан арматураланган, уч қатламли эмульсион-битум мастикаси (хамаст ёки БАЭМ-Ц) асосидаги сувоқ гидроизоляция қопламаси. Бундай қопламанинг умумий қалинлиги

одатда 15–20 мм ни ташкил этади. Қоплама қалинлигини 20 мм дан ортиқ қилиш мақсадга мувофиқ эмас, чунки бу ҳолат гидроизоляция тизимининг ишончлилигини оширмайди ва аксинча, сиқилиш ёки ёрилиш хавфини ошириши мумкин [3].

в) ёпиштириладиган гидроизоляция. Бунда клей таркиби сифатида БРМ-75 мастикаси қўлланилиб, гидроизол материаллари тўрт ёки беш қатлам қилиб ёпиштирилади. Шунингдек, армобитум ипларини уч ёки тўрт қатламда ёпиштириш орқали ҳам юқори даражадаги сув ўтказмаслик хусусиятига эга гидроизоляция қопламаси ҳосил қилинади.

Барча деформация чоклари ва конструкция элементларининг уланиш жойлари одатдаги тартибда герметизация қилинади, бироқ гидроизоляция тизимининг ишончлилигини ошириш мақсадида зичлаш ишлари қўшимча равишда такрорланиши талаб этилади. Умуман олганда, бундай ҳолатда гидроизоляция конструкциясининг асосий схемаси ўзгармайди (1-расм, а). Бироқ, бинонинг умумий массаси билан юкланадиган яхлит пойдевор плитасини ўрнатиш орқали гидроизоляция тизимининг барқарорлиги оширилади. Кичик гидростатик босим шароитида эса ушбу плитани девор конструкцияларидан ажратиб жойлаштириш мумкин (1-расм, б). Бунда пол плитаси гидростатик босим таъсирида юзага келадиган қўтариш кучларини ҳисобга олган ҳолда ҳисобланиши лозим [3].



1-расм. Бинолар ертўласининг гидроизоляциясини кучайтириш усул-лари:

а- гидроизоляция қоплама қатламларининг сонини кўпайтириш;

б-қўшимча ички гидроизоляция; в-арматура деталлари билан бирлашганда қопла-мани кучайтириш; г-бино бурчакларида гидроизоляцияни кучайтириш;

1- асосий қоплама; 2-гидроизоляцияни кучайтириш учун қўшимча қоплама ёки тўлдириш; 3- арматура деталлари; 4 - металл диафрагма; 5-қопламани кўпайтириш учун арматура қистирма

Гидроизоляцияни кучайтиришнинг яна бир самарали усули - ташқи гидроизоляция тизимига қўшимча равишда ички томондан мустақил гидроизоляция конструкциясини барпо этишдан иборат. Бундай конструкция ер ости сувларининг тўлиқ гидростатик босимини қабул қилишга мўлжалланган бўлиб, гидроизоляция тизимининг умумий ишончлилигини оширади (1-расм, б) [3]. Амалиётда ички гидроизоляция, одатда, бўёқ туридаги ёки ёпиштириладиган гидроизоляция қопламалари асосида барпо этилади. Таъсир этувчи гидростатик босимни қабул

килиш мақсадида гидроизоляция конструкцияси босим плитаси ва қовурғалар билан (1,5 м гача бўлган босимларда) ёки анкерланган химоя тўсиқлари билан қўшимча мустаҳкамланади (1-расм, в). Б. Е. Веденеева номидаги Бутуниттифок илмий-тадқиқот гидротехника институти (ВНИИГ) томонидан олиб борилган тадқиқотлар натижаларига кўра, совуқ асфалт гидроизоляция қопламаларини 15 м гача бўлган ажратувчи гидростатик босим шароитида қўллаш мумкинлиги аниқланган. Шунингдек, Р.К. Ткемаладзе тадқиқотларига мувофиқ, БАЭМ туридаги мастикалар бетон юзаси билан 0,5 МПа дан юқори узоқ муддатли адгезияга эга бўлиб, эксплуатация жараёнида беш йил давомида бу кўрсаткич 0,9 МПа гача ошиши мумкин. Бироқ ажратувчи босимга қарши ишлайдиган гидроизоляция тизимларини барпо этишда барча технологик талабларга қатъий риоя қилиш зарур. Шу билан бирга, сув муҳити кимёвий жиҳатдан агрессив бўлган ҳолатларда бундай гидроизоляция материалларидан фойдаланиш тавсия этилмайди.

Сув муҳитининг кимёвий агрессивлиги ўртача даражада бўлиб, гидростатик босим 5 м дан ортиқ бўлган ҳолатларда гидроизоляция тизимининг умумий ишончлилигини таъминлаш мақсадида уни кучайтириш зарур ҳисобланади. Чунки ҳатто жуда кичик ҳажмдаги сув сизишлари ҳам вақт ўтиши билан юк кўтарувчи конструкция элементларида коррозия жараёнларини ривожлантириши ва уларнинг мустаҳкамлиги пасайишига, айрим ҳолларда эса конструкциянинг бузилишига олиб келиши мумкин [4].

Кучайтирилган гидроизоляция қопламалари қаторига эпоксид смолалар асосида модификацияланган бўёқ ва мастикалар, қуйма асфалт ҳамда ўрнатилган металл гидроизоляция қопламалари ҳам киради. Бироқ бундай материалларнинг юқори қиймати ва уларни ўрнатишда меҳнат сарфининг катталиги туфайли улар, одатда, фақат интенсив механик юклар таъсирида ёки ташқи агрессив омилларнинг ўта ноқулай комбинацияси мавжуд бўлган ҳолларда қўлланилади.

Хулоса

1. Ўрганишлар шуни кўрсатадики, биноларнинг ер ости қисмларини ер ости сувлари таъсиридан химоя қилишда гидроизоляция тизимининг ишончлилиги катта аҳамиятга эга. Гидростатик босим ва сув муҳитининг кимёвий агрессивлиги гидроизоляция қопламаларининг ишлаш самарадорлигига бевосита таъсир кўрсатади.

2. Гидростатик босим юқори бўлган шароитларда гидроизоляция қопламасини кучайтириш, яъни гидроизоляция материаллари қатламлари сонини кўпайтириш, қўшимча арматуралаш ҳамда қўшимча ички ва ташқи гидроизоляция элементларини қўллаш орқали конструкцияларнинг намликка чидамлилигини ошириш мумкин.

3. Олиб борилган изланишлар шуни кўрсатадики, кучайтирилган гидроизоляция тизимларини қўллаш ертўла ва пойдевор конструкцияларининг хизмат муддатини узайтириш, конструкцияларнинг коррозияга чидамлилигини ошириш ҳамда биноларнинг эксплуатацион ишончлилигини таъминлашга хизмат қилади.

Фойдаланилган адабиётлар

1. Тулаков Э.С., Иноятов Д.Т. Бино ва иншоотларнинг ер ости қисмини гидроизоляция қилиш. Монография. – Самарқанд, 2020. – 119 б.
2. Тулаков Э.С. Биноларнинг энергия самарадорлик инженеринги. Дарслик. – Самарқанд: СамДУ нашриёти, 2021. – 432 б.
3. Гидроизоляционные работы. МДС 12–34.2007 / ЦНИИОМТП. – Москва, 2007. – 14 с.
4. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия. – Москва, 2006. – 54 с.
5. Neville A.M. Properties of Concrete. – London: Pearson Education, 2011.
6. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. Concrete: Microstructure, Properties and Materials. – New York: McGraw-Hill, 2014.
7. ACI Committee 503. Use of Epoxy Compounds with Concrete. – American Concrete Institute, USA.

YENGIL KONSTRUKSIYALI TURAR-JOY BINOLARINING QURILISH ISTIQBOLLARI (O‘ZBEKISTON MISOLIDA)

A.S.Qurbonov, B.O. Bobokulov, J.A. Ravshanov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

1. Kirish. Insonlar yashashlari va dam olishlari uchun ularga qulay va shinam sharoit yaratish nuqtai nazaridan eng ma’qul yechim kam qavatli turar-joy binolari qurilishi hisoblanadi. Bugungi kunda “Yangi O‘zbekistonning” 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan “Taraqqiyot strategiyasi” ning asosiy bosh maqsadi Inson Qadri uni ulug‘lash asosiy maqsad qilib belgilangan [1] bo‘lib aholini kundalik hayotini yaxshilash ularni zamonaviy uy-joylar bilan ta’minlash masalasi ayni strategiyaning asosiy maqsadlaridan hisoblanadi. Respublikamizda uzoq yillarga mo‘ljallangan dastur asosida deyarli barcha qishloq hududlarida har bir xonadon uchun ajratilgan alohida yer uchastkalarida yordamchi xo‘jalik imoratlari bilan birgalikda zamon talabiga javob beradigan turar-joy binolari qurilishi keng ko‘lamda olib borilmoqda. Istiqomatgohlarning bu turi xalqimizning yashash tarziga, ayniqsa, qishloq sharoitida rivojlanish sharoitlariga juda mos keladi.

Kam qavatli turar-joy binolar qurilishi qurilishning o‘ziga xos guruhi hisoblanadi. Zamonaviy kam qavatli turar-joy binolarida oilaning har bir a’zosiga alohida xona, unga qo‘shimcha oila yig‘ilib o‘tirishi, mehmonlarni kutish uchun nisbatan katta umumiy xona, bolalar o‘ynashlari uchun alohida xona, hammom va kamida ikkita hojatxona bo‘lishiga yashash uchun shinamlilik va qulaylikning asosiy tamoyili sifatida qaralmoqda.

Hozirgi kunda Respublikamizda qurilayotgan kam qavatli turar-joy binolarini qurilishini uch tipga ajratib ko‘rsatish mumkin:

- “shahar” tipidagi (minimal yer - xovli maydoni bilan) zich qurilgan shaxsiy uylar;
- “kottej” tipidagi (2-6 sotixgacha yer – xovli maydoni bilan) shahar atrofida qurilayotgan shaxsiy uylar;
- “qishloq” tipidagi (0,6 dan 1,0 gektargacha yer maydoni bilan) an’anaviy shaxsiy uylar.

2. Asosiy qism

Tashqi devorlar, odatda, binolarning asosiy vertikal yuk ko‘taruvchi va tashqi muhitdan ajratuvchi to‘siq konstruksiyasi hisoblanadi. Tashqi devorlarga bir qator talablar qo‘yiladi:

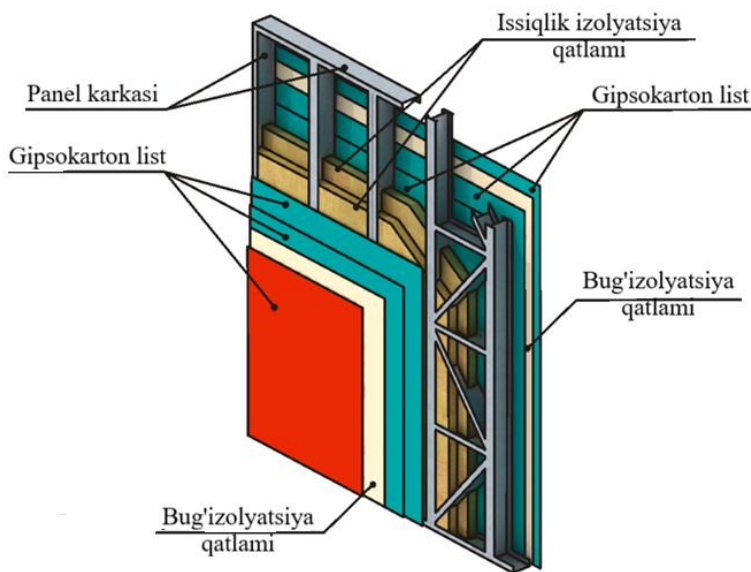
- bino ichida belgilangan harorat va namlikni ta’minlash, devor ichki sirtida va uning tanasida konsdensat hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaslik hamda issiqlikni yo‘qolishiga yetarli qarshilik ko‘rsatishi;
- yoz vaqtida binoning ichki muhitini ortiqcha qizib ketishdan saqlash uchun yetarli darajada issiqlik ustivorligi xususiyatiga ega bo‘lishi;
- unga tushadigan yuklarni qabul qilish uchun yetarli darajada mustahkam, ustivor va bikir bo‘lishi;
- atrofdagi me’moriy va tabiiy muhitga mos, ya’ni insonlar ko‘zini quvontiradigan badiiy ma’nodor bo‘lishi kerak.

So‘ngi yillarda kam qavatli turar-joy binolari qurilishida g‘isht – tosh, beton, yig‘ma blok, panellar va yog‘och materiallar bilan birga yengil metall konstruksiyalardan foydalanish ham taklif qilinmoqda (1-rasm). Bu holatda binoning tashqi yuk ko‘taruvchi devorini qalinligi 1-2 mm listdan bukib tayyorlangan profillardan yig‘iladi. Birinchi qavat devorning ostki profillari poydevorga, yuqoridagi profillari orayopma yoki tom konstruksiyasiga bikir qilib mahkamlanadi. Devorning ichki tomoni gipsokarton listlardan bajarilishi mumkin. Tashqi devorlarda karkas orasini to‘ldiruvchi issiqlik izolyatsiyasi materialli sifatida turli xil plita ko‘rinishida tayyorlanadigan (gazobeton, ko‘pikbeton, minvata va shunga o‘xshash) materiallardan foydalaniladi.



1-rasm. Devori yengil metall karkasli turar-joy binosi.

Devorning tashqi pardozi qatlami uchun ham turli (gʻisht, profillangan yoki tekis listlar, metall yoki plastik saydinglar bilan qoplama qilish kabi) yechimlar ishlab chiqilgan (2-rasm).



2-rasm. Yengil metall karkasli tashqi devor konstruksiyasining yechimi

3. Xulosa. Bu kabi konstruktiv yechimga ega boʻlgan binolar qurilishi uchun mamlakatimizda moddiy-texnik baza mavjudligini hisobga olsak, uy-joy qurilishida bu usulidan foydalanish orqali katta iqtisodiy samaraga erishish mumkin boʻladi. Kam qavatli uy joy qurilishida yengil poʻlat karkasli yechimning qoʻllanilishining afzal tomonlaridan yana biri uning tez va qoʻshimcha mashina-mexanizmlari talab etilmasdan ham barpo etilishi mumkin. Shu soxa mutaxassislarning maʼlum qilishicha yengil metall konstruksiyali binolarning umrboqiyligi 100 yilgacha boʻlgan muddatga dan xizmat qiladi. Zilzila va boshqa dinamik yuklar taʼsiriga ham yetarlicha bardosh bera oladi. [2].

ADABIYOTLAR

1. 2022 — 2026-yillarga moʻljallangan Yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi toʻgʻrisida Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, PF-60-son 28.01.2022 yil. (<https://lex.uz/uz/docs/-5841063>)

BINOLAR QURILISHIDA “SEN-DVICH” DEVORLARNING QO‘LLANILISHI.

A.S. Qurbonov, A.S. Ismoilov, H.D. Avlayev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

1. Kirish. Bugungi kunda zamonaviy uysozlik va binolarning qurilishida qo‘llaniladigan devorbop materiallarni, ularni binoning turi va funksional vazifasidan kelib chiqib tanlash zaruriy masala hisoblanib shu bilan birga bir qancha talablarni ham e‘tiborga olish kerakligini belgilaydi. Quruvchilar uchun kerak bo‘lgan devor materiali mustahkam, yengil ayni paytda yuqori issiqlik izolyatsiya xususiyatlariga hamda fizik-mexanik ko‘rsatkichlarining yaxshiligi bilan ham ajralib turishi zarur. Bundan tashqari qo‘llanilish sohasining keng bo‘lishi, narxining arzonligi va materialning imkon qadar mahalliy sharoitda katta partiyada ishlab chiqarilishi ham muhim sanaladi.

Bunday materiallardan binolar qurilishida foydalanish nafaqat qurulish kompaniyalari uchun balkim, havaskor quruvchi – ustalar uchun ham tushunarli – soda bo‘lishi, ularni uzoq muddat xizmat qiladigan, ekspluatatsiya qilishda ortiqcha qiyinchiliklarni yuza keltirmaydigan bo‘lishi lozim.

Bugungi kunda bunday talablarga javob beradigan devorbop materiallardan biri bu uch qatlamli “Sendvich panellari” hisoblanadi.

2. Tahlil. “Sendvich-panellari” dastlab 1930 yillarda AQShda Unsonian me’moriy loyihasini amalga oshirish uchun yengil, ko‘rinish jihatidan ko‘rkam, ekspluatatsiya qilinishi oddiy va tannarxi arzon bo‘lgan konstruksiya qo‘llash talab qilinganligi sababli shu loyihada qo‘llanilgan [1].

Uning muallifi muhandis Frenk Lloyd Reyton hisoblanadi. Dastlabki sendvich-panellarda, hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan panellarga va ularga qo‘yilgan talablarga qaraganda kamchiliklar ko‘p bo‘lgan. Oradan 20 yillar o‘tib, muhandis olim Olden B. Dau sendvich-panellarning innovatsion yechimi hisoblangan issiqlik izolyatsiyasi materiallaridan foydalanish g‘oyasini olg‘a surdi. Qurilishda bunday materiallarga talabning ortib borishi sababli, 1959 yilda Koppers firmasi Detroytda avtomobillar ishlab chiqariladigan zavodini sendvich-panellar ishlab chiqaradigan sexga aylantirdi. Bir yildan so‘ng, ya‘ni 1960 yilda Alsida kompaniyasi tomonidan texnologik jarayonni avtomatlashtirib sendvich-panellarni ommaviy tarzda ishlab chiqarishni yo‘lga qo‘ydi.

Bunday qurilish usuli dunyoga tez tarqaldi. “Sendvich” tipidagi uch qatlamli devor panellari Yevropada, Yaponiya, AQSH kabi ko‘plab mamlakatlarda ishlab chiqarilishi rivojlandi.

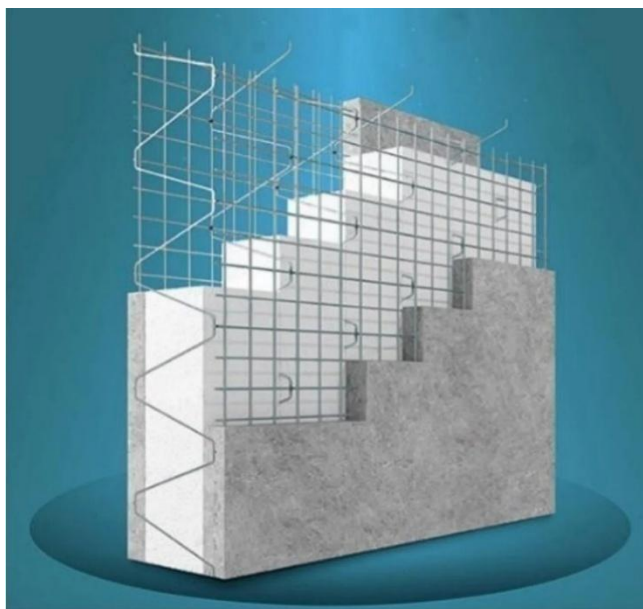
Jumladan Germaniyada qalinligi 0,8 mm alyuminiy qoplamali nafaqat devorlarda balki, tomlarda ham qo‘llash uchun mo‘ljallangan uzunligi 15,4 m gacha bo‘lgan universal sendvich-panellar ishlab chiqarila boshlandi [2]. Bu kabi panellarda issiqlik izolyatsiya qatlami vazifasini bajaruvchi sifatida penopoliuretandan foydalanilgan. Bunday keng miqiyosidagi ishlab chiqarish jarayonlari dunyoning qolgan rivojlangan mamlakatlari Italiya, Isapaniya, Shvetsiya qolaversa MDX mamlakatlarida ham yo‘lga qo‘yildi.

Xususan MDH mamlakatlarida qurilish sohasida sendvich-panellarning qo‘llanilishi o‘tgan asrning 70-yillariga to‘g‘ri keladi. Sendvich-panellarni ishlab chiqarish dastlab 1974 yilda Rossiyaning Samara shaxridagi “Elektromash” zavodida yo‘lga qo‘yildi va dastlabki konstruksiyalar “Atomash” va “Kamaz” zavodlarida qo‘llanildi [2]. Sanoat binolari uchun ishlab chiqariladigan metall qoplamali devor panellarning qalinliklari 50 va 80 mmli qalinlikda ishlab chiqarila boshlandi. Bunday devorlarning termik qarshiligi, issiqlik izolyatsiya materialining qo‘llanilishi natijasida mos ravishda, $1,72 \text{ } \mathcal{M}^2 \cdot ^\circ C / Bm$ ba $2,63 \text{ } \mathcal{M}^2 \cdot ^\circ C / Bm$ ni tashkil etadi.

Bugungi kunda Respublikamizda ham axolining uy – joyga bo‘lgan extiyojining ortib borishi ayniqsa qishloq hududlarida yakka tartibdagi turar-joy binolari, jamoat binolari va uncha katta bo‘lmagan ishlab chiqarish obyektlari (muzlatgichlar, saqlash omborlari, sexlar) tashqi devorlarida sendvich panellardan keng foydalanilmoqda.

Sendvich panellarning issiqlik uzatishga qarshiligining yuqori ekanligi O‘zbekistonda qurilish sohasida amal qilayotgan me‘yoriy xujjat [3] da belgilangan isitish mavsumining gradus-sutka ko‘rsatkichi D_d ning 2000 dan 3000 °C gacha bo‘lgan xududlarda quriladigan, issiqlik himoyasi bo‘yicha, mos ravishda, birinchi va ikkinchi darajali turar-joy binolarining tashqi devorlariga qo‘yiladigan talablarga ham javob beradi.

Barcha turdagi binolar qurilishida va ularni rekonstruksiya qilishda qo‘llash mumkin bo‘lgan yana bir usul sifatida uch qatlamli devorlarning SOTATM tipidagi olinmaydigan qolipli texnologiyasi tavsiya qilingan [5]. Bu usulda barpo etilgan binolarni isitishga sarflanadigan xarajatlar sezilarli darajada kamayishi, ya‘ni energiya tejamlorligi ta‘kidlangan. Mazkur texnologiya issiqlik izolyatsiyasi materialiga oldindan armatura to‘ri o‘rnatilgan yig‘ma universal modul panellar ko‘rinishida bo‘ladi (1-rasm).



a)



b)

1-rasm. A-SOTATM tipidagi devorning ko‘rinishi
b-devorga mayda to‘ldiruvchili torkret beton purkash jarayoni [5].

Bu turdagi panellarni afzalliklaridan biri ularni yuk ko‘taruvchi mexanizmlarsiz qo‘lda montaj qilish imkonini mavjud. Bunga asosiy sabab to‘ldiruvchi sifatida zichligi 15 kg/m^3 bo‘lgan penopolistirolidan foydalanish mumkinligidir.

Hozirgi kunda zamonaviy binokorlikda monolit va yig‘ma panel usullarini birlashtirgan bu usul hozirgi paytda dunyoning 30 dan ziyod mamlakatlarida keng qo‘llanilmoqda [5]. Bunday holatda tashqi devorning 1 m^2 yuzasining og‘irligi 200-220 kg dan oshmaydi buning natijasida binoning xususiy og‘irligining kamayishiga ham erishiladi.

3. Xulosa.

Yurtimizda ham uy-joylar qurilishida bugungi kunda sendvich panellardan keng foydalanib kelinmoqda.

Tashqi qoplamalari shisha toladan qilingan to‘rli sementdan bajarilgan va ichki qatlami - issiqlik izolyatsiyasi penopoli-stirolidan tashkil topgan sendvich-panellar ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilgan [6]. Bu panellarni tashqi devorlar uchun uzunligi 3000 mm gacha, eni 950 va 1150 mm, qalinligi 150 mm qilib ishlab chiqarilmoqda (2-rasm).



2-rasm. Samarqand viloyatidagi “SAM ROS XOLOD” MCHJ da ishlab chiqarilayotgan sendvich-panellar.

Xulosa o‘rnida. Yurtimizda qishloq aholi hududlarida yakka tartibdagi kam qavatli turar-joy binolari, xizmat ko‘rsatish obyektlari va sanoat binolarini qurilishida devor konstruksiyasi sifatida sendvich panellarning qo‘llanilishi binoning mustahkamlik - ustivorlik talablarini bajaribgina qolmasdan, kattagina energiya tejamkorlik va iqtisodiy samaradorlikka erishiladi. Qolaversa bunday devor panellarining ekologik tozaligi sababli binoning ichki muhitida ham sanitar – gigiyenik talablar ham yaxshilanadi.

ADABIYOTLAR

1. Преимущества и недостатки использования сэндвич-панелей при строительстве домов и промышленных зданий. <http://www.tribuna.ru/>.
2. Ю.Н.Хромец. Современные конструкции промышленных зданий.-М: Стройиздат, 1982. -351 с.
3. ShNQ 2.01.04-18. Qurilish issiqlik texnikasi. /O‘zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. Toshkent: 2018. -57 b.
4. ShNQ 2.01.01-22. Loyihalash uchun iqlimiy va fizik-geologik ma’lumotlar / O‘zbekiston Respublikasi Qurilish vazirligi. Toshkent: 2022. -41 b..
5. Монолитные дома. <http://ooohotey.ru/monolitnye-doma>.
6. Цементные сэндвич-панели с утеплителем из пенополистирола <http://www.google.com/>.

BOBOTOG‘ MILLIY TABIAT BOG‘INING YUKSAK O‘SIMLIKLAR SISTEMATIKASI VA BALANDLIK MINTAQALAR BO‘YLAB TARQALISHI

Sherzod Mardonov, Fotima Ibragimova, Komila Bozorova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

O‘zbekiston va Tojikiston Respublikalari chegarasida, Surxondaryo va Kofarnihon daryolari oralig‘ida shimoli sharqdan Janubi g‘arbga tomon Amudaryo sohiligacha cho‘zilgan. Uzunligi qariyb 125 kilometr, eni 30- 40 kilometr. Eng baland cho‘qqisi - Zarkosa tog‘i, 2290 metr. Asosan paleogen va yura davri ohaktoshlari, gil, alevrolit, qumtoshlardan tarkib topgan. Bobotog‘ning Sharqiy yon bag‘ri tik va ensiz, tog‘oldi tekisliklari Kofarnihon daryosi terrasalarida joylashgan. G‘arbiy yon bag‘ri ancha yotiq va keng, asosiy qismi past tog‘lardan iborat. Bobotog‘ning yon bag‘irlari ko‘plab quruq soylar bilan parchalangan. Iqlimi quruq va keskin kontinental. O‘rtacha yillik havo temperaturasi tog‘ etaklarida 16°, o‘rtacha balandliklarda 8-10°. Yillik yog‘in miqdori 170 millimetrdan 350-400 millimetrgacha. Tog‘yon bag‘irlarida buloqlar, qish va bahorda to‘lib oqib, yozda qurib qoladigan soylar bor. Bo‘z va jigarrang tog‘ tuproqlarida xilma-xil efemer, efemeroid o‘simliklar o‘sadi. 800-900 metr balandliklarda na‘matak, zirk, bodom va pistazorlar uchraydi. Undan baland joylarida (Besharcha, Zarkosa tog‘lari) archazorlar bor. Bobotog‘ O‘zbekistonning yovvoyi tog‘ echkilari yashaydigan rayonlaridan biri. Tog‘oldilari mol boqiladigan yaylov. Bobotog‘ning Kofarnihon vodiysida sug‘oriladigan dehqonchilik rivojlangan. Bobotog‘da inson xo‘jalik faoliyati ta‘sirida eroziya, yaylov degressiyasi (emirilishi) keng tarqalgan. Alohida muhofaza qilinishi zarur bo‘lgan landshaft ko‘p.



1-rasm. Bobotog‘ tog‘ tizmalari.

Sistematika va Turlari:

Bobotog‘ hududida yuksak o‘simliklarning turlarga boy tarkibi mavjud bo‘lib, ularning asosini Pistacho (*Pistacia vera*) o‘rmonlari tashkil etadi. Shuningdek, bog‘ hududida dorivor, efemer va efemeroid o‘simliklar turi keng tarqalgan.

Balandlik Mintaqalar Bo‘ylab Tarqalishi:

Adirlar va Qirlar (pastki qism): Efemer va efemeroidlar (binafsha, lolalar, yovvoyi arpa), shuningdek,

shuvoq va sho‘ralar ustunlik qiladi.

O‘rta va Yuqori Qismlar (tog‘ oldi):

Asosan, pistazorlar, tog‘ bodomi va boshqa butazorlardan iborat bo‘lib, bu yerda o‘simliklar qoplamining zichligi nisbatan yuqori bo‘ladi.

Ekologik Ahamiyati:

Bobotog‘, ayniqsa, tabiiy pistazorlarni saqlash va qayta tiklash uchun noyob ekotizim hisoblanadi.

Xulosa: Bobotog‘ milliy tabiat bog‘ida yuksak o‘simliklar sistemati jihatdan boy va xilma-xil bo‘lib, ularning tarqalishi balandlik mintaqalari bo‘yicha aniq farqlanadi. O‘simliklar qoplami shakllanishida iqlim, tuproq va namlik omillari muhim rol o‘ynaydi. Pastki mintaqalarda asosan qurg‘oqchilikka chidamli o‘simliklar, o‘rta va yuqori hududlarda esa sovuqqa va namlikka moslashgan turlar keng tarqalgan.

Balandlik oshgan sari o‘simliklarning sistemati tarkibi o‘zgarib boradi, bu esa hududda vertikal zonallikning mavjudligini ko‘rsatadi. Shuningdek, Bobotog‘ hududi noyob va endemik o‘simlik turlariga boy bo‘lib, ularni muhofaza qilish va biologik xilma-xillikni saqlash muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Чернова Г.М. Ўзбекистонда хандон пистани боғ типиди плантацияларини барпо қилиш бўйича тавсиялар. – Тошкент, 2010. - 31 б.
2. Zokirov K.Z. – O‘zbekiston florasi va o‘simlik qoplami. Toshkent: Fan, 1992.
3. Abduraimov O.S. – O‘zbekiston o‘simliklarining balandlik mintaqalanishi. Toshkent, 2017.
4. Bobotog‘ O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi: 2-jild (Beshik — Gidrofizika). Toshkent: “O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi” Davlat ilmiy nashriyoti, 2001 — 704-bet.
5. Mustafaev I. M., Khujanov A. N. 2020. First record and new host of *Uromyces helichrysi* (Pucciniales) from Uzbekistan. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii* 54(2). – P. 381–385.

MAYDONLI TRANZISTORLAR

Asliddin Bolliyyev, Doston Yoqubov, Fayzulla Ergashov, Xolida Boronova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy elektronika va mikroelektronika tizimlarining rivojlanishi yarimo‘tkazgich asboblarning takomillashuvi bilan uzviy bog‘liqdir. Maydonli tranzistorlar (FET) bipolyar tranzistorlardan farqli ravishda tokni elektr maydon yordamida boshqaradi, bu esa ularning energiya sarfini kamaytiradi va samaradorligini oshiradi [1]. Maydonli tranzistorlarning asosiy afzalliklaridan biri ularning kirish qarshiligining juda yuqori bo‘lishidir ($10^6 - 10^{12}$ Om), bu esa kirish zanjirida tokning deyarli nolga teng bo‘lishini ta‘minlaydi [2]. Shu sababli ular zamonaviy integral sxemalarning asosiy elementi hisoblanadi.

Maydonli tranzistorlarning tuzilishi va ishlash prinsipi. Maydonli tranzistorlar uch asosiy elektroddan iborat: manba, drenaj va zatvor. Tok drenaj va manba orasida oqadi, zatvor esa elektr maydon hosil qilib kanal orqali o‘tayotgan tokni boshqaradi [1]. JFET tranzistorlarda zatvor va kanal orasida p-n o‘tish mavjud bo‘lib, u teskari kuchlanishda ishlaydi. MOSFET tranzistorlarda esa zatvor izolyatsiyalangan bo‘lib, odatda SiO₂ dielektrik qatlam orqali ajratilgan [2].

Tok-kuchlanish xarakteristikasi. Maydonli tranzistorlarning asosiy xossalari drenaj toki (I_d) va zatvor kuchlanishi (V_{gs}) o‘rtasidagi bog‘liqlik orqali ifodalanadi. MOSFET tranzistorlar uchun to‘yinish rejimida tok quyidagicha aniqlanadi [1]:

$$I_d = \frac{1}{2} \mu C_{ox} \frac{W}{L} (V_{gs} - V_{th})^2$$

JFET va MOSFET tranzistorlarining farqlari. JFET tranzistorlar sodda tuzilishga ega bo‘lib, kam shovqinli kuchaytirgichlarda qo‘llaniladi. MOSFET tranzistorlar esa yuqori integratsiyalash imkoniyatiga ega bo‘lib, mikroprotessor va xotira qurilmalarining asosini tashkil etadi [3]. MOSFET tranzistorlarda zatvor toki deyarli nolga teng (10^{-12} A atrofida), bu esa ularni yuqori energiya samarador qurilmalarga aylantiradi [1]. MOSFET’lar enhancement va depletion rejimlarda ishlashi mumkin [2].

Maydonli tranzistorlar zamonaviy texnologiyalarda keng qo‘llaniladi:

Mikroprotessorlar va integral sxemalarda (milliardlab MOSFETlar mavjud) [3]

Analog va raqamli kuchaytirgichlarda [4]

Quvvat elektronikasida (invertorlar, stabilizatorlar) [2]

Sensor tizimlari va avtomatika qurilmalarida

Zamonaviy texnologiyalarda tranzistorlarning o‘lchamlari 5-10 nm gacha kichraygan bo‘lib, bu yuqori tezlik va zichlikni ta‘minlaydi [1].

Maydonli tranzistorlar elektr maydon yordamida tokni boshqaruvchi yarimo‘tkazgich qurilmalar bo‘lib, zamonaviy elektronikaning ajralmas qismi hisoblanadi. Ularning yuqori kirish qarshiligi, past energiya sarfi va yuqori ishlash tezligi ularni mikroelektronika sohasida yetakchi elementga aylantirdi [1]. MOSFET tranzistorlar ayniqsa integral sxemalar rivojida muhim ahamiyat kasb etib, zamonaviy kompyuter va mobil qurilmalar asosini tashkil etadi [3]. Kelajakda nanoo‘lchamli tranzistorlar va yangi materiallar asosida yanada samarali texnologiyalar yaratilishi kutilmoqda [2].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. S.M. Sze, “Physics of Semiconductor Devices”, Wiley, 2007.
2. Ben G. Streetman, Sanjay Banerjee, “Solid State Electronic Devices”, Pearson, 2015.
3. Sedra A.S., Smith K.C., “Microelectronic Circuits”, Oxford University Press, 2014.
4. Millman J., Halkias C., “Electronic Devices and Circuits”, McGraw-Hill, 2010.

YEM-XASHAK EKINLARI ZARARKUNANDALARI VA ULARGA QARSHI KURASH CHORALARI

A. Mammadiyev, D. Shodiqulova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Yem-xashak ekinlari chorvachilikni rivojlantirishda asosiy ozuqa manbai bo‘lib, qishloq xo‘jaligi tizimida muhim o‘rin egallaydi. Ushbu ekinlar (beda, makkajo‘xori, sulini, jo‘xori va boshqalar) hayvonlar uchun zarur bo‘lgan oqsil, uglevod, vitamin va mineral moddalarga boy hisoblanadi. Shu sababli ularning yuqori hosildorligini ta‘minlash dolzarb masalalardan biridir. Biroq turli zararkunanda hasharotlar yem-xashak ekinlariga katta zarar yetkazib, hosilning kamayishiga va sifatining pasayishiga olib keladi.

Yem-xashak ekinlarida uchraydigan asosiy zararkunandalarga shira (Aphididae), tripslar, simqurtlar (Elateridae lichinkalari), tunlam kapalaklar lichinkalari va boshqa hasharotlar kiradi. Shira barg va yosh novdalardan shirani so‘rib, o‘simlikning oziqlanishini buzadi. Tripslar barg yuzasini shikastlab, fotosintez jarayonini izdan chiqaradi. Simqurtlar esa ildiz tizimiga zarar yetkazib, o‘simlikning qurib qolishiga sabab bo‘ladi. Kapalak lichinkalari barglarni kemirib, o‘simlikning vegetativ qismlarini nobud qiladi.

Zararkunandalarning rivojlanish sikli va tarqalishi ko‘plab omillarga bog‘liq. Ular orasida iqlim sharoiti (harorat, namlik), tuproq holati, agrotexnik tadbirlar darajasi va ekin almashinuvi muhim rol o‘ynaydi. Issiq va nam muhit zararkunandalar uchun qulay bo‘lib, ularning tez ko‘payishiga olib keladi. Shu bilan birga, bir xil ekinlarni ketma-ket ekish zararkunandalar sonining ortishiga sabab bo‘ladi.

Zararkunandalar o‘simliklarga bevosita va bilvosita zarar yetkazadi. Bevosita zarar — barg, poya va ildizlarning shikastlanishi bo‘lsa, bilvosita zarar — o‘simlik kasalliklarini tarqatish orqali yuzaga keladi. Masalan, shira ko‘plab virusli kasalliklarning tashuvchisi hisoblanadi. Natijada o‘simliklarning o‘sishi sekinlashadi, hosil miqdori kamayadi va sifat ko‘rsatkichlari yomonlashadi.

Zararkunandalarga qarshi kurashishda integratsiyalashgan himoya tizimi muhim ahamiyatga ega. Ushbu tizim quyidagi usullarni o‘z ichiga oladi:

8. Agrotexnik kurash usullari:

- 1.1 Ekin almashinuvi (siderat va dukkakli ekinlarni qo‘llash)
- 1.2 Tuproqni chuqur haydash
- 1.3 Optimal ekish muddatlariga rioya qilish
- 1.4 Sifatli va kasalliksiz urug‘lardan foydalanish

9. Biologik kurash usullari:

- 2.1 Foydali hasharotlar (entomofaglar)dan foydalanish
- 2.2 Mikroorganizmlar asosidagi biologik preparatlarni qo‘llash
- 2.3 Tabiiy muvozanatni saqlash

10. Kimyoviy kurash usullari:

- 3.1 Insektitsid preparatlarni qo‘llash
- 3.2 Zararkunandalar soni iqtisodiy zarar chegarasidan oshganda ishlatish
- 3.3 Ekologik xavfsizlik qoidalariga rioya qilish
- 3.4 Eng samarali natija ushbu usullarni birgalikda qo‘llash orqali, ya‘ni integratsiyalashgan himoya tizimi asosida erishiladi.

Xulosa qilib aytganda, yem-xashak ekinlarini zararkunandalardan himoya qilish chorvachilikni barqaror rivojlantirishning muhim sharti hisoblanadi. Zamonaviy agrotexnik, biologik va kimyoviy usullarni uyg‘unlashtirib qo‘llash orqali yuqori hosildorlik va sifatli mahsulot olish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rasulov N.M. – Qishloq xo‘jaligi zararkunandalari. – Toshkent: “Fan va texnologiya” nashriyoti, 2020. – 270 b.
2. Qodirov A.Q. – O‘simlikshunoslik. – Toshkent: “Fan va texnologiya” nashriyoti, 2020. – 320 b.
6. Jo‘rayev M.J. – Agroekologiya. – Toshkent: “O‘qituvchi” nashriyoti, 2019. – 220 b.
7. Xolmatov D.X. – Entomologiya. – Toshkent: “Universitet” nashriyoti, 2017. – 240 b.
8. FAO (Food and Agriculture Organization) – Integrated Pest Management Guidelines. – Rome: FAO Publishing, 2021. – 150 p.

LOVIYA O‘SIMLIGINING BOTANIK BELGILARI.

M.K.Hamroyeva, N.Chariyeva, H.T.Toshpo‘latova, X.A.Xoliqova, A.Abduraximov

Denov tadbitorlik va pedagogika instituti.

O‘zbekiston sharoitida fasol yetishtirish uchun eng maqbul bo‘lgan xududlarni fasolni navlari yoki nav namunalarni ekib o‘rganib aniqlash va fermerlar uchun maqbul bo‘lgan xulosalarni berish zarurdir, buning uchun albatta tajribalar olib b orish va kerakli xulosalarni qilish kun tartibidagi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Loviya, mosh, fasol ekinlari ham shaxsiy xo‘jaliklarda uzluksiz ekilib kelinadi, ammo, ular hisobda yo‘q. Shuningdek, burchoq yasmiq, adas, vika, ko‘k no‘xat ekinlari ham oraliq ekin, chorva mollariga ozuqa sifatida ekilib kelinadi. Dukkakli don ekinlari juda qadimdan markaziy Osiyo mamlakatlarida ekilib kelingan. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2019-yil 29-martdagi “2019 yil hosili uchun qishloq xo‘jaligi ekinlarini oqilona joylashtirish va mahsulot yetishtirishning prognoz xajmlari to‘g‘risida”gi 259-sonli qarori qabul qilindi. Ushbu qarorda belgilanishicha asosiy ekin, ya‘ni kuzgi bug‘doydan bo‘shagan 1091630 ga maydonning 824350 gektariga yoki 75,5 % ga takroriy ekin ekish rejalashtirilgan bo‘lib, shundan qariyb 284067 gektarga dukkakli ekinlar yoki moshni 20638 gektar maydonga ekilishi ko‘zda tutilgan. Bugun respublika dehqonchiligi tub o‘zgarishlar davriga yuz burdi. Prezidentimiz hududlardagi ekologik holatni yaxshilash, yer suv resurslaridan oqilona foydalanishi, tuproq unumdorligini oshirish, ma‘lum xudud sharoitiga mos qishloq xo‘jaligi ekinlarini iqlimlashtirish haqida so‘zlab dukkakli ekinlar maydonlarni kengaytirish kelajakda katta iqtisodiy samara berishini va fermerlar bugungi zamon talabidan kelib chiqib ish yuritishlarini tushuntirdi. *Phaseolus L.* turkumi loviya o‘simliklarining botanik (morfologik, anatomik) va fiziologik xususiyatlarini o‘rganish, ularning hosildorligini oshirish va noqulay muhitga chidamliligini aniqlashga qaratilgan. Tadqiqotlar o‘simlikning ildiz tizimi, poya tuzilishi, barg shakli va gullash davridagi morfologik o‘zgarishlarni tahlil qiladi Fasol yetishtirish uchun eng maqbul xududni tanlab olishda eng avvalo ma‘lum joyning tuproq va iqlim zonasi fasol o‘simligini biologiyasiga mos kelishini o‘rganish zarur bo‘ladi. Markaziy Osiyo aholisi loviyani juda qadimdan oziq-ovqat uchun ishlatib kelgan. Loviya suyuq, ovqatlarga mastava, go‘ja, ugra oshlarga ishlatiladi. Loviya solinib butqa va shirin kulchalar tayyorlanadi. Loviya donidan un tayyorlab javdar yoki bugdoy uniga qo‘shib non tayyorlash mumkin. Toza pishib yetilmagan dukkaklardan konserva sanoati foydalanadi. Loviya juda kaloriyali oziq-ovqat mahsuloti hisoblanadi, 1 kg loviya urug‘ida 3300 kaloriya bor. Loviyadan faqatgina oziq-ovqat sanoatida emas, balki yem-xashak sanoatida ham foydalanish mumkin. Ko‘p miqdorda pichan ko‘k poya beradi. Loviyaning ko‘k poyasi tarkibida oqsil miqdori ko‘p. Loviyadan ko‘kat o‘git sifatida foydalanilganda tuproq unumdorligi ortadi, ayniqsa fizik xossalari o‘zgaradi, og‘ir tuproqlar yengil tuproqlarga aylansa, qumoq tuproqlar zichlashadi. Loviya o‘simligining o‘suv davri qisqa bo‘lgani bilan serxosil o‘simlik hisoblanadi. Loviya – dukkaklilar oilasiga mansub ko‘p yillik don ekini. Ildizi o‘q ildiz, yaxshi rivojlanadi, tuproqqa 1,5-2 m chuqurlikkacha kirib boradi. Ildizida tuganaklar rivojlanadi. Poyasi o‘tsimon shoxlanadi, ayrim turlari chirmashib, 3-4 m. gacha yetadi. Mevasi dukkak, rangi och pushti yoki to‘q jigarrang, qora. Dukkagida 6-12 ta urug‘ bo‘ladi. Urug‘i buyraksimon, rangi oq, sariq, pushti.

Loviya issiqsevar o‘simlik, urug‘i 8-10°C da unib chiqadi. Maysasi 0,5-1°S sovuqda nobud bo‘ladi. Loviya namsevar, unumdor tuproq sharoitlariga talabchan. O‘suv davri 75-120 kunni tashkil etadi. Loviya yormasi oqsilga boy, yuqori kaloriyaga ega bo‘lib, doni tarkibida oqsil 20- 31%, moy 0,7-3,6%, kraxmal 50%, kletchatka 2,3-7,1% tashkil etadi. Poyasi chorva mollari uchun yaxshi ozuqa hisoblanadi. Hosildorligi gektar hisobida 2,5-4,0 tonnaga olinadi.



1-rasm. Loviya donning ko‘rinishi.

Ildizida tuganaklar rivojlanadi. loviyaning ildizi o‘q ildiz, 1,5-2 m chuqurlikka kirib boradi. ildizlarda tuganak bakteriyalar uchraydi. Ildizida yon ildizchalar ham kuchli rivojlangan, ildizning asosiy massasi tuproqning 40 sm chuqurligida joylashadi. Loviyaning gullari shingil holatida bo‘lib, bir qultiqda 2 tadan 12 tagacha gul joylashadi. Gullari yirik oq yoki binafsha rangda bo‘ladi. Barglari uchtalik bo‘ladi. Asosiy o‘g‘it sifatida dukkakli don ekinlariga fosfor va kaliy solinadi. Ular o‘simliklarning rivojlanishi yaxshilash bilan birga, azot to‘plovchi bakteriyalar faoliyatini kuchaytiradi. Ba’zi dukkakli don ekinlari masalan, lyupin, ko‘k no‘xat tuproqdagi qiyin eriydigan fosfatlar tarkibidagi fosforni yaxshi o‘zlashtirishni hisobga olib, ularga fosforit kukunini solish mumkin. Loviya kulga talabchan bo‘lib gektariga 4-6 s kul solinsa hosildorlik sezilarli darajada oshadi. Loviya urug‘larini ekishdan oldin fosforli hamda organik o‘gitlar bilan o‘gitlanib tuproqlar sifatli haydalib tayyorlanishi lozim. Tuproq harorati +12-14 °C bo‘lganda urug‘larni 10-15 santimetr oralig‘ida, 3-5 sm chuqurlikda, qatorlari 60-70 sm kenglikda jo‘yaklar olinib 60x20 yoki 60x15 sm, 70x20 yoki 70x15 sm sxemalarda ekiladi. Bunda bir metr masofaga 5-6 donadan urug‘ ekiladi. Loviya urug‘larini ekishdan oldin iliq suvda 6-12 soat davomida ivitish yoki nitrolin bilan ishlov berilib ekilsa nihollarni unib chiqishini tezlashtiradi. 1 gektar maydonga 40-50 kg meyyorlarda ekiladi.

Xulosa qilib aytish mumkinki, loviya urug‘lari tuproq harorati +12-14 0S bo‘lganda, sifatli tayyorlangan maydonlarga qatororalari 60-70 sm kenglikda jo‘yaklar olinib o‘simliklar oralig‘i 10-15 sm da, 3-5 sm chuqurlikda, 60x20 yoki 60x15 sm, 70x20 yoki 70x15 sm sxemalarda ekish lozim.

ADABIYOTLAR

1. Atabayeva H., Umarov 3., Bo‘riyev H., Do‘stmurodova S., Qurbonov G‘., Alimov A., Rahimov G‘., Massino I., Qodirxo‘jayev O. O‘simlikshunoslik. Darslik. Toshkent “Mehnat”. 2000
2. Yormatova D. Dala ekinlari biologiyasi va yetishtirish texnologiyasi. Darslik, Toshkent, 2000
3. Tadjiev K., Salomova R. (2025). Loviya (*PHASEOLUS*) biologiyasi va yetishtirish texnologiyasi. International Conference On Higher Education Teaching, 2025. 18–20 pp.
4. Toshpo‘latova H. Loviya (*PHASEOLUS L*) turkum vakillarining botanik belgilari va ahamiyati// “Perspectives for the integration of natural sciences” Republican scientific and practical conference November, 2024. 316-317 pp.
5. Loviya ekish va parvarishlash. <https://agronet.uz/loviya-ekish-va-parvarishlash/>

LOVIYA O‘SIMLIGINING BIOLOGIYASI.

M.K.Hamroyeva, N.Chariyeva, H.T.Toshpo‘latova, X.A.Xoliqova, M.Allaberdiyeva.

Denov tadbitkorlik va pedagogika instituti.

Loviya (*Phaseolus*) - dukkaklilar oilasiga mansub bir yillik va ko‘p yillik o‘simliklar, lianalar, chala butalar turkumi; dukkakli don ekini. Tropik va subtropiklarda, asosan, Amerikada 200 dan ortiq turi uchraydi. Jahon dehqonchiligida loviyaning oddiy loviya (*P. vulgaris*) turi (vatani - Markaziy va Janubiy Amerika)da loviya eng ko‘p tapqalgan o‘simlik hisoblanadi. Shuningdek, ko‘pgulli loviya, lima loviyasi, ingichka bargli loviya, osiyo loviyasi, adzuki loviya, guruchsimon loviya va boshqa turlari ham ekiladi. Yer yuzida loviya ekiladigan maydonlar 22 mln.ga (1999).

Hindiston, Braziliya, Xitoyda katta maydonlarda yetishtiriladi. O‘zbekistonda qadimdan oddiy loviya ekiladi. Ildizi - o‘q ildiz, yaxshi rivojlanadi, tuproqqa 1,5–2 m chuqurlikkacha kirib boradi. Ildizida tuganaklar rivojlanadi. Poyasi o‘tsimon, shoxlanadi, ayrim turlari chirmashib, 3–4 m gacha yetadi. Bargi murakkab, toq, patsimon, uch bo‘lakli. Guli ikki jinsli, barg qo‘ltiqlarida bittadan yoki shingil to‘plam hosil qilib joylashadi. Mevasi dukkak, rangi och pushti yoki to‘q jigarrang, qora. Dukkagida 6-12 ta urug‘ bo‘ladi. Urug‘i buyraksimon, rangi oq, sariq, pushti va boshqa rangda. 1000 donasi 50-370 g.



1-rasm. Loviya o‘simligi donining ko‘rinishi. 2-rasm. Loviya o‘simligining ko‘rinishi.

Loviya issiqsevar o‘simlik, urugi kamida 8-10 °C da unib chiqadi. Maysasi - 0,5, - 1,0 °C da nobud bo‘ladi. Maysalanishi uchun 15-18 °C, gullashi uchun eng qulay harorat 18-25 °S, meva hosil qilishi uchun 20-23 °C. loviya namsevar, O‘zbekistonda suvli yerlarga ekiladi. Unumdor tuproq sharoitlariga talabchan. O‘suv davri 75-120 kun. Yormasi oqsilga boy, yuqori kaloriyaga

ega. To‘la pishmagan dukkaklari va donlaridan konserva ishlab chiqariladi. Doni tarkibida 20-31% oqsil, 0,7-3,6% moy, 50-ye kraxmal, 2,3-7,1% kletchatka, alkil kislotalar mavjud. Poyasi chorva mollari uchun yaxshi ozuqa hisoblanadi. Ayrim turlari manzarali o‘simlik sifatida ekiladi. Tuproqni azot bilan boyitadi.

Asosiy ekin tarzida bahor (aprelning oxiri yoki may oyi)da va takroriy ekin sifatida iyun oyida ekiladi. 1 ga maydonga 60-250 kg urug‘lik sarflanadi. Ekish chuq. 3-5 sm. Hosil dukkaklari 75-80% pishganda, dukkaklar kam chatnaydigan vaqtda yig‘iladi, xirmonda quritiladi, tozalanadi. Hosildorligi 25-40 s/ga.

Navlari. O‘zbekistonda sug‘oriladigan yerlarda Navro‘z, Kaxrabo va boshqa navlari ekiladi.

Loviya zararkunandalari: loviya va no‘xat donxo‘rlari; kasalliklardan eng ko‘p zararlaydigani antraknoz va bakterioz.

Loviya ilk bor Markaziy va Janubiy Amerikada yetishtirilgan. Qadimgi mayya va atstek xalqlari loviyani asosiy oziq-ovqat sifatida iste‘mol qilgan. Keyinchalik loviya Yevropa, Osiyo va Afrikaga tarqalgan. Hozirgi kunda Xitoy, Hindiston, Braziliya, Meksika va O‘zbekistonda keng yetishtiriladi. Loviya (*Phaseolus*) dukkakli o‘simliklar oilasiga mansub bo‘lib, insoniyat tomonidan qadimdan iste‘mol qilinib kelinadigan to‘yimli va foydali oziq-ovqat mahsulotidir. Loviya oqsilga boyligi sabab ko‘pincha “o‘simlik go‘шти” deb ataladi. U organizm uchun zarur bo‘lgan vitaminlar, minerallar va kletchatkaga boy.

Loviya o‘simligining botanik belgilari va morfologiyasi. Loviya - bir yillik o‘simlik bo‘lib, dukkak hosil qiladi. Poyasi - tik yoki chirmashib o‘sadi, barglari - uch bargchali, yashil rangda, gullari - oq, pushti yoki binafsha, mevasi - uzun dukkak, donalari - rangiga qarab turlicha bo‘ladi. Loviya o‘simligining turlari: oq loviya – eng ko‘p iste‘mol qilinadi, yumshoq va to‘yimli, qizil loviya - oqsil va temirga boy, qora loviya - antioksidantlarga boy, mosh loviya - tez pishadi, hazmi oson, yashil loviya (*Sparja loviya*) - dukkagi bilan iste‘mol qilinadi.

Loviyaning kimyoviy tarkibi (100 gramm loviyada): Kaloriya - 300-330 kkal (quruq holda), oqsil 20-23 g, Yog‘ 1–2 g, Uglevod 55-60 g, Kletchatka - 15 g.

Vitaminlar: B1, B2, B6 vitaminlari, Folat (B9), E vitamin.

Minerallar: Temir, Magniy, Fosfor, Kaliy, Rux, Kaltsiy.

Loviya o‘simlik oqsiliga boy bo‘lib, mushaklar va organizm uchun foydali. Kletchatka va minerallar yurak-qon tomir tizimini mustahkamlaydi. Temir moddasi gemoglobinni oshirishga yordam beradi. Kletchatka ichak faoliyatini yaxshilaydi, qabziyatni kamaytiradi. Loviya glyukoza darajasini sekin oshiradi va diabetda foydali. To‘yimli bo‘lgani uchun uzoq vaqt ochlikni sezdiradi.

Xom loviya zaharli bo‘lishi mumkin (albatta pishirib iste‘mol qilinadi) Ko‘p iste‘mol qilish ich dam bo‘lishiga olib kelishi mumkin Oshqozoni nozik odamlarga og‘ir bo‘lishi mumkin Buyrak kasalligi borlar me‘yorida iste‘mol qilishi kerak. Loviya - oqsilga boy, to‘yimli va sog‘liq uchun foydali dukkakli o‘simlikdir. U yurak, qon, ichak va umumiy sog‘liq uchun muhim oziq manbai hisoblanadi. Me‘yorida iste‘mol qilinganda organizmni mustahkamlaydi va ko‘plab kasalliklarning oldini oladi.

ADABIYOTLAR

1. Atabayeva H., Umarov 3., Bo‘riyev H., Do‘stmurodova S., Qurbonov G‘., Alimov A., Rahimov G‘., Massino I., Qodirxo‘jayev O. O‘simlikshunoslik. Darslik. Toshkent “Mehnat”. 2000

2. Yormatova D. Dala ekinlari biologiyasi va yetishtirish texnologiyasi. Darslik, Toshkent, 2000
3. Tadjiyev K., Salomova R. (2025). Loviya (*PHASEOLUS*) biologiyasi va yetishtirish texnologiyasi. International Conference On Higher Education Teaching, 2025. 18–20 pp.
4. Toshpo‘latova H. Loviya (*PHASEOLUS L*) turkum vakillarining botanik belgilari va ahamiyati// “Perspectives for the integration of natural sciences” Republican scientific and practical conference November, 2024. 316-317 pp.
5. Loviya ekish va parvarishlash. <https://agronet.uz/loviya-ekish-va-parvarishlash/>

GANODERMA RESINACEUM VA POLYPORUS SQUAMOSUS TURLARINING EKOLOGIK VA BIOTEXNOLOGIK SOLISHTIRMA TAHLILI

Boboxonov Muzaffar, Musurmonova Nilufar

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Zamburug‘lar dunyosida polipor bazidiomitsetlar ekologik jihatdan eng muhim guruhlardan biri hisoblanadi, chunki ular lignotsellyuloza parchalanishida asosiy rol o‘ynaydi. Ayniqsa, *Ganoderma resinaceum* va *Polyporus squamosus* turlari daraxt tanalarini yemiruvchi oq chirish zamburug‘lari sifatida o‘rmon ekotizimlarida modda aylanishini ta‘minlaydi, biroq ular ekologik strategiyasi, ferment tizimi va biotexnologik qo‘llanilish imkoniyatlari bilan sezilarli farqlanadi.

Ganoderma resinaceum ko‘proq issiq va mo‘tadil iqlimli hududlarda uchraydi va asosan qattiq yog‘ochli daraxtlarning ildiz va tanasida parazit yoki saprotrof sifatida rivojlanadi. U ligninni kuchli parchalaydigan lakkaza va peroksidaza fermentlari ishlab chiqarishi bilan ajralib turadi. So‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlarda ushbu turdan olingan bioaktiv komplekslar onkologik terapiyada yordamchi vosita sifatida, shuningdek metabolik kasalliklar profilaktikasida qo‘llash imkoniyatlari bilan o‘rganilmoqda [1,2]. Bu turning biofaol triterpenoidlari va polisaxaridlari metabolik kasalliklar, jumladan semizlik va immun tizimi regulyatsiyasiga ta‘sir ko‘rsatishi mumkinligini ko‘rsatmoqda. Masalan, *G. resinaceum*dan ajratilgan yangi triterpenoid “Resinacein S” energiya almashinuvini kuchaytirish va yog‘ to‘qimasini kamaytirish bilan bog‘liq metabolik ta‘sirlar ko‘rsatganligi aniqlangan [3]. Bundan tashqari, *Ganoderma* turkumining boshqa turlari ham farmatsevtik jihatdan juda yuqori qiymatga ega bo‘lib, polisaxaridlar va triterpenlar immunomodulyator va antioksidant faollik ko‘rsatadi [4]. Shu sababli *G. resinaceum* biotexnologiyada funksional oziq-ovqat, dorivor ekstraktlar va mycelial biomateriallar ishlab chiqarishda istiqbolli obyekt hisoblanadi. Hatto uning mitseliysi asosida “living material” va biokompozitlar yaratish bo‘yicha tajribalar ham mavjud bo‘lib, bu materiallar o‘z-o‘zini tiklash va adaptiv xususiyatlarga ega ekanligi bilan ajralib turadi. Aksincha, *Polyporus squamosus* ko‘proq bahor va yoz faslida uchraydigan saprotrof zamburug‘ bo‘lib, asosan zaiflashgan yoki o‘lik bargli daraxtlarda rivojlanadi. U oq chirish jarayonida ligninni selektiv tarzda parchalaydi va yog‘och strukturasini tez yemiradi. Bu turning ekologik roli o‘rmonlarda tez parchalanish va organik moddalarning qayta aylanishini tezlashtirishdan iborat. Biotexnologik nuqtai nazardan esa *Polyporus squamosus* ferment tizimi (lakkaza, mangan peroksidaza) sanoat chiqindilarini, bo‘yoqlarni va lignotsellyuloz materiallarini biodegradatsiya qilishda qo‘llanilishi mumkinligi bilan qiziqish uyg‘otadi. Oqartiruvchi va biopulping jarayonlarida oq chirish zamburug‘lari, jumladan *Ceriporiopsis* va yaqin turlar, lignin parchalanishini sezilarli darajada tezlashtirishi va kimyoviy reagentlar sarfini kamaytirishi mumkinligi aniqlangan [5].

Ekologik jihatdan taqqoslaganda, *G. resinaceum* ko‘proq sekin o‘sovchi, uzoq muddatli substrat kolonizatori bo‘lsa, *C. squamosus* tez o‘sovchi va opportunistik saprotrof hisoblanadi. Bu farq ularning fermentativ strategiyasida ham aks etadi: *Ganoderma* turlari ko‘proq bioaktiv metabolitlar ishlab chiqarishga yo‘naltirilgan bo‘lsa, *Ceriporus* turlari tez parchalanish va lignin degradatsiyasiga moslashgan. Shu sababli *Ganoderma* turlari farmatsevtika va biomeditsina yo‘nalishida, *Ceriporus* esa ekologik bioremediatsiya va sanoat biotexnologiyasida ko‘proq qo‘llaniladi. So‘nggi yillarda olib borilgan tadqiqotlar *Ganoderma* turkumining biotexnologik salohiyati juda yuqori ekanligini tasdiqlamoqda: ular bioyoqilg‘i ishlab chiqarish, lignotsellyuloz chiqindilarni qayta ishlash va hatto 3D bioprinting materiallarida qo‘llanilmoqda [6]. Shu bilan birga, *Ceriporus* va unga yaqin oq chirish zamburug‘lari ekologik muhandislikda, xususan, ifloslangan suv va tuproqni tozalash jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi.

Xulosa qilib aytganda, *Ganoderma resinaceum* va *Polyporus squamosus* bir xil ekologik funksional guruhga mansub bo‘lsa-da, ularning metabolik yo‘nalishi va biotexnologik qiymati keskin

farq qiladi: biri farmatsevtik va bioaktiv moddalarga boy “metabolik ishlab chiqaruvchi” bo‘lsa, ikkinchisi esa tezkor lignin degradatori sifatida ekologik tozalash tizimlarida muhim ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR

1. Al Qutaibi, M., & Kagne, SR (2026). Saraton va diabetda umumiy mexanik yo‘llarni nishonga oluvchi qo‘ziqorinlardan olingan bioaktiv birikmalar: keng qamrovli sharh. *Cogent Food & Agriculture*, 12 (1). <https://doi.org/10.1080/23311932.2026.2643004>
2. Wasser S. P. (2011). Current findings, future trends, and unsolved problems in studies of medicinal mushrooms. *Applied microbiology and biotechnology*, 89(5), 1323–1332. <https://doi.org/10.1007/s00253-010-3067-4>
3. Wei, G., Shen, F. J., Liu, J. L., Zhao, J. H., Xie, R. R., Lu, J., Zhang, C. Y., Wang, Y., Shi, T. T., Yang, F. Y., Chen, S. Q., Huang, Y. J., & Yang, J. K. (2025). Resinacein S, a novel triterpenoid from functional mushroom *Ganoderma resinaceum*, curbs obesity by regulating thermogenesis and energy metabolism. *Journal of food science*, 90(4), e70161. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.70161>
4. Wang, M., Li, D., Gao, X., Wang, X., Zhang, L., Ding, J., ... & Gong, J. (2025). The research progress of *Ganoderma* as a medicinal and edible product. *Food Bioscience*, 71, 107055.
5. Mendonça, R. T., Jara, J. F., González, V., Elissetche, J. P., & Freer, J. (2008). Evaluation of the white-rot fungi *Ganoderma australe* and *Ceriporiopsis subvermisporea* in biotechnological applications. *Journal of industrial microbiology & biotechnology*, 35(11), 1323–1330. <https://doi.org/10.1007/s10295-008-0414-x>
6. Asad, S., Gu, P., Peng, C., Huang, H., Jiang, F., Patabedige, N., ... Hapuarachchi, K. K. (2025). Biotechnological potential of *Ganoderma* species: current progress and future prospects. *New Zealand Journal of Botany*, 63(5), 2410–2469. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2024.2376924>

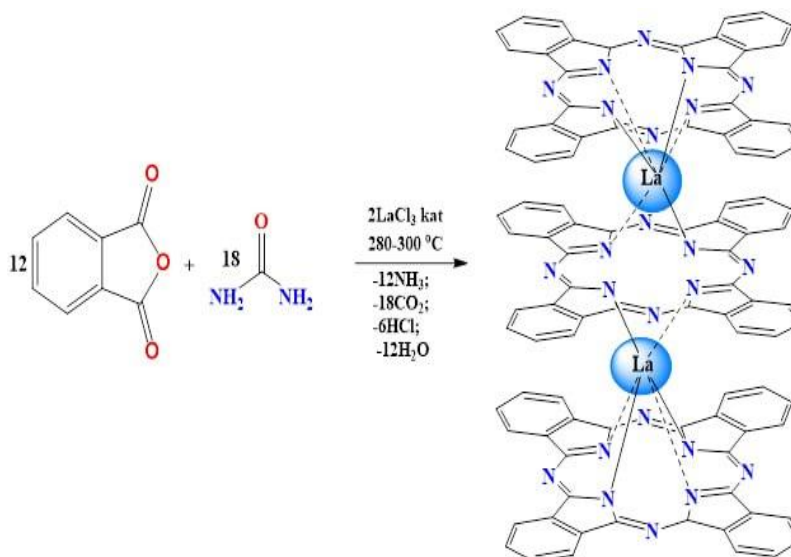
TARKIBIDA LANTAN SAQLAGAN FTALOSIANIN BO‘YOQ MODDASINING SINTEZI

D. Shukurov, Sh. Eshmurodov, Z. Saidova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Ftalosiyenin asosidagi metalokompleks birikmalar sintetik bo‘yoqlar, qoplamalar va plastmassalar uchun yuqori intinsiv pigment sifatida an’anaviy qo‘llanilishidan tashqari gaz sezgir analizatorlari uchun datchik, elektrotexnika qurilmalari uchun optika materiallari, tandem hamda bo‘yoq sezgir quyosh elementlarida, suyuq kristall displeylar uchun bo‘yoqlar, rak va boshqa kasalliklarni fotodinamik davolash uchun fotosensibilizatorlar kabi turli xil fotokimyoviy qo‘llanmalar uchun katalizator sifatida ishlatilmoqda [1].

Ftalosiyeninlarga bo‘lgan talab, bir tomondan, ularning ishlatilish sohaslarining ko‘pligi hisobiga, ikkinchi tomondan, u fizik-kimyoviy xususiyatlarning muvaffaqiyatli kombinatsiyasini tufayli ko‘rinadigan va yaqin infraqizil nurlanish uchun sezgir, yuqori termik va kimyoviy va fotobarqaror yarimo‘tkazgich materiallar hizoblanadi [2]. Ftalosianin xalqalariga ion guruhlarining (karboksil, sulfo va fosfonat) o‘rinbosar sifatida kiritilishi suvli muhitda eriydigan birikmalar ishlab chiqarish imkonini beradi, bu esa tibbiyot qo‘llanmalar, ayniqsa fotodinamik va katalitik saraton terapiyasi uchun juda muhimdir [3]. Hozirgi kunda fthalosianin asosidagi metalokompleks pigmentlarning juda ko‘plab vakillari sintez qilinmoqda. Jumladan, tarkibida 3d-metallari hamda ishqoriy yer metallari saqlagan fthalosianin pigmentlari sintezlari amalga oshirilgan. Ammo, lantanoidlar sinfining metallari bilan fthalosianin pigmentlari hali unchalik ko‘p sintezi amalga oshirilmaga. Ushbu tadqiqotimizda lantanoidlar sinfining birinchi vakili hisoblangan lantan tuzi ishtirokida fthalosianin fthalosianin pigmenti sintezi amalga oshirildi. Reaksiyada boshlang‘ich reagentlar miqdori tegishli nisbat qilib olindi. Qizdirish pechidagi harorat kerakli darajaga yetganda stakandagi reaksiyon aralashma pechga solindi. Quyida lantan fthalosianin yarimo‘tkazgich pigmentining xosil bo‘lish reaksiyasining taxminiy reaksiya tenglamasi quyidagi 1-rasmda keltirildi.



1-rasm. Lantan fthalosianin pigmentining xosil bo‘lish reaksiya tenglamasi.

Jarayonning oxirida, qo‘shimcha tozalash, eritish va neytrallash jarayonidan so‘ng to‘q yashil rangli kristallar paydo bo‘lib stakan tagiga cho‘ka boshladi. Olingan cho‘kma Byuxner voronkasida filtrlab, bir necha marotaba distillangan suv va ammiak eritmasi bilan yuvib olinadi. Yuvib olingan

mahsulotni quritish pechida 60 °C haroratda 24 soat davomida qo‘yib quritildi. Olingan maxsulotning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlash uchun tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Allen, M., Sharman, W. M. and Van Lier, J. E. (2001) Current status of phthalocyanines in photodynamic therapy of cancer, *Journal of Porphyrins and Phthalocyanines*, 5, 161-169.
2. Dresselhaus, M. S. and Thomas, I. L. (2001) Alternative energy technologies. *Nature*, 414, 332–337.
3. Turaev Kh. Kh, Shukurov D Kh, Djalilov A.T, Karimov M.U, "New Review of Dye Sensitive Solar Cells," *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)*, vol. 69, no. 9, pp. 265-271, 2021.

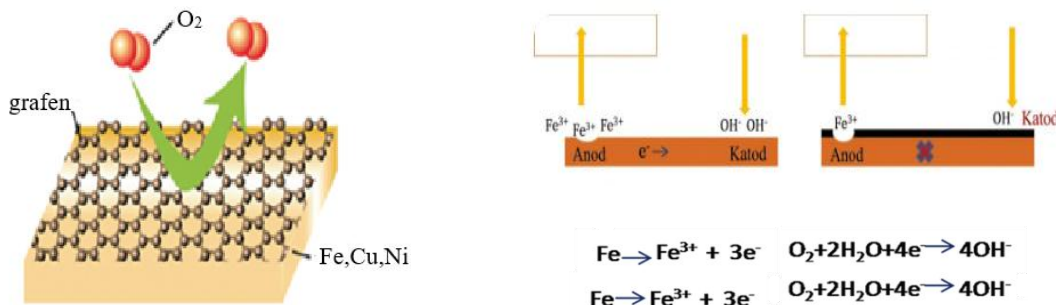
GRAFEN OKSIDINING ANTIKARROZION QOPLAMA MATERIALLAR OLISHDAGI AHAMIYATI

D. Shukurov, R.Elboyev, S.Mamatova. Sh. Fayziyeva

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Grafen oksidini sintezi uchun xom ashyo nisbatan arzon va uning sintezi uchun murakkab texnologik jaron talab qilinmaydi. Biroq, korroziyaga chidamli metall qotishmalardan tayyorlangan reaktorlar kerak bo'ladi. Hozirgi kunda shunday ishlab-chiqarish reaktorlarini ishlash davrini uzaytirish uchun grafen oksidiga asoslangan antikorrozion kompozit materiallar yaratish muhim amaliy ahamiyat kasb etadi. Grafen oksidini ishlab chiqarishning eng ahamiyatli to'rtta asosiy usuli mavjud bo'lib, ularning barchasi kuchli mineral kislotalarning suvli eritmasida (masalan, kons sulfat kislota) yuqori faol oksidlovchi moddalar ishtirokida grafit kukunlarini oksidlash jarayoniga asoslanadi. Ushbu usullar Staudenmaier, Gofmann, Brody va Hummers usullari nomi bilan tanilgan bo'lib ularning turli modifikatsiyalari mavjud [1].

Grafen juda katta o'ziga xos katta sirt maydoni, termik jihatidan barqaror va juda yuqori o'tkazuvchanlik kabi xususiyatlarga ega [2]. Korroziyaga qarshi qoplamalardagi grafenning korroziyaga qarshi mexanizmini quyidagicha tavsiflash mumkin: Yaxshi tarqalgan qatlamli grafen oksidi asosidagi antikorrozion qoplama metal qotishma yuzasidagi bo'shliqlarni to'ldiradi va labirint to'siq effektini hosil qiladi. Bu qoplamadagi pufakchalar yoki yoriqlarning yanada kengayishiga yo'l qo'ymaydi va korrozion muhitning diffuziya yo'lini kamaytiradi natijada, metall matritsaning korroziya tezligini pasaytiradi. Grafen oksidi suv bilan katta aloqa burchagiga va yaxshi gidrofoblikka ega, bu esa atrof-muhitdagi namlik, xlorid ionlari va kislorodning o'tish harakatini to'sib qo'yadi va shu bilan korroziyaga qarshi rol o'ynaydi. Shuningdek, grafen asosidagi kompozitsion materiallar ajoyib o'tkazuvchanligi dengiz suvidagi metallarning anod korroziya reaksiyasiga to'sqinlik qilishi va natijada elektrokimyoviy korroziya tezligini pasaytiradi (1-rasm).



1-rasm. Grafen asosidagi antikorrozion qoplamaning korroziyaga qarshi mexanizmi.

Grafen antikorroziya qoplamasi bilan qoplangan metall korroziyaga uchraganda grafenning mavjudligi anoddagi Fe kationi tomonidan yo'qotilgan elektronlarni qoplama yuzasiga tezda o'tkazadi va katodda reaksiyani qoplama yuzasiga o'tkazadi. Shu tarzda, katod reaksiyasi natijasida hosil bo'lgan OH^- va anoddagi reaksiya natijasida hosil bo'lgan Fe^{3+} yangi moddalar hosil bo'lishining oldini oladi. Fe^{3+} reaksiyada ishtirok etmaydi va anodda doimiy ravishda to'planib qoladi hamda shu bilan Fe ning korroziyasini kamaytiradi.

ADABIYOTLAR

1. Sheng X X, Cai W X, Zhong L, et al. Synthesis of functionalized graphene/polyaniline nanocomposites with effective synergistic reinforcement on anticorrosion [J]. Ind. Eng. Chem. Res., 2016, 55:8576.
2. D.X.Shukurov Turayev X.X., Karimov M.U., Djalilov A.T.Study of synthesized graphene oxide. Samarqand davlat universiteti ilmiy tadqiqotlar axborotnomasi.– 2021. Maxsus soni. – B. 50-51.

SYRINGA VULGARIS L. NING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI

D. Sodiqova, M. Xoliqulova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Syringa vulgaris (oddiy nastarin) - bu bahorda xushbo‘y gullaydigan, ko‘pincha bezak sifatida ekiladigan katta buta yoki kichik daraxt bo‘lib, asosan Bolqon yarim orolida paydo bo‘lgan va hozir Yevropa, Osiyo hamda Shimoliy Amerikada keng tarqalgan. U nafaqat go‘zalligi, balki dorivor xususiyatlari bilan ham qadrlanadi.

Turning tabiiy areali Markaziy va Janubiy Yevropaning tog‘li hududlarini qamrab oladi. Oddiy sirenning vatani Kichik Osiyo (Karpas, Bolqon yarim oroli) hisoblanadi. O‘rmon chekkalari, qoyali jarliklar va ohaktoshli yalangliklarida o‘sadi. Rossiyada turning areali butun mamlakatning o‘rmon va o‘rmon-dasht zonalarini qamrab oladi. U Yevropaga birinchi marta 1563-yilda Konstantinopoldan A.Bazbek tomonidan olib kelingan. Rossiyada siren XVIII asrning boshlarida paydo bo‘lgan. Bu turning XVIII asrning 30-yillarida Peterburgning dorixona bog‘ida yetishtirilgani haqida ma‘lumot bor. Shu vaqtdan boshlab Rossiya hududida oddiy siren asta-sekin tarqala boshladi.

Nastarin O‘zbekistonga madaniy manzarali o‘simlik sifatida XIX–XX asrlarda introduksiya qilingan [4]. Hozirda u nafaqat shahar bog‘lari va xiyobonlarda, balki ko‘plab uy hovlilarida ham uchraydi. Bahor faslida gullashi bilan O‘zbekistonning ko‘plab hududlarida estetik va madaniy ahamiyat kasb etadi.

Nastarin (*Syringa*) - zaytundoshlar oilasiga mansub daraxtsimon buta. O‘simlikning vatani Osiyo va Yevropaning janubi-sharqiy tomoni. Yovvoyi holda Yevrosiyaning tog‘li hududlarida uchraydi. Turkum vakillarining 36 ga yaqin turi va 200 ta navi ma‘lum.

Oddiy siren (*Syringa vulgaris* L.) - bo‘yi 2 metrdan 8 metrgacha. Barglari chiroyli, sersuv ko‘rinishga ega, erta ko‘karishi bilan ajralib turadi. Binafsha, oq yoki pushti rangli xushbo‘y gullar chiqaradi. Barglar to‘kilishdan oldin rangini o‘zgartirmaydi.

Barglari oddiy qarama-qarshi, cho‘zinchoq (3 sm atrofida) bandda turadi. Ular oddiy, uzunligi 4-6 sm ga yetadi, asosi, odatda, yuraksimon, kamdan-kam hollarda to‘g‘ri kesilgan. Barglari zich tuzilgan, yuzasi silliq, uchi o‘tkirlashgan, cheti yaxlit. Ko‘pgina xazonrezgi o‘simliklardan farqli o‘laroq, siren barglari kuzda sarg‘aymaydi, yashil rangda to‘kiladi [5].



1-rasm. *Syringa vulgaris* L. ning umumiy ko‘rinishi.

Gullari binafsha, to‘q binafsha yoki oq rangdagi mayda xushbo‘y bo‘lib, piramidal shaklga ega bo‘lgan ajoyib shingil to‘pgullariga to‘plangan. Ular yuqoriga yo‘naltirilgan yoki ajoyib tarzda pastga egilgan bo‘lishi mumkin.

O‘simlik bahorning oxirida (may) gullay boshlaydi. Taxminan 2 hafta davomida to‘pgullar yangiligini saqlaydi va to‘kilmaydi.

Barglari tuxumsimon, bandli, 2-3 sm uzunlikda, oddiy. Asosi yuraksimon yoki ponasimon (1). Barg plastinkalari tuksiz yoki bahorda kam tukli, qalin, kuzda qo‘ng‘ir tusli.

To‘pgullari yuqoriga yon yoki uchki kurtaklardan hosil bo‘lgan piramidasimon ro‘vakchalar (2). Ulardagi gullar halqa shaklida joylashadi (3). Kosachasi qo‘ng‘iroqsimon, 4 tishli, tishlari orasida yoysimon o‘yiq-lari bor, ko‘pincha tukli. Tojbargi binafsha-ko‘k, naysimon-g‘ildiraksimon, 4 ta ellipssimon bo‘lakli (5). Changchisi 2 toj og‘zida sariq changdonlari bor. Tugunchasi 2 uyali, 2 tumshuqchali.

Mevasi - yassi, cho‘zinchoq, o‘tkir uchli ko‘sakcha, uzunligi 1 sm atrofida (5), har bir uyada 2 tadan urug‘ bo‘ladi. Urug‘i 3 qirrali, yassi, qizg‘ish yoki sariq-qo‘ng‘ir, qanoti ensiz bo‘lib, urug‘ni to‘liq yoki qisman o‘rab turadi. Mevasi sentyabr-oktyabr oylarida pishadi.

Siren barglari ham, gullari ham tabiiy shibobaxsh hisoblanadi. Bo‘g‘imlardagi og‘riqlar, artrit, podagra, buyrakning yallig‘lanish jarayonlarini davolashda ishlatiladi, shuningdek, nastarin damlamalari va qaynatmalari isitma tushiruvchi, og‘riq qoldiruvchi va tutqanoqqa qarshi vosita sifatida qo‘llaniladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tóth G. et al. Characterization of antioxidant phenolics in *Syringa vulgaris* L. flowers and fruits by HPLC-DAD-ESI-MS //Biomedical chromatography. – 2016. - T. 30. - №. 6. C. 923-932.
2. Gabryszewska E. et al. Effect of various levels of sucrose, nitrogen salts and temperature on the growth and development of *Syringa vulgaris* L. shoots in vitro //J. Fruit Ornam. Plant Res. – 2011. – T. 19. – №. 2. – C. 133-148.
3. L.H. Yoziyev, Sh.A. Samatova. Manzarali o‘simliklar / Darslik / Qarshi: -"Sharq" nashriyoti, 2023. – 335 b.
4. D.Sodiqova., M.Xalmuratov., M.Hamroyeva va boshqalar. Botanika tadqiqot usullari /o‘quv qo‘llanma/ Toshkent - “Innovatsiyo-ziyo” nashriyoti 2023.-131b.

MAXSAR (*Carthamus tinctorius* L) O`SIMLIGI VA UNING AMALIY AHAMIYATI

M. Xalmuratov, E. Anorova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O`zbekiston

Sistematikasi. Maxsar murakkabguldoshlar Aseraceae oilasiga va *Carthamus tinctorius* avlodiga va turiga mansub.

Maxsar bir yillik o`simlik bo`lib, o`sinh davri o`rtacha 130-150 kun. Haddan tashqari shoxlanuvchi o`tsimon va tuya tikaniga o`xshash bu o`simlikning urug`lari kichik kungaboqarga o`xshaydi. Ildizi 2-3 metrcha chuqurlikka kirib boradigan o`qildiz tuzilishiga ega bo`lib shoxlangan. Ildizlarning chuqurlikka yetib borish xususiyati o`simlikka tuproqning katta qismidan suv va ozuqa moddalarini o`zlashtirish imkoniyatini yaratib beradi.

Poyasi tuksiz, sershox, baquvvat silindrsimon tuzilishga ega. O`simlik bo`yi nav xususiyati va yetishtirish agrotexnikasiga bog`liq holda 80-120 sm ga yetadi. Asosiy poyada 15-20 sm uzunlikda yon shoxlar vujudga keladi. Barglari bandsiz, tuksiz, lansetsimon, kengligi 2,5-5 sm uzunligi esa 10-15 sm atrofida o`zgaradi. Barglar tananing pastki qismida odatda katta bo`ladi. Gullarning atrofni o`rab olgan qaychi barglari tuxum shaklida va qattiq tuzilishga ega.

Barglardagi tikanlilik turga xos xususiyat bo`lib tikanli turlarda pastdan tepaga qarab ko`payadi. Maxsarning gul tuzilishi kungaboqar o`simligiga o`xshaydi. Odatda gular doirasimon, yassi savatcha shakliga ega. Gul savatchasi asosiy poya va shoxlarning uch qismidan chiqadi. Birlamchi shoxlar ikkilamchi shoxlarga nisbatan erta gullaydi.

Gullash o`simlikning asosiy poya uchidagi gullarda boshlaydi va uning ortidan yetilgan birlamchi shoxlar davom ettiradi, ortidan esa ikkilamchi va uchinchi darajali shoxlar gullaydi. O`simlikda jami gullash davri 10-40 kun atrofida o`zgarib turadi. Bu davrning uzunligi atrof-muhit sharoiti tufaylidir. Savatcha hajmi 1, 25 - 4 sm oralig`ida o`zgaradi. O`simlikdagi savatcha soni esa 5-50 ta atrofida bo`ladi. Gullash odatda savatchaning chetlaridan boshlaydi va markazga qarab boradi bir savatchada gullash 3-5 kun oralig`ida bo`ladi. Urug`i qalin qattiq va tolali meva po`stlog`iga ega. Odatda donida po`stloq miqdori 50% atrofida bo`ladi. Urug` po`stlog`ining rangi oq rangi hisoblanadi. Meva po`stlog`ida tikan bo`lmasligi bilan birgalikda ba`zi tikanli turlarda nozik kam tikanni uchratish mumkin. 1000 dona urug` vazni esa 40-50 gr oralig`ida bo`ladi.

Maxsar Markaziy Osiyoda keng tarqalgan moyli ekin bo`lib, qurg`oqchilikka chidamli hisoblanadi. Maxsar O`zbekistonda ham moyli ekin sifatida ekiladi. O`simlikning urug`lari tarkibida 25 - 45% yarim quriydigan moy mavjud. Moyi oziq-ovqatda margarin tayyorlashda foydalaniladi. Maxsar urug`i tarkibida oqsil va yog` mavjud.

Urug`i va tanasida chorva hayvonlari uchun to`yimli kunjara olish mumkin. Yog`ning olinishidan keyin qoladigan oqsilga boy maxsar kunjarasi sigir, qo`y va qo`zilarni boqishda qo`shimcha yem sifatida ishlatiladi. Kunjarasini ozuqa rasioniga aralashtirilib chorva hayvonlariga berish mumkin. O`simlikning gullaridan esa ikki xil rang moddasi olinadi. Birinchisi suvda eriydigan sariq rangni beruvchi qolgani esa spirtida eriydigan qizil rangni beruvchi modda hisoblanadi.

Guldagi bu rang moddalari ozuqa va mato bo`yashda ishlatiladi. Gullari tarkibida glikozidlar, magniy, temir va boshqa minerallarni o`z ichiga oladi. Gullaridan glikozidlarni ajratib olishda 100-110

kunlik gullarini terib olinadi. Gullarini laboratoriya sharoitida ekstraksiya qilish orqali gullarini atsetonga solib summarniy usulda ajratib olinadi. Gullari tarkibida glikozidlar bolganligi sababli glukozani pasaytruvchi Aglokon va Genin moddalari mavjud. Amerikalik olimlar Saflor gulini hujayralarini o'zgartirishga erishishdi. Songra gul insulinini asosi bolgan Proinsulin ishlab chiqara boshladi. Proinsullinni kimyoviy ishlov berish orqali insulin olish mumkun. Saflor o' simligidan insulinini olishdan asosiy maqsad insulinning arzonligi boladi.

Urug' ning tarkibida 17-37% yarim quriydigan oq sariq rangli moy bo'ladi. Po'sti tozalangan urug'dan olingan moy o'zining ta'm sifati bo'yicha kungaboqar moyidan qolishmaydi. Moyi oziq-ovqat uchun margarin tayyorlashda, shuningdek, u texnik ahamiyatga ega bo'lib, alifmoy, linoleum, sovun va boshqa mahsulotlar olinadi.

Kunjarasi achchiq bo'ladi. Shuning uchun o'g'it sifatida ishlatiladi. Lalmi yerlarda pichan, ko'kat va silos uchun ekiladi, uni tuyalar, qo'ylar va qoramol yaxshi ozuqa sifatida istemol qiladi. Bundan tashqari Maxsar ekilgan maydon qorakol qo'ylari uchun yaxshi yaylov hisoblanadi.

Maxsarning vatani Afg'oniston. U Hindistonda, Birlashgan Arab Amirligi, Eron, O'rta va Janubiy Amerikada ekiladi. O'zbekistonda 1998-yil 40.38 ming gektarga ekilgan. Qurg'oqchilikka chidamli bo'ganligi uchun u lalmi yerlarda keng tarqalgan. Maxsar quruq continental iqlim o'simligi, qurg'oqchilikka va juda isiqqa chidamli.

Demak Maxsar o'simligini qurg'ochilikka chidamli o'simlik sifatida Pespublikamizning janubiy viloyatlarida yetishtirishni yo'lga qo'yish suv bilan ta'milanishi qiyin bo'lgan hududlar uchun eng yaxshi yechimlardan biridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Atabayeva X.N. Xudayqulov J.B., —O'simlikshunoslikl, —Fan va texnologiyalar nashriyoti, Toshkent-2018 b. 199-206.
2. Уралов А.И., Печеницын В.П. Зависимость семенной продуктивности луковичных видов *Allium L.* от количества листьев на генеративном побеге. Доклады АН РУз. 2015. 74-77 с.
3. Yormatova D.Yo., Xushvaqтова X.S. —Moyli ekinlarl, Zarafshon-2008.
4. Atabayeva X.N., Yuldasheva Z.K. —Moyli ekinlar biologiyasining ilmiy asoslari va yetishtirishda innovation texnologiyalarl O'zR Fanlar akademiyasi Asosiy kutubxonasi. Toshkent-2019 44 100 kitob to'plami.
5. Уралов А.И. В.П. Печеницын. Структурные особенности и возрастные изменения клонов *Allium stipitatum Regel (Alliaceae)* Ботанический журнал. – Санкт-Петербург, 2018. – Т 103. №1 – С. 94-110.
6. Khan M.A., Ahmad S., Hussain N. (2021). Morphological and physiological traits of safflower under stress conditions. *Journal of Plant Science*, 9(2), 45–52.

PAVLOVNIYA O‘SIMLIGINING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI

D. Sodiqova, Sh. Xo‘jamurodova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Mamlakatimiz shaharlari va aholi punktlarini ko‘kalamzorlashtirish hamda bugungi kundagi holatini yaxshilash va iqlimlashtirilgan o‘simliklarni muhofaza qilish dolzarb muammolardan xisoblanadi. Chunki ko‘kalamzorlashtirish atrof-muhitning sanitariya gigiena holatini yaxshilashda, shamol kuchini pasaytirishda, shovqinni kamaytirishda, havoni tozalashda va uni mo‘tadillashtirishda muhim ahamiyatga ega [1]. Bugungi kunda ko‘kalamzorlashtirishda muhim ahamiyatga ega bo‘lgan istiqbolli o‘simliklarning morfologik, biologik va o‘ziga xos bo‘lgan ekologik xususiyatlarni o‘rganish ushbu o‘simlikni Termiz shahri iqlim sharoitidagi aholi manzilgohlarida ko‘paytirishga va ulardan keng foydalanishga imkon beradi [2], [3].

O‘simlikning botanik tavsifi. Hozirgi davrda o‘simliklar introduksiyasining ahamiyati kamaymasdan, balki ilgorigidek sayyoramiz o‘simliklari resurslarini o‘zlashtirishning yangi istiqbollarini ochib bermoqda. Ertapishar, serhosil, turli kasallik va zararkunandalarga chidamli, mahalliy tuproq-iqlim sharoitlariga moslashgan va boshqa foydali xo‘jalik belgilariga ega o‘simliklarni tanlash va sinash jarayonlarida ham o‘simliklar introduksiyasining o‘rni beqiyosdir. Introduksiya qilinayotgan Pavlovniyaning individual taraqqiyotini, ya‘ni o‘sishi va rivojlanishini ontogenezda o‘rganish katta ahamiyatga ega. Bu o‘simlikning ontogenezi Surxondaryo viloyati sharoitida o‘rganilmagan Yangi o‘simliklarni o‘rganish, o‘stirish usullarini ishlab chiqish uchun zarur bulgan individual taraqqiyoti to‘g‘risida ma’lumotlar keltirildi. Pavlovniyaning o‘sish va rivojlanishi, vegetativ organlarining moslashish belgilari, bioekologiyasi, shuningdek O‘zbekiston sharoitida o‘stirishga oid ma’lumotlar kam uchraydi. Har qanday o‘simlik ontogenezida qator morfologik, anatomik, fiziologik va bioximik o‘zgarishlarga o‘chraydi

Shunday o‘simliklar jumlasiga Paulownia catalpifolia, paulownia elongata, paulownia fargesii, paulownia fortunei, paulownia kawakamii, paulownia tomentosa, Paulownia Shan Tong. va boshqalar daraxtlar kiradi.

Shan Tong duragayi va eng ommaviy bo‘lgan eski N1 Yuza navini aynan o‘xshash xududlarda yetishtirilib olingan qiyosiy ma’lumotlar Shan Tong duragayi o‘rtacha hajmi eski N1 Yuza navi hajmiga nisbatan 63.7% foizga yuqoriligini ko‘rsatgan. Shuningdek Shan Tong kesilgandan keyin tez qayta tiklanib o‘sa boshlaydi, shu bois kesishlar orasidagi davr Pavlovniyaning boshqa turlariga qaraganda qisqa bo‘ladi.



1-rasm. Pavlovniya ko‘chatlari.

Kasalliklarga va hasharotlarga chidamlilik, tez o'sishi yuqori sifatli Pavlovniya plantatsiyalarini yaratishda eng muhim ko'rsatkichdir. Pavlovniya yog'ochida tanin to'planib, uni termitlar va maydalagich hashoratlariga chidamli qiladi. Shahar sharoitida yaxshi. Dala sinovlari natijalari 7 yil o'stirilgan Shan Tongda kasallanish darajasi Pavlovniyaning boshqa turlariga nisbatan past ekanligi kuzatilgan. Bir necha yil o'tkazilgan tajriba natijalari ShanTong navining parazit-hasharotlar - barg to'kuvchi, yog'och qurti, yerosti hasharotlariga qarshi boshqa turlarga nisbatan chidamliligini ko'rsatgan.

Shan Tong navining tanasi to'g'ri, yuqori bo'yli, yog'ochi bo'sh, yuqori sifatlidir. Shan Tong tojining uzunchoqligi bilan Tomentoza turidan butunlay farq qiladi, Tomentoza turining toji konussimonidir. Xitoyda individual ravishda 7 yil davomida o'sgan Shan Tong daraxtining yog'och chiqishi 0.4-0.8 m³gacha yetgan, bu ko'rsatkich Pavlovniyaning boshqa turlaridan 42 - 96 % ga ko'p demakdir.

Shan Tong navining ota-ona formalari P.fortuney va P.tomentoza Xitoyning 3 ta asosiy arealida yovvoyi va sun'iy plantatsiyalarida keng tarqalgan va ular shu xududlarga moslashgan. Shan Tong navida har ikki shaklning eng yaxshi genlari mujassamlashganligi tufayli, u har xil xududlarga yanada ko'proq moslashuvchandir, hatto ota-ona shakllari o'smaydigan joylarda ham o'sishi mumkin. Ko'p yillik amaliyot shuni ko'rsatdiki, Shan Tong nafaqat Xitoyning yangi shimoliy xududlarida, balki AQSh, Germaniya, Bolgariya, Eron, Nepal, Vetnam, Birma, Laos, Uganda, Indoneziya, Rossiya va O'zbekistanda ham yetishtirilishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, Paulownia Tomentosa, Paulownia Shan Tong larning qurg'oqchil va sovuqqa bardoshli ekanligi hamda urug' unuvchanligi yuqori. Paulownia Siebold ning sho'rli yerga ham bardoshli ekan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Печеницын В.П., Эркебаев Т.К. Способ определения санитарно- гигиенических свойств древесных растений. Патент. №3429.1994.
2. Ёзиев Л.Х. Опыт интродукции древесных растений в Южный Узбекистан. Ташкент: Фан, 2001. 210 с.
3. Sodikova D. G. et al. Ecology of micromycetes of higher plants of the Denov Arbortory //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 105. – C. 06003
4. Ziyoda, S., & Zarnigor, Q. Z. (2025). Pavloniya daraxtini o'zbekistonda yetishtirish, ko'paytirish va uning iqtisodiy samaradorligini oshirish. Pedagogik islohotlar va ularning yechimlari, 17(02), 546-548.
5. Umirzakovich, M. M., & Umirzokovna, M. D. Some Bioecological Features Paulownia Tomentosa and Chitalpa Tashkentensis, Which Provide a Prospective View in Samarkand City. JournalNX, 1181-1184.

CAPPARIS SPINOSA L. O‘SIMLIGINING FOYDALI XUSUSIYATLARI

D. Sodiqova, S. Xusanova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Kovar, kovul o‘simligi (*Carraris spinosa*) yovvoyi holda respublikamizni dasht va cho‘l mintaqalarida o‘sadi. Bu tur o‘simlik kichik maydonlarda Fransiya, Ispaniya, Italiya va Shimoliy Amerikada, hamdo‘stlik mamlakatlardan Gruziya va Ozarbayjon davlatlarida uchratilishi va ulardan turli mahsulotlar tayyorlanishi ayrim manbalardan ma’lum. Xalq tabobatida bu tur o‘simlikni barcha qismlari turli kasalliklarni davolash maqsadida foydalanib kelingan. Tibbiyot rivojlanib davolash usullari zamonaviy texnika va kimyoviy dori-darmonlar ishlab chiqarilishi va foydalana boshlangandan so‘ng bunday tabiiy dorivor o‘simliklarga ehtiyoj qolmagan. 1955 yilda tibbiyotda birinchi marta Himolay Drak Kompaniyasi tomonidan jigar kasalliklarni davolash uchun Liv-52 preparati ishlab chiqilib sinovdan o‘tkazilgan va hozirda u tibbiyotda samarali foydalaniladi.

Tikanli kovul *Capparidacea* oilasiga mansub ko‘p yillik o‘tsimon, lianasimon o‘simlik, bo‘yi 2,5 m gacha yetadi. Barglari yumaloq, teskari tuxumsimon yoki ellipssimon, poya va shoxlarda ketma-ket yo‘l-yo‘l bo‘lib joylashadi. Yirik to‘rt yaproqli oq gullari barg qo‘ltig‘ida joylashgan uzun yo‘l-yo‘l. Mevasi ko‘p urug‘li, teskari tuxumsimon, sersuv, ho‘l mevani eslatuvchi tikanli kovul may-iyun oylarida gullaydi. Mevalari iyul-avgust oylarida pishadi [5]

Capparis spinosa - xalq orasida kapers yoki kapers butasi deb ataladigan o‘simlik bo‘lib, asosan issiq va qurg‘oqchil hududlarda o‘sadi. Bu o‘simlik *Capparaceae* oilasiga mansub bo‘lib, O‘rta yer dengizi mintaqasi, Markaziy Osiyo, jumladan O‘zbekiston hududlarida ham uchraydi.

Capparis spinosa ko‘p yillik, past bo‘yli, yoyilib o‘suvchi buta hisoblanadi. Uning poyalari tikanli, barglari mayda va qalin, namlikni saqlashga moslashgan. O‘simlik juda chiroyli, yirik va och pushti yoki oq rangli gullarga ega bo‘lib, gullari odatda yoz oylarida ochiladi. Gullardan keyin mayda mevalar hosil bo‘ladi.

Bu o‘simlikning eng qimmatli tomoni - uning g‘unchalari (ochilmagan gullari) hisoblanadi. Ular tuzlab yoki marinad qilib iste’mol qilinadi va dunyo oshxonasida “kapers” nomi bilan mashhur.

Capparis spinosa dorivor xususiyatlarga ham ega. Uning tarkibida flavonoidlar, vitaminlar va antioksidant moddalar mavjud bo‘lib, xalq tabobatida jigar faoliyatini yaxshilash, yallig‘lanishni kamaytirish va immunitetni mustahkamlash uchun ishlatiladi.

O‘simlik qurg‘oqchilikka juda chidamli bo‘lib, toshloq va sho‘r tuproqlarda ham o‘sishi mumkin. Shu sababli u cho‘l va yarim cho‘l hududlarda muhim ekologik ahamiyatga ega, tuproq eroziyasining oldini olishga yordam beradi. Tuproq unumdorligini tiklash va uning meliorativ holatini yaxshilash uchun foydalaniladi.

Uning kuchli ildiz tizimi tuproqning chuqur qatlamlariga kirib boradi va tuproq strukturasi yaxshilanishiga xizmat qiladi. Bu esa tuproqning suv o‘tkazuvchanligini oshiradi va eroziya jarayonlarini kamaytiradi. Mazkur o‘simlikdan foydalanishning bir qancha meliorativ afzalliklari mavjud. *Capparis spinosa* ildizlari tuproqni mustahkamlaydi va shamol hamda suv eroziyasining oldini oladi. Ayniqsa cho‘l va yarim cho‘l hududlarda bu xususiyat muhim hisoblanadi. O‘simlik sho‘rlangan tuproqlarda ham o‘sib, fitomelioratsiya vazifasini bajaradi. Ya’ni, u tuproqdagi ortiqcha tuzlar ta’siriga bardosh berib, yerning biologik faolligini tiklashga yordam beradi.



1-rasm. *Capparis spinosa* L. ning umumiy ko‘rinishi.

Capparis spinosa tuproq yuzasini qoplaydi va namlikning bug‘lanishini kamaytiradi. Natijada tuproqda nam saqlanish darajasi ortadi, bu esa boshqa o‘simliklarning o‘sishi uchun qulay muhit yaratadi. Ushbu o‘simlik ekologik jihatdan foydali bo‘lib, degradatsiyaga uchragan hududlarni rekultivatsiya qilishda qo‘llanilishi mumkin. U bioxilma-xillikni oshiradi va tabiiy landshaftni tiklashga yordam beradi. Bundan tashqari, *Capparis spinosa* iqtisodiy jihatdan ham foydali hisoblanadi. Uning g‘unchalari oziq-ovqat sanoatida (kapers sifatida), mevalari va boshqa qismlari esa dorivor maqsadlarda ishlatiladi. Shu sababli uni meliorativ ekin sifatida yetishtirish ikki tomonlama - ekologik va iqtisodiy samaradorlik beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Тохтаев Б.Ю., Махкамов Т.Х., Толаганов А.А., Маматкаримов А.И., Махмудов А.В., Аллаяров М.Ю. «Методические указания по созданию плантаций лекарственных и пищевых растений и заготовке сырья». Ташкент, 2015. 144 с.
2. Nabavi S. F. et al. Pharmacological effects of *Capparis spinosa* L //Phytotherapy Research. – 2016. – T. 30. – №. 11. – С. 1733-1744.
3. L.H. Yoziyev, Sh.A. Samatova. Manzarali o‘simliklar / Darslik / Qarshi: -"Sharq" nashriyoti, 2023. – 335 b.
4. Sodikova D. G. et al. Ecology of micromycetes of higher plants of the Denov Arborary //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 105. – C. 06003.

CISTANCHE O‘SIMLIGINING FITOMORFOLOGIK TAVSIFI

U.O. G‘apurova¹, M.P. Xondjonova²

¹Buxoro davlat tibbiyot instituti, ²Buxoro davlat universiteti

Jahon miqyosida aniqlangan dorivor o‘simliklarning 10–12 ming dan ortiq turi bo‘lib, shulardan 1-1,5 mingdan ortiq turlari kimyoviy tarkibi, farmakologik xususiyatlari hamda terapevtik samaradorligi bo‘yicha turli xil ilmiy tadqiqot institutlarida morfologik, organologik, biokimyoviy va farmakologik tahlillar olib borilgan [1].

Shifobaxsh o‘simliklar deb - odam va hayvonlarda uchraydigan turli xil kasalliklarni davolashda, oldini olishda hamda turli xil sanoat tarmoqlari (kosmetika, oziq-ovqat va hok.) da foydalaniladigan, faol biokimyoviy moddalarni saqlaydigan o‘simliklarga aytiladi [2].

Hozirgi kunga qadar, O‘zbekiston sharoitida glikolizidli, polisaxaridli, monoterpenli o‘simliklarning morfologik va farmakologik xususiyatlarini o‘rganish bo‘yicha bir qator tadqiqotlar olib borilgan. Shuningdek, *Cistanche* o‘simligi ham tarkibida bir qator biologik faol metabolitlarni saqlab, qadim vaqtlardan beri qimmatli dorivor xomashyo sifatida foydalanib kelingan.

Cistanche turkumi Orobanchaceae oilasiga mansub bo‘lib, dunyo bo‘yicha 20–30 tur, O‘zbekiston florasida esa 9 ta tur uchrashni aniqlangan [3]. Mazkur turlar O‘rta yer dengizi, Shimoliy Afrika, O‘rta Sharq, O‘rta Osiyoning sho‘rxok va qumli tuproqlarida, G‘arbiy Osiyo hamda Xitoyning shimoli-g‘arbiy qismigacha tarqalgan hududlarda turli xil cho‘l o‘simliklarning ildizlarida parazitlik qiladi [3].

1830-yilda nemis olimi Karl Anton Meyer tomonidan birinchi marta *Cistanche salsa* turi *Phelipaea salsa* nomi bilan aniqlanib, ta’riflangan. 1890-yilda G.Beck tomonidan ushbu turning klassifikatsiyasini qayta ko‘rib chiqilgan hamda va uning *Cistanche* turkumiga mansubligini ilmiy monografiyasida asoslagan [3].

Shuningdek, mazkur turkumga mansub shifobaxshligi yuqori baholanadigan *C.deserticola* va *C.tubulosa* Xitoy farmakologiyasida turli xil kasalliklarni davolashda va oldini olishda qo‘llanilib, faol glikozid, plosaxarid va monoterpenlarni boshqa turlarga nisbatan ko‘proq saqlaganligi bois, dunyo miqyosida «cho‘l jensheni» nomi bilan mashhurdir [4].

Mazkur turkum vakillarining organologik xususiyatlarini ko‘rib chiqadigan bo‘lsak, ushbu turkum vakillari ko‘p yillik, xlorofillsiz, goloparazit o‘simliklar sanaladi. *Cistanche* turkum vakillari butunlay parazit yashashga o‘tganligi bois, evolyutsiya davomida o‘ziga xos tarzda fitomorfologik xususiyatlari shakllangan. Xususan, vegetativ organlardan ildiz tizimi degeneratsiyaga uchrab, uning o‘rnida kuchli so‘rg‘ich (gaustoriya)lar rivojlangan bo‘lib, shular yordamida hayot faoliyati uchun zarur bo‘lgan barcha ozuqa moddalarni xo‘jayin organizmidan so‘rib oladi.

O‘simlikning poyasi shoxlanmagan, sersuv, etli bo‘lib, bajaradigan funksiyasi, tuzilishi, tusiga ko‘ra ikki qismga ajratiladi. Xususan, tuproq ostida och sargish, och jigarrang yoki deyarli oqish tusli zaxira ozuqa moddalarni saqlovchi, yerosti poyasi hamda quyosh nurlaridan himoyalaniish va hasharotlarni jalb qilish uchun antotsian va turli xil rang beruvchi pigmentlardan tashkil topgan generativ (ko‘payish) funksiyasini bajaruvchi yer usti poyadan iborat.

Cistanche o‘simligi goloparazit bo‘lib yashaganligi bois, evolyutsiya natijasida fotosintez qilish xususiyati degeneratsiyaga uchraganligi bois, poya sirtini mayda, rudimentlashgan, xlorofillsiz, tangachasimon barglar qoplab olgan. Ular poyaning pastki qismida zich, bir-birini yopib, spiralsimon joylashgan bo‘lib, yuqori qismida (gullash zonasida) bir-biridan uzoqroq masofada joylashadi.

Ushbu turkum vakillarining barglari fotosintez jarayonida ishtirok etmasada, o‘simlikning apikal qismini, yosh kurtaklarini mexanik shikastlanishdan saqlaydi hamda o‘simlikni ortiqcha transpiratsiya qilishdan himoya qiladi. Demak, o‘simlikning poya va barg hujayralariga yashil rang beruvchi xlorofill pigmentlarining yo‘qolishi, evolyutsiya jarayonida xlorofill sinteziga javobgar bo‘lgan plastomlarda genlar nafaol holatga o‘tganligi yoki mutatsiyaga uchraganligi bilan izohlanadi [3].

Cictanchening generativ organlarining o‘ziga xos xususiyatlari bor, jumladan: har bir gulning asosida bittadan gulyonbargcha va ikki yonida ikkitadan kichikroq gulyonbargchalar bo‘lib, bu turkumning tipik morfologik belgisidir. Shuningdek, gulkosachalari 4-5 tishli bo‘lib, qo‘ng‘iroqsimon shakli turkumga mansub turlarni aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Gultojlari zigomorf, besh bo‘lakli, muntazam voronkasimon shaklda bo‘lishi mumkin, to‘pguli poyaning apikal qismida joylashgan, zich, etli (parazit hayot tarzi bilan bog‘liq bo‘lib, ozuqa zaxirasini saqlaydi), boshhoqsimon yoki shingilsimon, silindrsimon, gullar rangi, shakli va o‘lchami asosiy taksonomik (sistematik) belgi sanaladi.

Cistanche turkum vakillari o‘z hayotchanligini tabiatda saqlab qolish maqsadida, o‘ziga xos fitomorfologik, fiziologik va biokimyoviy moslanishlarga ega. Xususan, o‘simlik urug‘i qulay muhit yuzaga kelgandagina unib chiqadi, aks holda 10-15 yilgacha o‘z hayotchanligi saqlab turadi. Urug‘ unib chiqishida *Cictanche* turkum vakillarida o‘ziga xos biokimyoviy, fiziologik sezgirlik mavjud bo‘lib, xo‘jayin o‘simlik ildizidan chiquvchi o‘simlik gormonlari strigolaktonlarni sezgandagina unib chiqishni boshlaydi hamda unga o‘z so‘rg‘ichlari bilan xo‘jayin o‘simlikka yopishib oladi [4]. Shunday qilib, *Cictanche* o‘simligining urug‘larida biologik sezgirlik mavjud bo‘lib, goloparazitni yashab qolishida, xo‘jayin ildiziga yopishish (gaustoriya hosil qilish) va biokimyoviy metabolitlarni (feniletanoit glikozidlar, monoterpenoidlar (iridoidlar)) to‘plashida muhim o‘rin tutadi [3].

O‘simlik tarkibida to‘plangan feniletanoit glikozidlar, iridoidlar va boshqa faol moddalar hisobidan zamonaviy farmakologiyada neyroprotektor, antioksidant, immunomodulyatorlik, gepatoprotektor (jigarni himoya qilish), reproduktiv tizimni rag‘batlantirish maqsadida keng qo‘llanilmoqda [3].

Muxtasar qilib aytganda, Xitoy va Markaziy Osiyo xalqlari qadimdan ushbu turkum vakillaridan xalq tabobatida jinsiy zaiflik, buyrak va jigar kasalliklarini davolashda foydalanib kelishgan [5]. Bugungi kunda ularning zamonaviy tibbiyotdagi keng farmakologik imkoniyatlarini hisobga olgan holda, mazkur turkum turlarini Buxoro iqlim sharoitida, ulardagi biokimyoviy moddalar miqdorini turli vegetatsiya davrlari hamda xo‘jayin o‘simlik turiga bog‘liq holda o‘rganish maqsadida ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

ADABIYOTLAR

1. B.Y. To‘xtayev, E.T.Ahmedov Dorivor o‘simliklarni o‘stirish va yetishtirish. Tasvir. Toshkent-2021]
2. Sulaymonov I.J. Ergashev D.T. Dorivor o‘simliklar yetishtirish texnologiyasi fanidan Amaliy mashg‘ulotlar (o‘quv-uslubiy qo‘llanma) Namangan-2020.
3. Wang H., Li L., et al. Potential hepatoprotective effects of *Cistanche deserticola* Y.C. Ma: Integrated phytochemical analysis using UPLC-Q-TOF-MS/MS. *Frontiers in Pharmacology*, 2022. – 13:1018572.
4. Fu Z., Fan X., Wang X., et al. *Cistanches Herba*: An overview of its chemical constituents and pharmacological effects. // *Frontiers in Pharmacology*. – 2018. – Vol. 9. – Art. 641. DOI: 10.3389/fphar.2018.00641.
5. O‘.Ahmedov, A.Ergashev, A.Abzalov, M.Yulchiyeva, S.Azimboyev Dorivor o‘simliklarni yetishtirish texnologiyasi fanidan amaliy mashg‘ulotlar, Toshkent Iqtisod-Moliya-2018.

Co/SiO₂/n-Si GIBRID STRUKTURALARI I-V XARAKTERISTIKALARINING TAHLILI

E. U. Arzikulov, R. M. Usanov, M.B. Jovliyeva

Sh. Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti.

Namunalar tayyorlash (qisqacha). Yarimo‘tkazgichli taglik sifatida rux atomlari bilan kuchli kompensirlangan kremniy monokristallaridan foydalanildi. Taglikdagi aralashmalar konsentrasiyasi, o‘tkazuvchanlik turi rux atomlarini yuqori temperaturali diffuziya usuli yordamida boshqarildi. Dastlabki taglik sifatida o‘shish jarayonida fosfor atomlari bilan legirlangan, geometrik o‘lchamlari 8×4×1 mm³, xona haroratida solishtirma qarshiligi 1 Ω·cm atrofida, uzun tomonining kristallografik yo‘nalishi [111] bo‘lgan, monokristall kremniy (n-Si<P>) namunalari tanlab olindi. Tanlab olingan n-Si<P> namunalari rux atomlarini diffuziya qilish uchun tozaligi 99.96 % bo‘lgan Zn elementidan foydalanildi. Rux atomlarining kremniydagi diffuziya koeffitsiyenti va eruvchanligining temperaturaga bog‘liqli ifodalaridan foydalangan holda turli solishtirma qarshilikli va o‘tkazuvchanlik turiga ega bo‘lgan namunalarni olish uchun diffuziya temperaturasi va vaqti [3] ishdagi kabi aniqlandi.

Tekshirilayotgan namunalarning diffuziya jarayonidan oldingi va keyingi asosiy parametrlari (solishtirma elektr qarshiligi, harakatchanligi, zaryad tashuvchilar konsentrasiyasi) ularda Xoll effektini o‘lchash orqali aniqlandi.

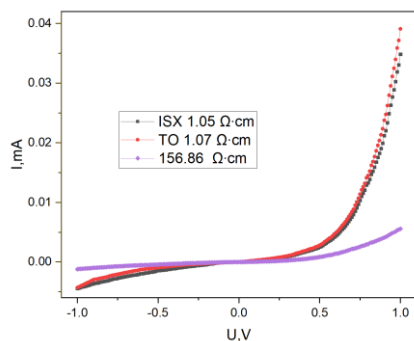
Namuna	ρ , Ω·cm	μ , cm ² /(V·s)	n , cm ⁻³	Fermi sathi, eV
n-Si<P>, dastlabki namuna	1.05	1188.43	5.01·10 ¹⁵	0,254541
n-Si<P> (termik kuydirilgan dastlabki namuna)	1.07	1167.32	4.99·10 ¹⁵	0,254659
n-Si<P, Zn>	156.86	690.26	5.77·10 ¹³	0,318301

Ikkinchi bosqich qalinligi 2 nm bo‘lgan kremniy dioksidi qatlamini o‘stirishdan iborat bo‘lib, bu jarayon tekshirilayotgan (birinchi bosqichdan o‘tgan) namunalarni azot kislotasi (HNO₃) da 121 °C haroratda 15 min vaqt davomida to‘liq botirilgan holda ushlash orqali amalga oshirildi, Co yupqa qatlami (10–15 nm) elektron-nurli bug‘latish bilan yotqizilgan. Omik kontaktlar kumushli yelim yordamida hosil qilingan [4].

Tajriba natijalari va I-V xarakteristikaning tahlili. I-V xarakteristikalar xona haroratida (T = 300 K) o‘lchangan [4]. To‘g‘ri ulanishda musbat qutb kobaltga, manfiy qutb n-Si taglikka ulangan.

I-V egri chiziqlari (1-rasmga mos ravishda) quyidagi asosiy farqlarni ko‘rsatadi:

Dastlabki namuna ($\rho = 1,05$ Ω·cm) va termik kuydirilgan namuna ($\rho = 1,07$ Ω·cm) asosidagi Co/SiO₂/n-Si<P> strukturalar I-V xarakteristikalari deyarli bir xil bo‘lib, yaxshi to‘g‘rilash xususiyatiga ega. To‘g‘ri va teskari shoxchalar simmetrik ko‘rinishda. Potensial to‘siq balandligi mos ravishda 0,4734 eV va 0,4722 eV ni tashkil etadi. Bu natija yuqori temperaturali termik kuydirish jarayonida yarimo‘tkazgich va dielektrik qatlamlarda, shuningdek SiO₂/n-Si muhit chegarasida tuzoq markazlar konsentrasiyasi sezilarli o‘zgarmasligini tasdiqlaydi.



1-rasm. Co/SiO₂/n-Si<P> va Co/SiO₂/n-Si<P,Zn> tuzilmalarning I-V harakteristikasi

Rux atomlari bilan legirlangan namuna ($\rho = 156,86 \Omega \cdot \text{cm}$) asosidagi Co/SiO₂/n-Si<P,Zn> struktura I-V xarakteristikasi keskin farq qiladi. 1- rasmdan ko‘rinib turibdiki dastlabki namuna va rux atomlarini diffuziya qilish temperaturasida kuydirilgan dastlabki namunalar hamda rux atomlari kiritilgan namunalar asosida tayyorlangan MDYa tuzilmalar VAXsi bunday tuzilmalar uchun xakteri bo‘lgan ko‘rinishga ega bo‘lar ekan. Barcha sintez qilingan Co/SiO₂/n-Si<P> va Co/SiO₂/n-Si<P,Zn> tuzilmalar uchun tajribada o‘lchangan VAX natijalaridan foydalanib potensial to‘siq balandligi [7] asosida hisoblab chiqildi. Potensial to‘siq balandligi 0,5463 eV ga yetgan. Strukturaning assimetriyasi

kuchaygan va to‘g‘rilash koefitsienti oshgan.

Bu farqlar rux atomlarining Si monokristalli hajmidagi chuqur akseptor sathlari ($E_c - 0,55 \text{ eV}$ va boshqalar) hamda SiO₂/Si muhit chegarasida hosil bo‘lgan interfeys holatlar ($N_{ss} \approx 3 \cdot 10^{12} \text{ cm}^{-2}$) bilan bog‘liq [5, 6]. Rux atomlari kuchli kompensatsiya hosil qilib, zaryad tashuvchilar konsentrasiyasini pasaytiradi ($n \approx 5,77 \cdot 10^{13} \text{ cm}^{-3}$) va Fermi sathini o‘zgartiradi (0,318301 eV) [3]. Natijada I-V xarakteristikasining assimetriyasi kuchayib, to‘g‘rilash xususiyati yaxshilanadi.

Xulosa. Dastlabki ($\rho = 1,05 \Omega \cdot \text{cm}$) va termik kuydirilgan ($\rho = 1,07 \Omega \cdot \text{cm}$) namunalarining I-V xarakteristikalari bir xil bo‘lib, termik ishlov struktura parametrlarini sezilarli o‘zgartirmaydi. Rux atomlari kiritilgan ($\rho = 156,86 \Omega \cdot \text{cm}$) namuna asosidagi Co/SiO₂/n-Si<P,Zn> MDYa strukturasining I-V egri chizig‘i keskin farq qiladi: teskari tok pasayishi, to‘g‘ri tok siljishi va potensial to‘siq balandligining oshishi kuzatiladi. Bu o‘zgarishlar rux atomlarining tuzoq sathlari va SiO₂/Si interfeys holatlari bilan bog‘liq.. Natijalar Co/SiO₂/n-Si<P,Zn> gibril strukturasini zamonaviy nanoelektronika uchun istiqbolli material sifatida tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR

- [1] Özdemir, M.C. et al. Determining the Potential Barrier Presented by the Interfacial Layer from the Temperature Induced I–V Characteristics in Al/p-Si Structure with Native Oxide Layer. Mater. Sci. Semicond. Process. 2021, 125, 105629.
- [2] Bondarev, I.A. et al. Study of the Photovoltage in Mn/SiO₂/n-Si MOS Structure at Cryogenic Temperatures. Semiconductors 2019, 53, 1954–1958.
- [3] Baxadixanov M.K. et al. Vliyanie uprugosti parov diffuzanta na konsentrasiyu elektroaktivnix atomov i stepen kompensatii obrazsov Si(Zn). Pisma v JTF, 17:12 (1991), 1–4.
- [4] Zi C.M. Fizika poluprovodnikovix priborov. Kn.1. M.: Mir, 1984.
- [5] Glinchuk K.D., Litovchenko N.M. Gashenie fotoprovodimosti v kremnii. FTT. 1966. T.8. V.10. S.2510-2511.
- [6] Pisarenko, T.A. et al. Sravnitelnoe issledovanie lateralnogo fotovoltaicheskogo effekta v strukturax Fe₃O₄/SiO₂/n-Si i Fe₃O₄/SiO₂/p-Si. FTT, 2018, T. 60, V. 7. S. 1311-1317.
- [7] S. K. Cheung, N. W. Cheung Extraction of Schottky diode parameters from forward current-voltage characteristics. Appl. Phys. Lett. 49, 85–87 (1986) <https://doi.org/10.1063/1.97359>

ЛЕЧЕБНЫЕ И БОТАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯТЫ

М. Халмуратов, С. Сапарбаева, Ш. Имомова

Денауский институт предпринимательства и педагогики, 190507 Денау, Узбекистан

Мята — многолетние травянистые растения семейства Яснотковые (Губоцветные) с приятным охлаждающим вкусом и запахом. С ней в родстве состоит лаванда, базилик, розмарин, шалфей, майоран, мелисса, тимьян и орегано

У мяты ароматные зубчатые листья и крошечные пурпурные, розовые или белые цветки. Мяту всегда можно узнать по четырехгранному (квадратному в сечении) стеблю. Покалав его между пальцами, можно почувствовать резкий аромат, который сразу вызывает ассоциацию с конфетами, сладким чаем или, может быть, даже с мятным джулепом.

Мята перечная — многолетнее травянистое растение, с горизонтальным ветвистым корневищем и тонкими мочковатыми корнями.

Стебель — прямостоячий, 30—100 см высоты, полый, четырёхгранный, прямой, ветвистый, густолиственный, голый или с редкими короткими прижатыми волосками.

Листья — накрест супротивные, продолговато-яйцевидные, короткочерешковые, заострённые, с сердцевидным основанием и остропильчатым краем.

Цветки — мелкие, обоеполые или пестичные, светло-фиолетового цвета, собраны на верхушках побегов полумутовками, образующими колосовидные соцветия тирс. Венчикпятичленный, слегка неправильный (неясно двугубый), розоватый или бледно-фиолетовый. Цветёт с конца июня до сентября.

Плод ценобий, состоит из четырёх орешков. Плоды образуются редко.

Полезные свойства мяты

Химический состав листьев мяты

Основные вещества	В 100 граммах свежей мяты содержатся
вода	78,65 г
Углеводы	14,89 г
Пищевые волокна	8 г
Белки	3,75 г
Жиры	0,94
Калорийность	45 кКал
Минералы	
Калий	569 мг
Кальций	243 мг
Магний	80 мг
Фосфор	73 мг
Натрий	31 мг
Железо	5,08 мг
Цинк	1,11 мг
Витамины	
Витамин С	31,8 мг
Витамин А	0,212 мг

Витамин В6	0,129 мг
Ниацин	1,706 мг
Фолаты	0,114 мг
Рибофлавин	0,266 мг
Тиамин	0,082 мг

Это многолетняя эфирноносная трава из семейства Яснотковых (Губоцветных).

Название растения позаимствовано из греческой и римской мифологий. Латинское слово «Mentha» было именем нимфы Менты (в греческом варианте – Минты), превращенной ревливой женой властелина подземного мира в душистую, благоухающую траву.

Родовая система растения насчитывает 42 вида и множество гибридов. Наиболее известные и используемые в различных сферах следующие виды мяты и ее гибриды:

Корневище растения разветвленное, стелющееся, дает многочисленные отростки. Стебель с множеством ответвлений, до полуметра в высоту. По фенотипическим признакам различают черную и белую мяту. Листья первой разновидности пурпурные, красно-фиолетовые, белая мята – светло-зеленого цвета. Период цветения белой мяты начинается раньше, ее эфирное масло имеет более тонкий аромат. Но показатели урожайности белой мяты ниже, чем у черной. Поэтому в промышленном выращивании предпочтение отдается последней разновидности. Листорасположение супротивное, расположение цветков – кольцевое. Цветы мяты мелкие, фиолетовые-красные, собранные в соцветие колос. Характерное свойство всех видов мяты – стойкий аромат. Видовое разнообразие мяты настолько широко, что растение можно встретить практически повсюду. В огородах и садах выращивают перечную мяту, водная мята облюбовала места возле водоемов, длиннолистная – растет на болотах, в горной местности и ольшаниках.

Состав и полезные свойства мяты

Лекарственные свойства растения связаны с тем, что его листья содержат множество важных биоактивных элементов:

фитонциды – подавляют рост болезнетворных бактерий;

ментол – действует как антисептик и анестетик;

эфирные масла – расширяют сосуды, уменьшают тошноту, обладают спазмолитическим и противовоспалительным действием;

каротин – природный иммуностимулятор, снижает выработку свободных радикалов;

рутин – снижает проницаемость сосудов;

органические кислоты – уксусная, валериановая, линолевая, яблочная, янтарная – замедляют старение, противостоят образованию холестериновых бляшек, укрепляют сосудистые стенки, повышают сопротивляемость организма к вирусным инфекциям; витамины D, A, C, B – укрепляют иммунитет, положительно воздействуют на нервную, зрительную, костную системы.

цинеол – действует как отхаркивающее средство; дубильные вещества – обеззараживают раны, борются с воспалением слизистых оболочек. Благодаря богатому составу, мята обладает антисептическим, противовоспалительным, успокаивающим, сосудорасширяющим действием.

Мята — это ценное лекарственное растение, обладающее широким спектром биологических и лечебных свойств. Благодаря содержанию эфирных масел, особенно ментола, она оказывает противовоспалительное, антисептическое, спазмолитическое и успокаивающее действие. Мята благоприятно влияет на пищеварительную, нервную и дыхательную системы, улучшает общее самочувствие и способствует укреплению организма. Таким образом, мята занимает важное место как в народной, так и в научной медицине, и её регулярное, но умеренное использование может служить эффективным средством профилактики и поддержания здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мамчур Ф. И., Гладун Я. Д. Лекарственные растения на приусадебном участке. - К. Урожай, 1985.-112 с., ил.
2. Николайчук Л.В., Жигар М. П. Целебные растения: Лекарств. свойства. Кулинар. рецепты. Применения в косметике. - 3-е изд., стереотип.-Х. Прапор,1993.-239 с.
3. Кархут В.В. Живая аптека – К. Здоровье, 1992. – 312 с., ил., 2, арк. ил.
4. Лекарственные растения: энциклопедический справочник / под ред. А. М. Гродзинского. – К.: Олимп, 1992. – 544 с.: ил.

MEVALI DARAXTLAR ZARARKUNANDALARI VA ULARGA QARSHI KURASH USULLARI

A. Mammadiyev, L. Ashurova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Respublikamizning geografik o‘rni va tuproq-iqlim sharoitlari dehqonchilikni barcha turlarini rivojlantirish uchun juda qulay hisoblanadi. Mamlakatimizning serquyosh tabiati ayniqsa sug‘oriladigan dehqonchilikni rivojlantirish keng imkoniyatlarga ega. Ikkinchi tomondan, bu iqlim sharoitlari qishloq-xo‘jalik ekinlariga zarar yetkazadigan har xil hasharotlarning ko‘payishiga ham qulaylik yaratadi. O‘rta Osiyo sharoitlarida deyarli barcha zararkunandalar tez rivojlanib, yiliga shimoliy mintaqalarga nisbatan bir necha marta ko‘p bo‘g‘in beradi. Bu esa o‘simliklarni himoya qilish uchun zararkunandalar biologiyasini, uni o‘simlik va muhit bilan uzviy bog‘lanishini chuqur o‘rganib eng samarali kurash chora va vositalarini qo‘llashni taqazo etadi [3].

Hozirgi kunda mamlakatimizda qishloq xo‘jaligining muhim tarmoqlaridan biri bo‘lgan bog‘dorchilikni rivojlantirishga katta e‘tibor berilmoqda. Surxondaryo viloyatining bog‘lari urug‘ mevali va danak mevali daraxtlardan tashkil topgan. Viloyatning tog‘ va tog‘ oldi mintaqalari asosan mevachilikka ixtisoslashgan bo‘lib, ayniqsa olмали bog‘lar salmoqli o‘rinni egallaydi. Surxondaryo viloyatining tuproq tarkibi, iqlim sharoiti, bog‘dorchilik uchun qulay hisoblanadi.

O‘zbekistonda mevali daraxtlarning 100 ga yaqin hasharotlar bilan zararlanishi aniqlangan. Shu jumladan urug‘li meva daraxtlarning zararkunandalari 80 ga yaqin turni tashkil etadi. Zararli entomofaunaning turlar tarkibi mevali daraxtlarning yoshi va fizologik holatiga hamda, meva daraxtlar o‘stirilayotgan joy muhitiga bog‘liq. Daraxtlarning mevaga kirishi bilan generativ organlari-kurtaklari, gullari, mevasi olma gulxuri, kazarka, bargxo‘rlar, arrakashlar, mevaxo‘rlar, bilan oziqlanuvchi entomofauna soni ko‘payaveradi [5].

Hozirgi kunda bog‘ agrosenozida mevali daraxtlarning turli qisimlari bilan oziqlanadigan fitofaglarning 400 dan ortiq turi qayd qilingan bo‘lsada, ammo iqtisodiy darajada zarar beradigan turlar soni 150 dan oshmaydi, jumladan urug‘li meva daraxtlariga zarar keltiradigan zararkunandalar soni 70-80 turni tashkil etadi. Quyida mevali daraxtlarga eng ko‘p zarar keltiradigan olma qurti haqida ma‘lumot berilgan [1].

Olma qurti (*Sarpocapsa pomonella*) –tangaqanotlilar turkumiga, barg o‘rovchilar (*T otgissidae*) oilasiga mansub hasharot. O‘rta Osiyoda olma qurti urug‘li meva daraxtlarining, ayniqsa olma, qisman nok va behining asosiy zararkunandasidir. Olma qurti olma va nok hosilining taxminan 50% ga zarar yetkazadi. Har yili uning zararlashidan mevalarning tugunchasi va g‘o‘r mevalarning anchagina qismi to‘kilib ketadi. Olma qurti tushgan mevalar ko‘pincha irib ketadi va ularni saqlab bo‘lmaydi. U ba‘zan o‘rik va olxo‘rini ham zararlaydi. Bu qurt mevaning eti va urug‘i bilan oziqlanadi va olmaning ertapishar navlarining 30-40%, o‘rtagi va kuzgi navlarining 40-50%, eng qimmatbaho, kechpishar navlari mevasining 80-90 % qismini zararlaydi [2].

Kapalagining uzunligi 18-21 mm keladi, qanotlari to‘q kulrang, tuxumi dumaloq oq rangli, kattaligi 1 mm atrofida. Qurtining uzunligi 17-19 mm bo‘lib, och sariq rangdan to och pushti ranggacha, g‘umbagi esa 9-12 mm uzunlikda jigarrang tusda bo‘ladi. Olma qurti oziqlanib bo‘lgandan so‘ng pilla o‘rash uchun yashirin joyga – daraxtning po‘stlog‘idagi yoriqlar, kovaklar, ildiz atrofi va qisman daraxt tagidagi tuproq qatlamlariga tushadi va shu pilla ichida qishlaydi.

Erta bahorda havo harorati 10°S dan yuqori bo‘lganda g‘umbakka aylanadi. Olma gullagan vaqtda g‘umbakdan-kapalaklar uchib chiqadi, qorong‘i tushganda ular asosan daraxtlar atrofida uchib yuradi. Kapalagi bir nechta (o‘rtacha hisobda 50 tagacha) tuxum qo‘yadi. Tuxumdan chiqqan qurtlar mevaning eti va urug‘i bilan oziqlanadi. Olmaning qurt chiqqan joyi ko‘pincha irib ketadi, olma ichiga kirgan

teshigi esa po'kak bo'lib qoladi [4].

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, zararkunandalarga qarshi kurashishda kompleks yondashuv eng samarali hisoblanadi. Ya'ni agrotexnik, biologik va kimyoviy usullarni birgalikda qo'llash yuqori natija beradi. Ayniqsa, profilaktik choralarni o'z vaqtida amalga oshirish zararkunandalar sonini sezilarli darajada kamaytiradi. Bundan tashqari, daraxt po'stlog'ini tozalash va tuproqqa kuzda ishlov berish, kimyoviy preparatlardan foydalanish kabi chora-tadbirlarni qo'llash maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. CABI. (2022). Crop Protection Compendium: Fruit Tree Pests. Wallingford.
2. Crop Protection. (2023). Biological control methods for orchard pest management.
3. O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi. (2023). O'simliklarni himoya qilish bo'yicha zamonaviy qo'llanma. Toshkent International Society for Horticultural Science.
4. (2024). Advances in fruit tree protection and pest control. Leuven.
5. Journal of Economic Entomology. (2024). Codling moth (*Cydia pomonella*) management strategies in modern orchards.
5. O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi. (2021). Qishloq xo'jaligi entomologiyasi bo'yicha ilmiy tadqiqotlar to'plami. Toshkent.

SURXONDARYO HUDUDIDAGI ALLIUM L. TURKUMI TURLARINING AREALLARINI O‘RGANISH

Ro‘zimuhammad Nurmatov, Robiya Nizamova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Surxondaryo viloyati o‘zining murakkab relyefi va iqlimiy sharoitlari tufayli *Allium L.* (Piyozdoshlar) turkumi vakillari o‘sadigan eng boy hududlardan biri hisoblanadi. Bu hududda tarqalgan turlarning areallarini o‘rganish ham ilmiy, ham amaliy (oziq-ovqat va dorivorlik) jihatdan ulkan ahamiyatga ega. *Allium* urug‘i o‘zining etnotibbiy xususiyatlari bilan mashhur bo‘lib, turli xil terapevtik salohiyatga ega 1100 dan ortiq turni o‘z ichiga oladi. Ushbu tadqiqot an‘anaviy bilimlarni zamonaviy ilmiy usullar bilan birlashtirgan holda, *Allium*ning farmakofilogeniyasini o‘rganishga qaratilgan. Tadqiqot doirasida 168 ta ilmiy manbadan olingan 610 ta amaliyotda qo‘llash yozuvlarini o‘z ichiga olgan 139 xil dorivor toifa qamrab olindi. Bu esa *Allium* turlarining turli terapevtik qo‘llanmalarini, ayniqsa, antidiabetik (qandli diabetga qarshi) va antioksidant xususiyatlarini keng qamrovli tushunish imkonini beradi. Filogenetik tahlil natijalari *Allium* urug‘iga mansub 185 turdan 42 tasida sezilarli antidiabetik va antioksidant faollikka ega bo‘lgan turli kladlarni aniqlab berdi. Bu xususiyatlar o‘simlik tarkibida allitsin, flavonoidlar, fenol birikmalari kabi bioaktiv moddalarning mavjudligi bilan dalillanadi. Tuzilgan issiqlik xaritasi (heatmap) kladlar ichidagi turli *Allium* turlarining etnotibbiy ahamiyatini tizimli ravishda tasvirlab, ularning inson salomatligiga bo‘lishi mumkin bo‘lgan ijobiy ta‘sirini yoritib beradi. Shuningdek, ushbu topilmalar muayyan nasllar doirasida farmakologik xususiyatlarning evolyutsion yaqinlashuvini (konvergentsiyasini) ta‘kidlaydi. An‘anaviy tibbiyot bilimlarini zamonaviy ilmiy metodologiyalar bilan uyg‘unlashtirish orqali, mazkur tadqiqot tabiiy o‘simlik resurslarining, xususan, turli *Allium* turlarining terapevtik salohiyatidan foydalanish bo‘yicha yaxlit yondashuvni taqdim etadi. Ushbu fanlararo yondashuv yangi dori vositalarini kashf etish va sog‘liqni saqlash tizimini yaxshilash uchun istiqbolli yo‘llarni taklif qiladi hamda *Allium* turlaridan foydalanishda xalq donoligini ilmiy tadqiqotlar bilan integratsiyalash naqadar muhimligini ko‘rsatib beradi.

Surxondaryo viloyati ko‘plab endemik (faqat shu hududda uchraydigan) *Allium* turlarining asosiy o‘chog‘i hisoblanadi. Xususan, Surxon davlat qo‘riqxonasi hududida dunyoning boshqa hech bir burchagida uchramaydigan bir qancha noyob turlar o‘sadi.

- Xavf ostidagi areallar: Chorva mollarining tartibsiz o‘tlatilishi va dorivor piyoz turlarining (masalan, Anzur, Tog‘ piyozi) nazoratsiz terib olinishi natijasida ko‘plab turlarning tarqalish areallari qisqarib bormoqda.
- "Qizil kitob" va muhofaza: *Allium pskemense* (Piskom piyozi) va *Allium trautvetterianum* kabi noyob turlar O‘zbekiston Respublikasi "Qizil kitobi"ga kiritilgan bo‘lib, ularning tabiiy areallari davlat tomonidan alohida muhofaza qilinadi.

Hozirgi kunda hududdagi o‘simliklar areallarini o‘rganishda quyidagi usullardan keng foydalanilmoqda:

- Ekspeditsion usul: Bevosita dala sharoitida o‘simliklarni izlab topish va turlarini aniqlash.
- GIS texnologiyalari: Geografik axborot tizimlari yordamida turlarning tarqalish hududlari xaritasini ishlab chiqish.
- Populyatsion tahlil: Har bir arealdagi o‘simliklar soni, populyatsiya zichligi va umumiy holatini baholash.

Dunyo miqyosida sarimsoq yetishtirish hajmi bo‘yicha *Allium* turlari orasida piyozdan keyin ikkinchi o‘rinda turadi. Yangi uzilgan sarimsoq pazandachilikda keng ishlatilsa, quritilgan mahsulotlari oziq-ovqat sanoatida ziravor sifatida juda mashhur.

Ushbu maqolada, asosan, o‘simlik o‘sishi fiziologiyasi, piyozbosh va gul to‘plamlarining shakllanishi hamda tinim (uyqu) davri haqidagi ilmiy ma‘lumotlar umumlashtirilgan. Sarimsoqning barcha madaniy navlari steril (urug‘ tugmaydigan) bo‘lib, asosan vegetative yo‘l bilan ko‘paytirilgani

sababli, ularda tur ichidagi vegetat o'zgaruvchanlik nisbatan kam kuzatiladi. Mo'tadil iqlim mintaqalarida yetishtiriladigan sarimsoq qishki past harorat ta'sirida vernalizatsiya jarayonini o'taydi.

Sarimsoqda piyozbosh va gul to'plamlarining shakllanishiga atrof-muhit omillarining ta'siri ancha murakkab vegetat. Induksiya dan vegeta qisqa fotoperiodlar (qisqa yorug'lik kunlari) dastlab gul to'plamlarining shakllanishiga to'sqinlik qiladi. Biroq, qisqa fotoperiodlar barglarning rivojlanishini kuchliroq ingibitsiya qilgani (susaytirgani) sababli, oxir-oqibat gullash jarayoniga yordam beradi va natijada o'simliklarning yuqori foizda gul tugishi ta'minlanadi. Shuningdek, gul to'plamlari shakllana boshlagandan vegeta havo harorati ham ularning to'laonli rivojlanishiga o'zining jiddiy ta'sirini ko'rsatadi.

Xulosalar:

- Hududning o'ziga xosligi: Surxondaryo viloyatining murakkab relyefi va iqlimiy sharoitlari *Allium L.* turkumi vakillari uchun tabiiy o'choq vazifasini o'taydi. Bu hudud ko'plab vegetat va noyob turlarning tarqalish areali bo'lib, uning vegetativ tarkibi ilmiy jihatdan yuqori qiymatga ega.
- Terapevtik salohiyat: *Allium* turkumi vakillari etnotibbiyotda azaldan qo'llanilib kelinmoqda. Filogenetik tahlillar shuni ko'rsatadiki, urug'ga mansub 42 ta turda (xususan, tarkibida allitsin, flavonoid va fenol birikmalari saqlovchi kladlarda) kuchli antidiabetik va antioksidant xususiyatlar mavjud. Bu esa zamonaviy farmatsevtika uchun tabiiy xomashyo bazasini kengaytirish imkonini beradi.
- Ekologik holat va muhofaza: Bugungi kunda chorva mollarining tartibsiz o'tlatilishi hamda dorivor piyoz turlarining (masalan, Anzur va Tog' piyozi) nazoratsiz terib olinishi oqibatida tabiiy areallar tobora qisqarib bormoqda. Xususan, *Allium pskemense* va *Allium trautvetterianum* kabi O'zbekiston Respublikasi "Qizil kitobi"ga kiritilgan turlarni muhofaza qilishda zamonaviy GIS texnologiyalari va populyatsion tahlil usullaridan keng foydalanish o'ta dolzarb vazifa hisoblanadi.
- Biologik xususiyatlar: Madaniy turlar, xususan, sarimsoqning o'sish fiziologiyasi uning vegetative usulda ko'payishi va fotoperiodizmga (kunning yorug'lik davomiyligiga) bevosita bog'liqligi bilan ajralib turadi. Past harorat sharoitida vernalizatsiya jarayonining o'tishi va gullash induksiya si o'simlikning umumiy hosildorligini belgilovchi asosiy omillardir.
- Amaliy ahamiyati: An'anaviy xalq tabobati bilimlarini zamonaviy fitokimyoviy tahlil usullari bilan integratsiyalash orqali *Allium* turlaridan yangi avlod dori vositalarini yaratish va ularni oziq-ovqat sanoatida kengroq qo'llash sohasi yuksak istiqbolga ega yo'nalishlardan biri sanaladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobi: O'simliklar dunyosi. (2019). Toshkent: Chinormax.
2. Fritsch, R. M., & Abbasi, M. (2013). *A Taxonomic Review of Allium subg. Melanocrommyum in Iran*. Gatersleben.
3. Sennikov, A. N., & Tojibaev, K. Sh. (2011). The genus *Allium* in Central Asia. *Journal of Plant Taxonomy*.
4. Yusupov, Z. va boshq. (2021). Phylogeny and Biogeography of *Allium L.* (Amaryllidaceae) in Central Asia.
5. Xasanov, F. O. (2008). *O'zbekiston florasining tahlili va Allium turkumi*. Toshkent.
6. Block, E. (2010). *Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science*. Royal Society of Chemistry.
7. Prato, O'. P., & Nabiye, M. M. (2007). *O'zbekiston yuksak o'simliklarining zamonaviy tizimi*. Toshkent: O'qituvchi.

BOBOTOG‘ HUDUDIDA UCHRAYDIGAN DORIVOR O‘SIMLIKLAR VA ULARNING BIOEKOLOGIYASINI O‘RGANISHNING AHAMIYATI

Ro‘zimuhammad Nurmatov, Muxlisa Nurmamatova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Surxondaryo viloyati O‘zbekistonning eng boy flora va fauna xilma-xilligiga ega hududlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, Bobotog‘ tizmasi turli ekologik sharoitlari bilan ajralib turadi. Bu hududda ko‘plab dorivor o‘simlik turlari tabiiy holda o‘sadi va ular xalq tabobati hamda farmatsevtika sanoati uchun muhim xomashyo manbai hisoblanadi. Dorivor o‘simliklarning bioekologiyasini o‘rganish ularning tabiiy muhitga moslashuvi, tarqalish areali, ekologik talablari hamda biologik xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi. Bobotog‘ hududi iqlimi quruq va kontinental bo‘lib, bu sharoitda o‘suvchi o‘simliklar yuqori darajadagi moslashuvchanlikka ega. Natijada ular tarkibida biologik faol moddalar ko‘p miqdorda to‘planadi. Mazkur hudud dorivor o‘simliklarini o‘rganish bir necha jihatdan muhim hisoblanadi. Birinchidan, dorivor o‘simliklarning tabiiy zahiralari aniqlash va ularni muhofaza qilish imkonini beradi. Ikkinchidan, ularni ilmiy asosda yetishtirish va farmatsevtika sanoatida samarali foydalanish uchun muhim ma‘lumotlar taqdim etadi. Uchinchidan, bioekologik tadqiqotlar o‘simliklarning tabiiy populyatsiyasini saqlash va biologik xilma-xillikni himoya qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Bobotog‘ hududida uchraydigan dorivor o‘simliklardan biri *Glycyrrhiza glabra* hisoblanadi. Bu o‘simlik dukkaddoshlar oilasiga mansub bo‘lib, ko‘p yillik o‘t o‘simlikdir. Uning ildizi kuchli rivojlangan bo‘lib, tarkibida glitsirizin moddasi mavjud. Shirinmiya ildizi yo‘talga qarshi, yallig‘lanishga qarshi hamda immunitetni mustahkamlovchi dorivor vositalar tayyorlashda keng qo‘llaniladi.



1-rasm. Bobotog‘ning o‘rmon xo‘jaligi.

Hududda keng tarqalgan yana bir dorivor o‘simlik *Peganum harmala*dir. Isiriq ko‘p yillik o‘t o‘simlik bo‘lib, barglari mayda bo‘laklarga bo‘lingan, gullari oq rangda bo‘ladi. O‘simlik tarkibida alkaloidlar, xususan harmalin va harmin moddasi mavjud. Isiriq qadimdan xalq tabobatida mikroblarga

qarshi, shamollash kasalliklarini davolash hamda dezinfeksiya maqsadida ishlatilgan. U asosan quruq va toshloq yerlarda o'sishga moslashgan. Bobotog' hududida uchraydigan dorivor o'simliklardan yana biri *Hypericum perforatum*dir. Bu o'simlik ko'p yillik o't bo'lib, poyasi tik o'sadi, barglari mayda teshikchali ko'rinishga ega. U asosan yallig'lanishga qarshi, asab tizimini tinchlantiruvchi hamda yaralarni bitiruvchi vosita sifatida qo'llaniladi. Mazkur dorivor o'simliklarning bioekologiyasini o'rganish muhim ilmiy ahamiyatga ega. Avvalo, bu tadqiqotlar o'simliklarning tabiiy muhitga moslashuvini, ularning ekologik talablarini hamda tarqalish hududlarini aniqlash imkonini beradi. Ikkinchidan, dorivor o'simliklarning tabiiy zahiralarni baholash va ularni muhofaza qilish choralarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi. Uchinchidan, bioekologik tadqiqotlar dorivor o'simliklarni madaniy holda yetishtirish va ulardan farmatsevtika sanoatida samarali foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Shuningdek, Bobotog' hududidagi dorivor o'simliklarni bioekologik jihatdan o'rganish ilmiy tadqiqotlar, qishloq xo'jaligi va farmatsevtika sanoati uchun muhim ma'lumotlar beradi. Bu tadqiqotlar asosida dorivor o'simliklarni madaniy holda yetishtirish, ularning hosildorligini oshirish hamda dorivor xomashyo bazasini kengaytirish mumkin. Bobotog' hududidagi dorivor o'simliklarni bioekologik jihatdan o'rganish nafaqat ilmiy, balki iqtisodiy va tibbiy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. Bu tadqiqotlar hududning tabiiy boyliklarini saqlash va ulardan oqilona foydalanishga xizmat qiladi.

Bobotog' hududi o'zining boy tabiiy sharoiti, xilma-xil landshaftlari va o'ziga xos iqlim xususiyatlari bilan ajralib turadi. Ushbu hududda ko'plab dorivor o'simlik turlari tabiiy holda uchraydi, ular nafaqat biologik xilma-xillikni boyitadi, balki inson salomatligi uchun ham katta ahamiyatga ega. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, Bobotog' hududida o'sadigan dorivor o'simliklarning ko'pchiligi xalq tabobatida qadimdan qo'llanib kelinadi va ularning shifobaxsh xususiyatlari ilmiy jihatdan ham tasdiqlanmoqda. Bu o'simliklar tarkibida turli biologik faol moddalar, vitaminlar, efir moylari va boshqa foydali birikmalar mavjud bo'lib, ular turli kasalliklarni davolashda muhim manba hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, Bobotog' hududidagi o'simliklarning bioekologiyasini o'rganish ularni muhofaza qilish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va yangi dorivor preparatlar yaratishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Bu esa hududning biologik xilma-xilligini saqlash hamda inson salomatligini mustahkamlashda katta ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Habibulla Hojimatov. O'zbekistonning shifobaxsh o'simliklari. – Toshkent: Abu Ali ibn Sino nomidagi tibbiyot nashriyoti, 1990.
2. Kamiljon Tojibaev. O'zbekiston florasida dorivor o'simliklari. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2016.
3. Komiljon Tojibaev va boshqalar. Flora of Uzbekistan. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2015.
4. O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobi (o'simliklar). – Toshkent: Chinor ENK, 2019.
5. Abu Ali ibn Sino. Tib qonunlari (Al-Qonun fi't-tibb). – Toshkent: Fan nashriyoti.
6. O'zbekiston o'simliklari aniqlagichi. – Toshkent: O'qituvchi nashriyoti, 1987.
7. Dorivor o'simliklar va ularning biologik xususiyatlari. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2005.

BOYSUN CHO‘LBAIR TOG‘LARI HUDUDI O‘SIMLIK QOPLAMINING ASOSIY TAKSONOMIK BIRLIKLARI

M. Xalmuratov, N. Boymirova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Barcha ilmiy yo‘nalishlarda, jumladan, geobotanika ishlarini rejalashtirish va bajarish jarayonida ham birinchi navbatda o‘rganiladigan ob‘ektni tartibga keltirib to‘dalanadi, ya‘ni tasnifga - klassifikatsiyaga solinadi. Shundagina tadqiqotlardan olingan ilmiy ma‘lumotlarning son va sifat ko‘rsatkichlarini o‘zaro solishtirilib, taksonlarning nisbiy son va sifat ko‘rsatkichlarining mohiyatini baholash imkoni bo‘ladi.

O‘rganilayotgan ob‘ektlarni tasniflash -mantiqiy talqin bo‘lib, katta hajmdagi birlikni ulardagi o‘xshash va farqlanuvchi ko‘rsatkichlariga tayanib, kichikroq taksonlar deb ataluvchi birliklarga bo‘lish jarayonini-tasniflash deb ataydilar (A.L.Taxtadjan, 1966,V.D.Aleksandrova,1969).

Geobotanik taksonlarni tasniflash jarayonidagi muammo juda ko‘p munozara, bahs, tortishuvlarga sabab bo‘lib, boshqa biron yo‘nalishda bunchalik kelishilmovchiliklar qayd etilmagan.

Asosiy tortishuvlar, kelishilmovchiliklar taksonomik birliklarning hajmini, atalishini, taksonlarni to‘dalash prinsiplarini belgilab beruvchi diagnostik ko‘rsatkichlarning xalqaro botanika kongresslarida tasdiqlangan kodeks spravochniklarining (ma‘lumotnoma) yo‘qligidandir.

Ye.P.Korovin (1961,) tip taksonini quyidagicha sharhlagan: o‘simlik tiplari qoplamdagi turlar tarkibi, taraqqiyot tarixi (genezisi), hozirgi tashqi muhitga moslashuvi (adaptatsiyasi) bir xil bo‘lgan eng katta o‘simlik birligidir deb ta‘kidlagan.

Bu tasnif hozirgi kunda ham o‘z bahosini yo‘qotmagan, ko‘plab hudud o‘simlik taksonlari shu sxemada tasniflanmoqda.

Boysun va Cho‘lbair tog‘lari o‘simlik qoplamlarining hozirgi dinamik holatini, transformatsiya darajasini aniqlash, tasnifini tuzish maqsadida 1997-2003 yillar davomida geobotanik tadqiqotlar (J-42-XIV planshet 124200 gektar) Surxondaryo okrugi–Boysun fizgeografik rayoni hududida olib borildi.

Boysun tog‘i 150 km dan oshiqroq uzunlikda bo‘lib, Hisor tog‘i tizmasining janubi-g‘arbiy tarmoqlaridandir. Uning tarkibida bir nechta kichik tog‘ tarmoqlari mavjud bo‘lib, ularning har biri o‘ziga xos fizgeografik, geologik, ekologik, geobotanik, geomorfologik tuzilishi, relef tiplari, dengiz yuzasidan balandligi kabi ko‘rsatkichlariga ega bo‘lgan tog‘ elementar landshaftidirlar. Ulardan Ketmonchopti - eng baland cho‘qqisi dengiz sathidan - 3157 m, Xo‘jag‘urg‘urota - 3723 m, Xo‘jabo‘zbarak - 3711 m, Belauti - 3712 m balandliklari qayd etilgan va ularning har biri o‘ziga xos botanik ko‘rsatkichlariga ega bo‘lgan tabiiy hududiy majmuadirlar. Shulardan A. Ya. Butkov (1938) Xo‘jag‘urg‘urota tog‘ini mustaqil o‘rganib, unda 238 ta o‘simlik turlarini ro‘yxatga olgan. Cho‘lbair tog‘i Boysun tog‘iga parallel bo‘lib, Halqajar va Sangardak daryolari orasida Qo‘rg‘oncha qishlog‘idan Xoyak qishlog‘igacha 50 km ga yaqin uzunlikdagi tog‘ zanjirini hosil qilib, eng baland cho‘qqisi dengiz sathidan 3772 m balandlikda qayd etilgan. Bu tog‘dan Sangardak va Halqajar daryolarining irmoqlari: Malyangur, Umarsoy, Quruqsoy, Sina, Vaxshivor, Oqsu kabi daryolar shu tog‘dagi buloq va qorlardan to‘yinadilar.

Geobotanik tadqiqotlar olib borilgan hududda 3 balandlik mintaqalari: adir, tog‘ va yaylov uchrab ularning har birini o‘ziga xos o‘simlik taksonlari, tabiiy sharoiti, geologik tuzilishi, tuproq tiplari va xo‘jalik yuritish uslublari mavjuddir. Shu sababli ham bu hudud mustaqil geobotanik rayon hajmida qabul qilinib botanik mazmuni o‘rganildi va baholandi. O‘rganilgan tuman o‘simlik qoplamlari taksonomik birliklarini P. K. Zokirov (1989) tasnifiga ayrim o‘zgartirishlar kiritib tasnif sxemasiga tushirdik.

Taksonomik birliklarga muallif quyidagicha tasnif bergan:

- **assotsiatsiya** - (eng kichik birlik) - asosiy sinuziyadagi dominant turlari o'xshash fitotsenozlar majmuasidir;
- **formatsiya** - edifikatorlari o'xshash assotsiatsiyalar majmuasidir;
- **senotip** - edifikatorlari bir xil ekobiomorfdaagi formatziyalar majmuasidir (eng katta o'simlik taksoni);
- **kenja tip** (podtip) - bir xil tuproqda uchraydigan senotiplar majmuasidir;
- **tip** - mintaqalarda uchraydigan senotiplar majmuasidir.

Boysun–Cho'lbair tog'lari o'simlik qoplamlarini fitotsenotik birliklarga tasniflash natijasida ularning adir, tog', yaylov mintaqalarida quyidagi taksonomik birliklar: 4 ta tip, 9 ta kenja tip, 12 senotip, 16 formatziya va 74 ta assotsiatsiyalardan tashkil topganligi aniqlandi va sxemaga solindi. Bu birliklar geobotanik tasvirlash ishlari olib borilgan maydonchalarda (10x10 m transekt) forma №1 to'ldirilib: tarkibi (ro'yxati), tuzilishi, fenologik, ekologik holati, zichligi (Drude bo'yicha), edifikator, soedifikator turlarga baho berilgan transektlar va ular joylashgan yonbag'irlardagi o'simlik jamoalarining ham geobotanik ko'rsatkichlari hisobga olingan ma'lumotlarga tayanib, tasnif sxemasida berildi. Baland tog'dagi qoya toshlar, tik yonbag'irlarga chiqish qiyin bo'lgan qiyaliklardagi, maydonlardagi jamoalar esa aerokosmik suratlardan foydalanib, olingan ma'lumotlarga tayanib, tasniflanadi. Shu boisdan ham, o'rganilgan tog'larda keng tarqalgan assotsiatsiyalargina tasnifga solindi.

Tuzulgan tuman o'simliklari tasnifida ko'rsatilgan geobotanik birliklardan qishloq xo'jaligi va muhofaza qo'mitalarining rahbarlari o'rmon, yer, yaylov, o'simlik resurslaridan foydalanish rejalarini tuzishda va amaliy tadbirlar o'tkazishlarida ilmiy grafik hujjat sifatida foydalanishlari mumkin.

FOYDALANILGA ADABIYOTLAR

1. Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений. –М. –Л. : Наука, 1966.
2. Александрова В. Д. Классификация. - Л. :Наука, 1969.
3. Закиров П. К. Классификация растительность и Средней Азии // Узб. биол. Журн. 1989. №3.
4. Коровин Е. П. Растительность Средний Азии и Южного Казакстана. Т. 1. Ташкент: Изд-во АН УзССР. 1961.
5. Odum E.P. Ekologiya asoslari. – Toshkent: O'qituvchi, 2004.
6. Холмуродов М., Норбобоева Т. Трансформация пастбищной растительности Байсунтау // «Биология наука XXI века», 7-Пушкинская школа-конференция молодых ученых 14-18 апреля 2003 г. Сборник тезисов. –Пушино: 2003. –С. 234.

BOBOTOG‘ HUDUDIDAGI PISTACIA VERA O‘SIMLIGINING BIOEKOLOGIYASI

Ro‘zimuhammad Nurmatov, Adiba Normurodova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Pistadoshlar oilasining 85 ta turkumga mansub 600 ga yaqin turi mavjud. Ushbu oilaga mansub buta yoki daraxtlar 300 yilgacha yashaydi. Pistadoshlar – ikki urug‘pallalilar sinfiga mansub. Pista (*Pistacia*) turkumi vakillari daraxt yoki buta shaklida o‘radi. Barglari, ko‘pincha, 3 ta bargchadan iborat, kamdan kam hollarda bargchalari bandsiz, qalin, qattiq, silliq va och yashil rangda bo‘ladi. Barg shakli keng ellipssimon yoki dumaloq tuxumsimon ko‘rinishga ega. Gulqo‘rg‘oni murakkab (ba‘zan oddiy), kosachabarglari va gultojbarglari 3 yoki 5 ta. Gullari juda mayda, bir jinsli va ikki uyli. Changchisi 4-5 tani tashkil etadi. Urug‘chisi 3 mevaibargchali, tugunchasi ustki, bir uyali. Mevasi danakmeva (pista) yoki yong‘oqcha. O‘rta Osiyoda uning 2 ta turi, O‘zbekistonda esa 1 ta turi – xandon pista (*Pistacia vera*) o‘radi. U daraxt yoki buta shaklida o‘rib, bo‘yi 5-7 metrga yetadi. Barglari ko‘pincha 3 bargchali; bargchasi yaltiroq yashil, ellipssimon yoki dumaloq tuxumsimon, qisqa bandli bo‘ladi. Changchi gullari tig‘iz, murakkab ro‘vakda, urug‘chi gullari esa siyrak ro‘vakda to‘plangan. Mevasi cho‘ziq nashtarsimon, ingichka tuxumsimon, keng tuxumsimon va dumaloq shakllarda bo‘ladi. O‘rta Osiyodagi tabiiy pistazorlarning umumiy maydoni 250 ming gektardan ortiqni tashkil etadi.



1-rasm. Pistacia vera o‘simligi.

Pista daraxtining bioekologik xususiyatlari va tarqalishi: O‘rta Osiyoda yovvoyi holda o‘sadigan chin pista (xandon pista) va to‘mtiq bargli pista turlari bor. Ularning bo‘yi 2,5–10 metr, shox-shabbasi tarqoq bo‘lib, kengligi 10–12 metrga yetadi. Pista — ikki uyli o‘simlik, -40 °C sovuqqa ham chidaydi. Aprel va may oylarining boshlarida dastlab erkak, so‘ngra urg‘ochi daraxtlar gullaydi. Gullari murakkab ro‘vaksimon to‘pguldan iborat bo‘lib, shamol yordamida changlanadi. Mevasi — bir urug‘li danak (1-rasm). Pistasi avgust-sentyabr oylarida pishib yetiladi. Pista daraxtining yaproqlari yapaloq, uzunchoqsimon bo‘lib, ko‘proq yong‘oq daraxtining bargiga o‘xshab ketadi. Butasimon shaklining bo‘yi 2–3 m bo‘lib, tomiridan bir nechta shoxchalar hosil qilib, eniga shoxlanib o‘radi. Ajablanarli tomoni shundaki, daraxtning ildizi 10–15 metrgacha chuqurlikka boradi, shu sababli u asosan yomg‘ir hamda yer osti suvlari orqali tabiiy oziqlanadi. Pista o‘sadigan eng keng maydonlar Markaziy Osiyoda joylashgan. Chin pista (*Pistacia vera*) Afg‘oniston, Qozog‘iston, Tojikiston, Turkmaniston va O‘zbekistonda tabiiy holatda uchraydi. Shuningdek, Bolgariya, Fransiya, Gretsiya, Eron, Italiya, Ispaniya, Turkiya va Liviyada introduksiya qilingan (iqlimlashtirilgan). Yevropa va Afrikada tabiiy holatda o‘smaydi. O‘zbekistonda Bobotog‘ning shimoliy qismida keng maydonlarni egallaydi, Surxon va Kofarnihon (Kofirnigon) vodiylarida ham tarqalgan.

Pista daraxti zararkunandalari: Pista (*Pistacia vera* L.) — Markaziy Osiyoda qadimdan yetishtirib kelinayotgan yong‘oqmevali daraxt bo‘lib, u turli xil zararkunanda hasharotlar, ayniqsa,

bo‘g‘imoyoqlilar uchun sevimli ozuqa manbai bo‘lib xizmat qiladi. Pista daraxtlarining barg, tana va mevasini asosan quyidagi zararkunandalar zararlaydi: pista yostiqligali qurti — *Anapulvinaria pistaciae* (Bodenheimer), pista bargxo‘ri — *Labidostomis stenostomci* (Ws.), pista qurti — *Recurvaria pistaciicola* (Dan.), pista qalqandori — *Lepidosaphes pistaciae* (Arch.).

Zararkunandalarga qarshi kurashishda agrotexnik usullar, masalan, qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan tozalash va daraxtlarni to‘g‘ri parvarish qilish muhim ahamiyatga ega. Ishlab chiqilgan ilmiy asoslangan kurash chora-tadbirlari pistazorlarning yuqori hosildorligi, ekologik barqarorligi va iqtisodiy samaradorligini ta‘minlashga xizmat qiladi. Quyida pistaning asosiy zararkunandalari bioekologik xususiyatlarini ko‘rib chiqamiz:

- Pista yostiqligali qurti (*Anapulvinaria pistaciae*): Hayot sikli bir necha asosiy bosqichdan iborat. Bahor arafasida urg‘ochi hasharotlar tuxum qo‘yadi. Tuxumlar bir necha hafta ichida lichinkalarga aylanadi. Lichinkalar yosh barg va novdalarga yopishib, ozuqa olishni boshlaydi. Ular o‘sib, bir necha marta qobiq tashlab rivojlanadi va o‘smirlik bosqichiga o‘tadi. Voyaga yetgan urg‘ochilar o‘z navbatida yangi tuxumlar qo‘yib, populyatsiyani ko‘paytiradi [2]. Bu tur iqlim sharoitiga bog‘liq holda bir yilda 1 yoki 2 marta avlod berishi mumkin. Issiq va nam iqlimda ko‘payish tezligi oshadi. Ular hayoti davomida ko‘p miqdorda shirin suyuqlik ajratadi, bu suyuqlik o‘simlik ustida qoplama hosil qilib, zamburug‘li infeksiyalar rivojlanishiga zamin yaratadi.
- Pista bargxo‘ri (*Labidostomis stenostomci*): Markaziy Osiyoda pistazorlarning eng xavfli zararkunandasi hisoblanadi. Bu qo‘ng‘iz Qozog‘iston, Turkmaniston, Tojikiston va O‘zbekistonning janubi (Bobotog‘)dagi pistazorlarga juda katta zarar yetkazadi. Qirg‘izistonda asosan pista va bodom barglari bilan oziqlanadi. Qo‘ng‘izlar ko‘k-yashil, metalsimon yaltiroq, qanotlari jilosiz to‘q sariq rangda, yelka qanotlarida bittadan qora dog‘i bor. Tana uzunligi 11–12 mm ga yetadi. Urg‘ochilari 3–5 kundan keyin juftlashadi va to‘p-to‘p qilib 60–80 ta tuxum qo‘yadi. Cho‘zinchoq tuxumlarning rivojlanish davri 8–10 kun. Tuxumdan chiqqan lichinkalar tuproqqa tushib, chirindilar ostida rivojlanishini davom ettiradi va bahorda 14–15 sm chuqurlikda g‘umbakka aylanadi. Qo‘ng‘izlarning rivojlanish davri 18–20 kun bo‘lib, kunning issiq vaqtida juda harakatchan bo‘ladi. Zararkunandaning uchib chiqishi Turkmanistonda aprel o‘rtalaridan may o‘rtalarigacha, Tojikistonda (Hisor tog‘lari) esa may o‘rtalaridan iyun o‘rtalarigacha davom etadi.
- Pista qurti (*Recurvaria pistaciicola*): Shu vaqtgacha O‘zbekiston, Turkmaniston, Tojikiston, Eronning Xuroson va Afg‘onistonning Hirot viloyatlarida tarqalgani qayd etilgan. Ayrim yillarda Turkmanistonda pista hosilining 8–20% i shu qurt tufayli nobud bo‘lgan. O‘zbekiston O‘rmon xo‘jaligi ilmiy-tadqiqot institutining ma‘lumotlariga qaraganda, Bobotog‘da pista hosilining 30–40% i aynan shu qurt tufayli boy berilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xusanov, A., & Mo‘ydinova, S. (2025). Pista (*Pistacia vera* L.) zararkunandalariga oid. *Universal xalqaro ilmiy jurnal*, 2(4.4), 146–148.
2. Haydarova, Sh. A., & Umarov, I. A. (2023). Pistaga asosiy zararkunandalarning zarari, tur tarkibi va tarqalishi. *Agro kimyo himoya va o‘simliklar karantini*, maxsus son (3), 89–90.
3. Sulaymonov, B. A., Boltayev, B. S., Anorboyev, A. R., Ortiqov, U. D., Tojiyeva, M. I., Maxmudova, Sh. A., & Abzalova, M. M. (2019). Qishloq xo‘jaligi entomologiyasi fanidan laboratoriya mashg‘ulotlari. Toshkent.
4. Yaxontov, V. V. 2024. O‘rta Osiyo qishloq xo‘jaligi o‘simliklari hamda mahsulotlarining zararkunandalari va ularga qarshi kurash. 569-570-betlar.
5. Mardonov, Sh. U., Boboxonov, M. Z., Mustafayev, I. M., & To‘raboyev, M. B. (2025). Xandon pista – *Pistacia vera* ning sitosporioz kasalligi va uning O‘zbekiston hududida tarqalishi.

SURXONDARYO VILOYATIDA TARQALGAN RA'NODOSHLAR OILASI VAKILLARIDAN XALQ XO'JALIGIDA FOYDALANISH AHAMIYATI

Mengboy Xalmuratov, Nasrullo Nazarov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Ranodoshlar oilasi (Ranunculaceae) — ikki urug'pallalilar sinfiga mansub o'simliklar oilasidir. Bu oilaga 50 dan ortiq urug' va 2000 dan ortiq tur kiradi. Asosan mo'tadil iqlim zonalarida, ba'zida esa subtropik va tog'li hududlarda uchraydi. O'zbekistonda ham ushbu oilaning bir qancha turlari mavjud bo'lib, ularning ayrimlari dorivor va dekorativ ahamiyatga ega. Ranodoshlar oilasiga mansub o'simliklar tarkibida biologik faol moddalar ko'p bo'lib, xalq tabobatida keng qo'llaniladi. Respublikamizning Surxondaryo viloyatida Namatakning ko'plab turlari o'sadi. Gullari chiroyli bo'lgan turlarini xiyobonlarda, bog'larda, yo'l yoqalarida ko'chalarda manzarali o'simlik sifatida ekiladi. Na'matak turlari bir-biridan mevasining shakli, kattakichikligi, rangi, novda po'stlog'ining rangi, hamda novdadagi tikanlarning oz-ko'pligi, joylanishiga qarab hamda barglarining shakliga qarab farqlanadi. Na'matakning shoxlanishi asosan ikki xil shaklda bo'ladi: tik va yoysimon pastga egilgan. Ular birinchi yili ko'plab vegetativ kurtaklarini hosil qiladi, keying yillarda esa gullab va meva beradi.



1-rasm. Ranodoshlar oilasi vakili namatak

Ranodoshlar o'simliklarining tashqi ko'rinishi turlicha: o'tlar, mevali daraxitlar, kamdan-kam hollarda butalar ko'rinishida bo'ladi. Barglari ko'pincha murakkab, ketmaket joylashgan, ba'zida ildiz atrofiga to'plangan. Gullari odatda ikki jinsli, va ikki xil aktinomorf, yoki zigomorf bo'ladi. Gulkosachalar 5–6 ta bargchalardan iborat, ba'zida ular rang-barang bo'lib, changlanuvchilarni jalb qiladi. Mevalari — yong'oqcha, ko'pincha yig'ma meva shaklida bo'ladi. Ranodoshlar turli muhit sharoitlariga moslashgan. Ular asosan nam va soyali joylarni xush ko'radi, ammo ba'zilariga qurg'oqchil tog' etaklarida ham duch kelish mumkin. Bu oila vakillari polimorfizmi bilan ajralib turadi — ya'ni iqlim, tuproq va namlik sharoitlariga qarab morfologik o'zgaruvchanlikka ega. Shu tufayli ular ekologik

jihatdan bardoshli va turli landshaftlarda uchraydi. Ranodoshlar Angiospermae bo‘limi, Eudicots kladi, Ranunculales tartibiga kiradi. Ba’zi mashhur urug‘lari: Ranunculus (qo‘toqqina), Anemone (shamolgul), Delphinium (zhavoronkgul), Aconitum (bo‘ribo‘ston). O‘zbekiston florasida ushbu oilaning 20 dan ortiq turi mavjud. Ranodoshlarning ko‘plab turlari qadimdan tabobatda ishlatilgan. Masalan, Aconitum turidagi o‘simliklar asab tizimi kasalliklariga qarshi, Ranunculus esa og‘riqni kamaytirish uchun. Qo‘qon na‘matagi-Rosa kokanica Regel. Poyasi tik, to‘rt qirrali, balandligi 30–100 sm. Barglari uzunchoq, qirrali, xushbo‘y. Gullari mayda, binafsha yoki pushti, poya uchida to‘plangan. Tarkibida efir moylari (mentol, limonen), flavonoidlar, C, B, E vitaminlari, marganets, magniy va temir kabi minerallar bor. Nam joylar, daryo bo‘ylari, sug‘oriladigan dalalarda o‘sadi. O‘zbekistonda Qo‘qon, Farg‘ona va Andijon viloyatlarida ko‘p uchraydi. Na‘matak choyi oshqozon og‘rig‘i, meteorizm va hazmsizlikni bartaraf qiladi. O‘t qopchasi va jiggar faoliyatini yaxshilaydi. Qon bosimini normallashtiradi, xolesterin darajasini pasaytirishga yordam beradi. C vitamini va antioksidantlarga boy, shamollash va virusli kasalliklarga qarshi samarali. Stress, uyqusizlik va asabiy taranglikni kamaytiradi.

Ularning tarkibida alkaloidlar, glikozidlar, flavonoidlar mavjud bo‘lib, bu ularni farmakologik faol qiladi. Biroq ayrim turlari zaharli bo‘lgani sababli ularni ehtiyotkorlik bilan ishlatish zarur. Ayrim ranodosh turlari ekologik o‘zgarishlar, yaylovlarning kengayishi va inson aralashuvi tufayli yo‘qolish xavfiga duch kelmoqda. O‘zbekistonning “Qizil kitobi”ga kiritilgan turlar ham mavjud. Ularni asrash va ko‘paytirish bo‘yicha choralar ko‘rilmoqda. Xulosa: Ranodoshlar oilasi morfologik jihatdan xilma-xil, ekologik jihatdan moslashuvchan bo‘lib, ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. O‘zbekiston hududida ushbu oilaning ko‘plab turlari mavjud bo‘lib, ularning dorivor xususiyatlari xalq tabobatida ishlatiladi.

SURXONDARYO HUDUDIDA MUHOFAZA QILINADIGAN NOYOB VA ENDEM O‘SIMLIKLARNING BIOEKOLOGIYASI

Ro‘zimuhammad Nurmatov, Nilufar Tojiyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

O‘zbekiston Respublikasining janubiy hududi hisoblangan Surxondaryo viloyati o‘zining noyob tabiiy-iqlimiy sharoiti, geologik va orografik jihatdan murakkab tuzilishi tufayli biologik xilma-xilligi o‘ta boy hudud sanaladi. Uning tog‘ tizmalari, adirlari, vodiy va qirlari o‘ziga xos endem va noyob o‘simliklar tarkibi bilan ajralib turadi. Bu hududdagi o‘simliklarning ko‘pchiligi boshqa joylarda uchramaydi yoki tarqalish maydoni juda cheklangan bo‘lib, ularning bioekologik xususiyatlarini o‘rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Qizil kitobning 2019-yilgi nashriga ko‘ra, O‘zbekiston florasining yo‘qolib ketish xavfi ostida qolgan 329 turi kiritilgan. Bu turlarning taqdiri bilan respublika mutaxassislari va olimlari muttasil shug‘ullanib kelmoqda. Ularning olib borgan kuzatishlari ayrim o‘simlik turlarining soni va tarqalish maydoni ancha kengayganligini ko‘rsatmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Qizil kitobiga kiritilgan o‘simlik turlari soni solishtirib o‘rganilganda, 2009-yilgi nashrda 321 tur kiritilgan bo‘lsa, 2019-yilgi nashrdan 48 oilaga mansub 329 turdagi o‘simlik joy olgan.

Surxondaryo viloyatidagi kamyob, yo‘qolib ketish xavfi ostida turgan, endemik va noyob o‘simlik turlarini, ularning bioekologik xususiyatlarini o‘rganish hamda hisobga olish, doimiy monitoring qilish o‘ta dolzarb masala hisoblanadi. O‘zbekistonda tashkil qilingan qo‘riqxonalar, buyurtmaxonalar, pitomniklar va milliy tabiat bog‘larida turlarning tarqalishi, uchrash manzillari, identifikatsiyasi, tavsifi, morfologik, biologik va ekologik xususiyatlari hamda endem turlarni muhofaza qilishga doir qator ilmiy ishlar olib borilgan. Muhofaza qilinadigan tabiiy hududlar florasining taksonomik tarkibini aniqlash, floraning zamonaviy konspektini tuzish va muhofazaga muhtoj turlarni aniqlashga qaratilgan tadqiqot ishlari turli mamlakat botanik olimlari tomonidan olib borilmoqda. Jumladan, Termiz davlat universiteti botaniklari ham bevosita hududda dala tadqiqotlarini olib bormoqda. Masalan, professor S. To‘raev va boshqa mahalliy tadqiqotchilar viloyatdagi kamyob o‘simliklarning monitoringi bilan doimiy shug‘ullanib kelishmoqda.

Endemiklar, endemlar (yunoncha — “mahalliy”) — tarqalishi nisbatan kichik geografik hudud bilan cheklangan hayvonlar va o‘simliklar oilalari, urug‘lari, turlari yoki boshqa taksonlaridir. Endemiklar ma’lum bir flora yoki faunaning o‘ziga xos tarkibiy qismi hisoblanadi. Endemizmning rivojlanishi geografik chegaralanish, iqlim va edafik (tuproq) sharoitlari, shuningdek, biologik omillar (parazitlik, raqobat va boshqalar) bilan uzviy bog‘liq.

Tur endemizmi juda cheklangan miqyosda bo‘lishi ham mumkin. Endemiklar ko‘proq okean orollarida, tog‘li hududlarda va ko‘llarda uchraydi. Masalan, Avliyo Yelena oroli florasining 85% i, Kavkaz florasining 20% ga yaqini, Baykal ko‘li faunasi va florasining 75% ga yaqin turi endemiklardan iborat.

Neoendemiklar — yaqin o‘tmishda chegaralangan hududlarda paydo bo‘lgan, progressiv rivojlanayotgan yosh turlar yoki formalar hisoblanadi.

O‘zbekiston florasida bo‘yicha endem turlarning soni, ularning oilalar bo‘yicha taqsimlanishi hamda tog‘ va tekisliklarda o‘sish sharoitiga ko‘ra tarqalishi tahlil qilinganda e’tiborga molik ma’lumotlar yuzaga chiqadi. Masalan, dunyo miqyosida eng turga boy hisoblangan murakkabguldoshlar oilasining (1000 turkum, 30 000 tur) O‘zbekistonda 122 turkumi va 567 turi tarqalgan bo‘lib, shundan atigi 14,8 foizi endem hisoblanadi. Garchi murakkabguldoshlar oilasi umumiy turlar soniga ko‘ra boy bo‘lsa-da, endem turlarining foiz nisbati bo‘yicha 15-o‘rinda turadi.

Boshqa oilalar tahliliga ko‘ra:

- Kavardoshlar oilasining O‘zbekistonda uchraydigan 6 turidan 2 tasi (33,6%);

- Kermakdoshlar oilasining 38 turidan 12 tasi (31,4%) endemdir.
- O‘zbekistonda tarqalgan o‘simlik turkumlari orasida endem turlarga eng boylari quyidagilardir:
- *Cousinia* (Kuziniya) — 133 turdan 52 tasi;
- *Eremostachys* (Eremostaxis) — 36 turdan 13 tasi;
- *Acantholimon* (Akantolimon) — 24 turdan 10 tasi;
- *Hedysarum* (Qizilmiya / Xedizarum) — 19 turdan 11 tasi.

Umumiy O‘rta Osiyo miqyosida tahlil qilinganda esa 3336 tur yoki jami floraning 46% i endem hisoblanadi. Turlarning mintaqalar bo‘yicha tarqalishi o‘rganilganda, ular tekisliklarga nisbatan tog‘li hududlarda ancha ko‘p o‘sishi ma’lum bo‘ldi (tog‘larda 337 tur, tekisliklarda atigi 44 tur). Hayotiy shakliga ko‘ra, endemiklarning eng katta qismi (256 tur) ko‘p yillik o‘tlarga to‘g‘ri keladi.

Ko‘pchilik endem turlar o‘ziga xos va murakkab ekologik muhitda yashashga o‘ta ixtisoslashgan. Mezozoy va kaynozoy eralari qoldiqlaridan iborat qoyalar, gipsli qatlamlar, turli rangdagi toshloq yonbag‘irlar, sho‘rxoklar, qumli maydonlar va tepaliklar shular jumlasidandir.

Afsuski, so‘nggi yillarda o‘simlik boyliklariga befarq munosabatda bo‘lish va ulardan noto‘g‘ri foydalanish oqibatida ko‘plab noyob o‘simlik turlarining zaxiralari kamayib, yo‘qolib ketish xavfi ostida qolmoqda. Hozirgi kunda “Qizil kitob”ga kiritilishi lozim bo‘lgan o‘simlik turlari soni 163 tadan oshib, 300 tagacha yetdi. Ularning deyarli barchasi endem turlardir. Endem turlarni saqlab qolish va ko‘paytirish maqsadida qat’iy muhofaza etiladigan hududlar — yangi qo‘riqxonalar, buyurtmaxonalar va tabiat yodgorliklarini tashkil etish zarur.

Har bir mamlakat o‘z endemik turlarini o‘rganishi nafaqat amaliy, balki nazariy jihatdan ham ulkan ahamiyatga ega. Endemik turlarni har tomonlama o‘rganish:

1. Hudud florasi va o‘simliklar qoplaminig shakllanishiga doir evolyutsion bosqichlarga aniqlik kiritishda muhim rol o‘ynaydi;
2. O‘simlik resurslaridan samarali va oqilona foydalanish choralarini belgilash imkonini beradi;
3. O‘zbekiston florasining o‘ziga xos xususiyatlari va sifati haqida to‘liq tasavvur uyg‘otadi.

O‘zbekiston Respublikasi florasining endem turlari tarqalgan hududlarga e’tibor qaratadigan bo‘lsak, ushbu o‘simliklar u yerdagi qiyin ekologik muhitga to‘liq moslashganini va mos ravishda o‘ziga xos biologik, morfologik ko‘rinishlar hosil qilganini ko‘rishimiz mumkin.



1-rasm. Surxon efedra (*Ephedra lomatolepis*).

Surxondaryo hududida uchraydigan ayrim noyob va endemik o‘simlik turlari:

- Surxon efedrasi (*Ephedra lomatolepis*): Bu o‘simlik faqat Surxon vodiysida uchraydi. Dori-darmon sanoatida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ayniqsa, bronxit va allergik kasalliklarni davolashda keng ishlatiladi. Tarqalish areali juda cheklanganligi bois, yo‘qolib ketish xavfi ostida turibdi.

- Surxon zig'irchasi (*Linum surkhanicum*): Zig'irdoshlar oilasi, zig'ir turkumiga mansub bu o'simlik faqat Surxondaryo hududida o'sadi. U juda kichik maydonlarda tarqalgan bo'lib, atrof-muhitning ekologik omillari o'zgarishiga o'ta sezgir hisoblanadi.
- G'ur-g'ur lolasi (*Tulipa micheliana*): Asosan G'ur-g'ur tog'lari va uning atrofida uchraydi. Bahor oylarida gullaydi hamda o'zining yorqin rangi bilan ajralib turadi. Ushbu tur yovvoyi lola turlarining tabiiy genofondini saqlab qolishda juda muhim ilmiy ahamiyatga ega.
- Surxon shuvoqi (*Artemisia surkhanica*): Murakkabguldoshlar oilasining shuvoqlar turkumiga mansub bo'lib, o'ziga xos dorivor xususiyatlarga ega. Cheklangan hududlarda, ko'pincha quruq tog' yonbag'irlarida o'sadi.
- Jurabekia: Ushbu o'simlik Surxondaryo viloyatida topilgan noyob takson bo'lib, faqatgina shu mintaqada o'sadi. U genetik jihatdan qadimgi ajdodlari bilan bevosita bog'liqligi (relikt ekanligi) ehtimoli yuqori bo'lganligi sababli, evolyutsion fan va o'simliklar filogeniyasi uchun juda qimmatli manba hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Allayorov, R. X. (2024). Janubi-g'arbiy Hisorning biologik xilma-xilligi va ularni muhofaza qilish choralari. Geografiya: nazariyadan amaliyotga, 26-bet.
2. Batoshov, A. R., & Hoshimov, H. R. (2021). Farg'ona vodiysida tarqalgan o'simliklarning biologik xilma-xilligini saqlash. International Scientific Conference on: "Innovative strategies for rapid restoration of small and medium agriculture, horticulture and flower business after the Covid-19 pandemy". Namangan, 44–47-betlar.
3. Qo'chqorov, B. T., Xasanov, F. O., Tojiboyev, K. Sh. va boshq. (2019). O'zbekiston Respublikasi Qizil kitobi. I jild (O'simliklar). Toshkent.
4. Sodiqova, D. G., & Jumayeva, D. A. (2023). Manzarali o'simliklar. Toshkent.
5. Davlatovna, S. O., & Mavluda, O. S. (2024). Endem dorivor o'simliklarning kelib chiqish areali hamda O'zbekiston viloyatlari bo'yicha taqsimlanishi. Science and innovation, 3(Special Issue 53), 407–411-betlar.

DONLI EKINLAR ZARARKUNANDALARINING BIOLOGIK XUSUSIYATLARI

Shaxlo Tojimuratova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Insoniyatning asosiy ozuqa manbai bo‘lgan g‘allachilikda hosilning sifat va miqdor ko‘rsatkichlari bevosita o‘simliklarni himoya qilish tizimiga bog‘liq. Dunyo entomologlarining xulosalariga ko‘ra, zararkunanda hasharotlar nazorat qilinmasa, hosilning 30 foizidan 50 foizigacha qismi nobud bo‘lishi mumkin. Zararkunandalarning biologik xususiyatlarini — ularning ko‘payish tezligi, oziqlanish spektri va atrof-muhitga moslashuvchanligini o‘rganish samarali himoya tizimining asosi hisoblanadi.

1. Zararli xasva (*Eurygaster integriceps*) - Sifat kushandasi



1-rasm. Zararli xasva.

Zararli xasva donli ekinlarning eng xavfli dushmanidir. Uning biologiyasi bir yillik siklga ega. Kattalar (imago) holidagi tog‘ yonbag‘irlarida, xazonlar ostida qishlaydi. Bahorda havo harorati +12-14°C ga yetganda maysazorlarga ko‘chib o‘tadi.

Xasva donni chaqqanda unga o‘zining kuchli so‘lak fermentini yuboradi. Bu ferment dondagi kleykovina (oqsil) zanjirini parchalaydi. Natijada bunday dondan olingan un yopishqoqlik xususiyatini yo‘qotadi, xamir ko‘tarilmaydi va non pishirishga mutlaqo yaroqsiz bo‘lib qoladi.

2. G‘alla tripslari (*Haplothrips tritici*) — Yashirin zarar yetkazuvchilar.



2-rasm. G‘alla tripslari.

Tripslar juda kichik (1.5-2 mm) bo‘lishiga qaramay, ularning zarari ulkan. Lichinka holidagi tuproqning yuqori qatlamida qishlaydi. Boshqalanish davrida paydo bo‘lib, boshqoq qobiqlari orasiga kirib oladi. Ular don shirasi bilan oziqlanadi, bu esa "oq boshqolilik" yoki donlarning puch bo‘lib qolishiga olib keladi. Yashirin hayot tarzi tufayli ularni aniqlash va yo‘q qilish qiyinchilik tug‘diradi.

3. G‘alla shirasi (*Aphididae*) — Viruslar tashuvchisi.



3-rasm. G'alla shirasi.

Shiralar o'zining hayratlanarli ko'payish qobiliyati bilan ajralib turadi. Bir mavsumda 10 tadan 15 tagacha avlod berishi mumkin. Ular tirik tug'ish (partenogenez) xususiyatiga ega, ya'ni erkak hasharot ishtirokisiz ham tez ko'payaveradi. O'simlikning barg va poyasini so'rib, uni fiziologik jihatdan zaiflashtiradi. Eng yomoni, ular virusli kasalliklarni (masalan, arpa sarg'ayish mitti virusi) bir o'simlikdan ikkinchisiga yuqtiradi.

So'nggi o'n yillikda global isish zararkunandalarning biologik chegaralarini o'zgartirdi. Qish yumshoq kelishi natijasida hasharotlar odatdagidan 15-20 kun oldin uyg'onmoqda. Kimyoviy preparatlarning nazoratsiz qo'llanilishi oqibatida hasharotlar genetik darajada zaharli moddalarga o'rganib qolmoqda. Ilgari faqat tropik mintaqalarda uchraydigan zararkunandalarning shimoliy hududlarga ko'chib o'tishi kuzatilmoqda.

Faqatgina kimyoviy ishlov berish orqali yuqori natijaga erishib bo'lmaydi. Zamonaviy qishloq xo'jaligi quyidagi bosqichlarni talab etadi:

- Fitosanitar monitoring: Daladagi hasharotlar sonini muntazam hisoblab borish. Agar 1 m² maydonda xasva soni 2 tadan oshsa (IZM), shundagina kimyoviy ishlov beriladi.
- Biologik nazorat: Tabiatdagi "oltinko'z", "xonqizi" va "trixogramma" kabi foydali hasharotlarni saqlab qolish va ularni sun'iy ko'paytirib dalaga chiqarish.
- Agrotexnika: To'g'ri almashlab ekish, o'z vaqtida oziqlantirish va yerni chuqur haydash hasharotlarning qishlash sharoitini buzadi.

Donli ekinlar zararkunandalarini o'rganish shuni ko'rsatadiki, samarali natija faqatgina hasharotning biologik hayot sikliga qarab ish tutilganda beradi. Bugungi kun agronom-entomologi nafaqat zaharli moddalarni qo'llashi, balki tabiatdagi muvozanatni saqlagan holda hasharotlar populyatsiyasini boshqarishi lozim. Kelajakda genetik jihatdan zararkunandalarga chidamli navlarni yaratish va raqamli monitoring tizimlarini (dronlar va sensorlar) joriy etish ushbu muammoni hal qilishda asosiy omil bo'ladi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

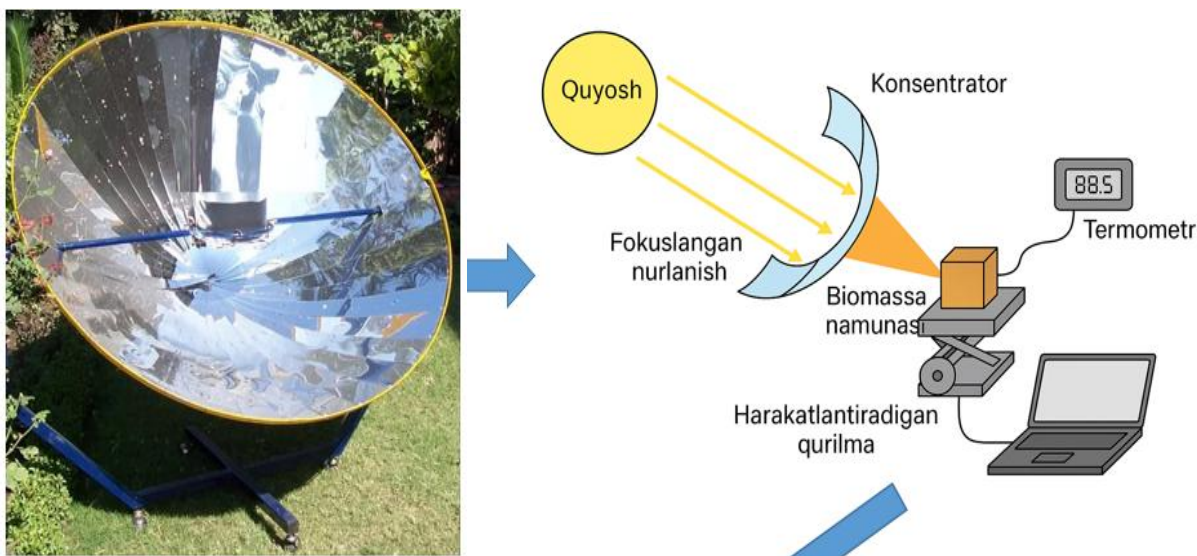
1. Hamrayev, A. Sh., Hasanov, B. A. va boshq. (2012). G'alla ekinlarini himoya qilish. Toshkent: Sharq.
2. Xo'jayev, Sh. T. (2014). Qishloq xo'jaligi entomologiyasi. Toshkent: Fan va texnologiya.
3. Sulaymonov, B. A. (2018). O'simliklarni himoya qilishning zamonaviy usul va vositalari. Toshkent: Navro'z.
4. O'zbekiston Respublikasi Qishloq xo'jaligi vazirligi. (2022). Kimyoviy himoya vositalari, defoliantlar va ratsidlar ro'yxati. Toshkent: Davlat kimyo komissiyasi nashri.
5. CABI (Centre for Agriculture and Bioscience International). (2024). Crop Protection Compendium: Eurygaster integriceps and Haplothrips tritici biology.

QUYOSH KONSENTRATORI ASOSIDA BIOMASSA VA PLASTIK CHIQUINDILARDAN UGLERODLI MATERIALLAR OLISH

A. Jumanazarova, O‘. O‘ljayev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bugungi kunda qayta tiklanmaydigan energiya manbalariga qaramlikni kamaytirish va chiqindilarni utilizatsiya qilishda yuqori samarali fizik usullardan foydalanish dolzarb masaladir. Ushbu tadqiqotning asosi quyosh radiatsiyasini yuqori zichlikdagi issiqlik energiyasiga aylantiruvchi quyosh konsentratorlari yordamida biomassa va plastik polimerlarni termokimyoviy parchalash jarayoniga tayanadi. Fizik nuqtai nazardan, quyosh konsentratori (masalan, parabolik ko‘zgu) elektromagnit nurlanishni fokal nuqtada to‘plab, Stefan-Bolsman qonuniyatlariga muvofiq, reaktor ichida juda yuqori temperaturani (500°C – 1500°C) hosil qiladi. Bu jarayon an‘anaviy isitish usullaridan farqli o‘laroq, "toza" issiqlik oqimini ta‘minlaydi va tashqi yoqilg‘i sarfini nolga tushiradi. Biomassa va plastik chiqindilarning molekulyar bog‘lanishlari (C-C, C-H) yuqori issiqlik energiyasi ta‘sirida destruksiya uchraydi. Fizikaviy tahlil shuni ko‘rsatadiki, fototermik konvetsiya natijasida moddaning ichki energiyasi ortadi va murakkab polimer zanjirlari uzilib, barqaror uglerodli nanostrukturalar, bio-ko‘mir va uglerod nanotrublikalari hosil bo‘lishiga olib keladi. Bunda quyosh oqimining zichligi va issiqlik almashinuvi tezligi hosil bo‘ladigan mahsulotning strukturaviy va teksturaviy xususiyatlarini (solishtirma sirt yuzasi, g‘ovakliligi) aniqlab beruvchi asosiy faktorlardir. Quyosh konsentratori asosida uglerodli materiallar olish jarayoni murakkab termodinamik va kinetik o‘zgarishlar majmuasidan iborat. Jarayonning samaradorligi bevosita nurlanish energiyasining material sirtida yutilishi va uning hajmi bo‘ylab issiqlik o‘tkazuvchanlik darajasiga bog‘liq.



Fokusslangan quyosh nurlanishining yuqori zichlikdagi issiqlik oqimiga aylanishi (fototermik

konversiya) material tarkibidagi C-C va C-H bog‘larini uzish uchun yetarli bo‘lgan aktivlanish energiyasini minimal vaqt oralig‘ida ta‘minlaydi. Bu an‘anaviy isitish usullariga qaraganda jarayonning kinetik tezligini sezilarli darajada oshiradi. Quyosh pirolizi natijasida olingan uglerodli materiallar o‘ziga xos fizik parametrlarga ega. Yuqori haroratli gradiyent ta‘sirida materialning g‘ovakliligi va solishtirma sirt yuzasi ortishi aniqlandi. Bu holat uglerod atomlarining tartibsiz (amorf) holatdan yanada barqaror geksagonal (grafitga o‘xshash) strukturalarga o‘tishi bilan asoslanadi. Fizik model asosida hisoblangan energiya balansi shuni ko‘rsatdiki, quyosh konsentratoridan foydalanish tashqi energiya sarfini (CO_2 emissiyasi bilan bog‘liq bo‘lgan yoqilg‘ilarni) nolga tushiradi. Bu "yashil" fizika tamoyillariga to‘liq mos kelib, chiqindini yuqori texnologik mahsulotga (nanouglerod, adsorbent) aylantirishning eng maqbul yo‘lidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Saidov, M. S. (2015). *Quyosh energiyasidan foydalanishning fizik asoslari*. Toshkent, "Fan". (Quyosh konsentratorlari va ularning issiqlik texnikasi).
2. Avezov, R. R., & Vaxidov, A. Kh. (2018). *Solar Thermal Power Plants*. (Geliotermik qurilmalarning fizik modellari va issiqlik balansiga oid tadqiqotlar).
4. Mamatkosimov, M. A. (2021). *Biomassa va polimer chiqindilarini termik qayta ishlash texnologiyalari*. O‘zbekiston fizika jurnali.
5. Klichev, Sh. I. (2019). *Konsentrlangan quyosh nurlanishi ostida kechadigan issiqlik almashinuv jarayonlari*. (Konsentratorlarning fokusidagi fizik jarayonlar tahlili).

BOYIMODARON (ACHILLEA MILLEFOLIUM L.) O‘SIMLIGINING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI

D. Sodiqova, M. Yaxshiboyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bugungi kunda tabiiy floramizdagi dorivor o‘simliklar zaxirasini saqlash va ularning turli iqlimiy sharoitlarga moslashish imkoniyatlarini o‘rganish botanika fanining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tibbiyotda keng qo‘llaniladigan Boyimodaron (*Achillea millefolium* L.) o‘simligining bioekologik xususiyatlarini tadqiq etish, uni Surxondaryo viloyati kabi issiq va qurg‘oqchil hududlarda madaniylashtirish hamda xomashyo bazasini yaratish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida aniqlanishicha, *Achillea millefolium* L. o‘simligi o‘zining bioekologik ko‘rsatkichlariga ko‘ra yuqori darajadagi plastiklikka ega bo‘lib, u dengiz sathidan 2500 metrgacha bo‘lgan balandliklarda, turli iqlim mintaqalarida barqaror populyatsiyalar hosil qiladi [1]. O‘simlikning yorug‘likka bo‘lgan munosabati uning fotofil tabiati bilan belgilanadi; soya darajasi 30-40% dan oshganda, o‘simlikning generativ poyalari soni 2 barobargacha kamayishi va gullash muddati kechikishi kuzatiladi.

Tuproq-ekologik sharoitiga ko‘ra, boyimodaron turli xil substratlarda o‘sa oladi, biroq maksimal fitomassa to‘planishi tuproq namligi 60-70% bo‘lgan, azot va fosfor ga boy bo‘z tuproqlarda qayd etiladi [2]. Surxondaryo viloyatining issiq iqlimi sharoitida o‘simlik kserofitlik strategiyasini qo‘llaydi: uning poyasi va barglari mayda kulrang tukchalar bilan qoplanadi, bu esa quyosh radiatsiyasini qaytarishga va transpiratsiya jadalligini 1,5 martagacha pasaytirishga xizmat qiladi.

O‘simlikning fenologik rivojlanishi gidrotermik koeffitsiyentga bevosita bog‘liq bo‘lib, havo harorati barqaror +15-18°C ga yetganda o‘simlikda shoxlanish va g‘unchalash jarayoni boshlanadi. Boyimodaronning o‘ziga xos bioekologik xususiyatlaridan biri uning "allelapatik" ta’siridir; ya’ni u atrofdagi boshqa o‘simliklarning o‘shini tartibga soluvchi fitonsidlar ajratib chiqaradi va bu uning tabiiy jamoalarda (fitotsenozlarda) ustunlik qilishiga yordam beradi. Ildiz tizimining sudraluvchi xususiyati tufayli u bir mavsumda o‘z egallagan maydonini 20-30 sm gacha kengaytirish imkoniga ega bo‘lib [3], bu uning vegetativ tiklanish koeffitsiyentini oshiradi.

Xulosa qilib aytganda, Olingan natijalarni umumlashtirgan holda aytish mumkinki, *Achillea millefolium* L. turining bioekologik plastikligi va ekstremal haroratlarga chidamliligi uni Surxondaryo florasining istiqbolli dorivor o‘simligi sifatida tavsiflaydi. Turning tabiiy populyatsiyalarini muhofaza qilish bilan bir qatorda, uning yuqori reproduktiv imkoniyatlaridan foydalanib, sanoat miqyosida madaniy plantatsiyalar barpo etish hamda qurg‘oqchil hududlar fitomelioratsiyasida foydalanish ilmiy va amaliy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ahmedov O‘.A., Ergashev A. “Dorivor o‘simliklar yetishtirish texnologiyasi”. – Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2021. – 240 b.
2. Muradov G‘.M., Safarov K.S. “O‘simliklar ekologiyasi”. – Toshkent: Noshir, 2014. – 312 b. (O‘simliklarning tashqi muhit omillariga moslashish mexanizmlari bo‘yicha).
3. Pratorov O‘.P., Nabiyeu M.M. “O‘zbekiston yuksak o‘simliklarining zamonaviy tizimi”. – Toshkent: O‘qituvchi, 2007. – 160 b.

DORIVOR O‘SIMLIKLARDA UCHRAYDIGAN KASALLIKLARGA QARSHI KURASHDA BIOTEXNOLOGIK USULLARDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI

Zebiniso Soatmurodova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi kunda dorivor o‘simliklar farmatsevtika sanoatining muhim xom ashyo manbasi hisoblanib, ularning biologik faol moddalarga boyligi turli kasalliklarni davolashda keng qo‘llanilishiga sabab bo‘lmoqda [1]. Aholining tabiiy dori vositalariga bo‘lgan ehtiyojining ortib borishi dorivor o‘simliklarni ko‘paytirish, ularning hosildorligini oshirish va sifatini yaxshilash masalalarini dolzarb etib qo‘ymoqda. Biroq dorivor o‘simliklarni yetishtirish jarayonida turli kasalliklarning keng tarqalishi ushbu jarayonga salbiy ta‘sir ko‘rsatmoqda [2]. Dorivor o‘simliklarda uchraydigan asosiy kasalliklar fitopatogen zamburug‘lar, bakteriyalar va viruslar ta‘sirida yuzaga keladi. Ushbu kasalliklar o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishini susaytirib, hosildorlikni kamaytiradi hamda biologik faol moddalarning miqdoriga salbiy ta‘sir qiladi. Natijada dorivor xom ashyoning sifati pasayadi. Ayniqsa, virusli kasalliklar o‘simliklarda yashirin kechishi bilan ajralib turadi va ko‘paytirish materiallari orqali tez tarqaladi [3].

An‘anaviy usullarda o‘simlik kasalliklariga qarshi kurashishda asosan kimyoviy preparatlardan foydalaniladi. Biroq ularning uzoq muddatli qo‘llanilishi ekologik muvozanatning buzilishiga, tuproq va suv resurslarining ifloslanishiga hamda inson salomatligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, dorivor o‘simliklar uchun kimyoviy moddalarning qoldiq miqdori alohida ahamiyatga ega bo‘lib, bu ularning farmakologik xavfsizligiga ta‘sir qiladi. Shu sababli ekologik toza, samarali va innovatsion usullarni qo‘llash zarurati yuzaga kelmoqda [4].

Zamonaviy biotexnologik yondashuvlar dorivor o‘simliklarda uchraydigan kasalliklarga qarshi kurashishda muhim istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Jumladan, in vitro sharoitida o‘simliklarni mikroklonal ko‘paytirish orqali sog‘lom, viruslardan xoli ekish materiallarini olish mumkin. Bu usul kasalliklarning tarqalishini kamaytirish bilan birga, o‘simliklarning genetik bir xilligini ta‘minlaydi va yuqori sifatli ko‘chatlar yetishtirish imkonini beradi [5].

Shuningdek, biokontrol usullari, ya‘ni foydali mikroorganizmlar yordamida patogenlarga qarshi kurashish keng qo‘llanilmoqda. Bunday mikroorganizmlar o‘simlik ildiz zonasida rivojlanib, fitopatogenlarning o‘sishini cheklaydi yoki ularni bostiradi. Natijada o‘simlikning tabiiy immuniteti kuchayadi. Ayniqsa, bakterial va zamburug‘li preparatlar ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi [6].

Molekulyar biologiya va gen muhandisligi sohasidagi yutuqlar esa kasalliklarga chidamli o‘simlik navlarini yaratishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Markerga asoslangan seleksiya va genetik modifikatsiya usullari orqali patogenlarga chidamli genotiplarni aniqlash va amaliyotga joriy etish imkoniyati kengaymoqda. Bu esa o‘simliklarni himoya qilishda yangi bosqichni boshlab bermoqda [7].

Bundan tashqari, elicitorlar va biostimulyatorlardan foydalanish orqali o‘simliklarning himoya tizimini faollashtirish mumkin. Ushbu moddalar o‘simliklarda stressga qarshi javob reaksiyalarini kuchaytirib, himoya fermentlari va ikkilamchi metabolitlar sintezini oshiradi. Natijada o‘simliklar kasalliklarga nisbatan chidamlaroq bo‘ladi va ularning dorivor qiy mati ham ortadi. [8]

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida biotexnologik usullarning dorivor o‘simlik kasalliklariga qarshi samaradorligi aniqlanib, ularning qo‘llanilishi o‘simliklarning o‘sishi, rivojlanishi va hosildorligiga ijobiy ta‘sir ko‘rsatishi kuzatildi. Shu bilan birga, ushbu usullarni amaliyotga joriy etish ekologik toza mahsulot yetishtirish imkonini beradi [1].

Xulosa qilib aytganda, dorivor o‘simliklarda uchraydigan kasalliklarga qarshi kurashishda biotexnologik usullardan foydalanish istiqbollari keng bo‘lib, ular o‘simliklarni samarali himoya qilish, yuqori sifatli dorivor xom ashyo yetishtirish va atrof-muhitni muhofaza qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Kelgusida ushbu yo‘nalishda olib boriladigan ilmiy tadqiqotlar yangi biopreparatlar yaratish,

kasalliklarga chidamli navlarni ishlab chiqish va biotexnologik usullarni keng joriy etishga qaratilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Mohammed, D. M., Korma, S. A., Alshahrani, M. Y. va boshq. (2025). Medicinal plants: bioactive compounds, biological activities, combating multidrug-resistant microorganisms, and human health benefits - a comprehensive review. *Frontiers in Immunology*, 16, 1491777.
2. Avasiloaiei, D. I., Calara, M., Brezeanu, P. M., Murariu, O. C., & Brezeanu, C. (2023). On the future perspectives of some medicinal plants within Lamiaceae botanic family regarding their comprehensive properties and resistance against biotic and abiotic stresses. *Genes*, 14(5), 955.
3. Shuping, D. S. S., & Eloff, J. N. (2017). The use of plants to protect plants and food against fungal pathogens: A review. *African Journal of Traditional, Complementary, and Alternative Medicines*, 14(4), 120–127.
4. Akhtar, H., Usman, M., Binyamin, R., Hameed, A., Arshad, S. F., Aslam, H. M. U. va boshq. (2024). O‘simlik kasalliklarini boshqarishda qo‘llaniladigan an‘anaviy strategiyalar va zamonaviy texnologiyalar: keng qamrovli umumiy ma’lumot. *Agronomiya*, 14(9), 2175.
5. Singh, R. K., & Chokheli, V. A. (2025). O‘simliklar biotexnologiyasi: In vitro o‘simliklarni saqlash va mikroko‘paytirishda qo‘llanilishi. *Horticulturae*, 11(4), 358.
6. El-Saadony, M. T., Saad, A. M., Soliman, S. M., Salem, H. M., Ahmed, A. I. va boshq. (2022). Plant growth-promoting microorganisms as biocontrol agents of plant diseases: Mechanisms, challenges and future perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 13, 923880.
7. Manzoor, S., Nabi, S. U., Rather, T. R., Gani, G., Mir, Z. A. va boshq. (2024). Advancing crop disease resistance through genome editing: a promising approach for enhancing agricultural production. *Frontiers in Genome Editing*, 6, 1399051.
8. Popa, A., Zugravu, M.-M., & Israel-Roming, F. (2026). Meva ekinlarini himoya qilishda o‘simliklarni himoya qilish vositalarini yagona sog‘liqni saqlash yondashuvi bilan qo‘llash. *Agronomiya*, 16(5), 590.

DENOV TUMANI SHAROITIDA AHOLINING ASKARIDDOZ VA ENTEROBIOZ KASALLIKLARI BILAN KASALLANISH HOLATLARINI O‘RGANISH

S. Xakimova, S. Mirzoqulov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

JSST ning 2020 yil 2 martdagi ma’lumotiga ko‘ra butun dunyoda 1,5 milliarddan ortiq, ya’ni dunyo aholisining 24 foizi tuproq orqali yuqadigan gelmint infeksiyalari bilan kasallangan. 267 milliondan ortiq maktabgacha yoshdagi bolalar va 568 milliondan ortiq maktab yoshidagi bolalar ushbu parazitlar intensiv tarqaladigan hududlarda yashaydilar va ular davolash va profilaktika choralariga muhtoj [1,2]. O‘tkir askaridoz invazyalari yiliga 60000 ga yaqin o‘limga olib keladi, asosan bolalarda ichak tutilishi tufayli o‘lim holati kuzatiladi.

Askaridoz qo‘zg‘atuvchisi askarida hisoblanadi. Askaridoz peroral geogelmintoz va antroponozdir. Urg‘ochi askaridaning bo‘yi 25 – 40 sm, erkagining bo‘yi 15 – 25 sm. Urg‘ochi askarida odam ichagida oval shaklidagi, parda bilan qoplangan tuxum qo‘yadi. Askaridoz geogelmint bo‘lgani sababli parazitning rivojlanish siklining boshlang‘ich bir qismi tuproqda bo‘lib o‘tadi. Shuni aytib o‘tish lozimki, askaridoz qo‘zg‘atuvchisining tashqi muhitda rivojlanishi uchun tabiatda sharoit, ya’ni tabiiy qulay omil ta’siri bo‘lishi kerak. Tashqi muhitda harorat 13 – 30°C issiq bo‘lgan paytda askaridaning tuxumidan lichinkalar rivojlana boshlaydi. Shuning uchun ham askarida iliq va issiq mamlakatlarda ko‘p uchraydi. Askaridaning tuxumi odamning axlati bilan tashqariga ajraladi. Odamlarning axlatini go‘ng sifatida ishlatib yetkazilgan ko‘kat va sabzavot rezavor mahsulotlarni yuvmasdan iste’mol qilish askaridoz kasalligini yuqtirishga olib keladi.

Bunday holatni Respublikamiz aholisi orasida kasallikning yildan yilga turg‘un holatda qayd etib turilganligi, uning aksariyat hollarda surunkali tus olishi va noxush asoratlarga olib kelayotganligi yaqqol ko‘rsatib turibdi. Olingan ma’lumotlarga ko‘ra, 2013 -2023 yillarda Respublikamizda askaridoz bilan kasallanishda pasayish tendensiyasi kuzatilgan [4].

Enterobioz, asosan, ichak parazitizmi bilan bog‘liq bo‘lib, qurtlar tuxumlari orqali yuqadi. Kasallik ko‘pincha asimptomatik bo‘lishi mumkin, lekin qurtlar ko‘payganda, bemorlarda noqulaylik va qichishish kuzatiladi. Enterobiozning asosiy tarqalish yo‘llari orasida maishiy-kontakt yo‘l (ifloslangan qo‘llar, buyumlar, to‘shaklar) va chang orqali yuqishi ham bor. Ayniqsa, gigiyena qoidalariga to‘liq rioya qilinmagan joylarda kasallikning surunkali shakllari uchraydi. Bundan tashqari, enterobioz bolalar salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi bilan birga, ularning psixologik va akademik rivojlanishiga ham salbiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.

Enterobiozning tarqalishi turli ijtimoiy-iqtisodiy omillarga ham bog‘liq bo‘lib, aholi daromad darajasi past bo‘lgan hududlarda kasallik yuqori darajada uchraydi. Ayniqsa, maktabgacha ta’lim muassasalarida va bolalar orasida kasallikning keng tarqalishi kuzatiladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, enterobioz bilan kasallangan bolalarda allergik kasalliklar, jumladan bronxial astma va atopik dermatit xavfi yuqori bo‘ladi.

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma’lumotlariga ko‘ra, enterobioz bilan kasallanganlarning ko‘pchiligi 5-14 yoshli bolalar hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, turmush sharoitlari, ta’lim muassasalaridagi gigiyena darajasi va ijtimoiy-iqtisodiy omillar enterobiozning tarqalishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Boshqa parazitlar kasalliklarga nisbatan enterobiozning o‘ziga xos xususiyatlaridan biri bu uning qisqa hayot sikliga ega ekanligi bo‘lib, bu tez-tez reinfeksiyaga olib keladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, agar uy sharoitida umumiy gigiyena qoidalariga qat’iy rioya qilinmasa, oilaviy reinvaziya darajasi juda yuqori bo‘lishi mumkin.

Tadqiqotlarga ko‘ra, enterobioz rivojlangan mamlakatlarda 30-60% bolalar orasida uchrashi mumkin, ba’zi joylarda esa bu ko‘rsatkich 90% gacha yetadi. Shuningdek, enterobiozning tarqalishining

mavsumiyligi ham kuzatiladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, enterobiozning eng yuqori tarqalishi bahor va kuz oylariga to'g'ri keladi, bu esa iqlim sharoitlari va bolalarning guruh holatida ko'proq bo'lishi bilan bog'liq hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Закирова у. И. Особенности распространения гельминтозов у детей а так же меры их профилактики //Интернаука. – 2018. – №. 15-1. – с. 29-30.
2. Качугина Л. и др. Новые подходы при массовой дегельминтизации детей от энтеробиоза //Журнал проблемы биологии и медицины. – 2014. – №. 4, 1 (81). – с. 50- 52.
3. Мухаммадиева Л., Рустамова Г. Энтеробиоз у детей: современные проблемы диагностики //international scientific review – 2020. – №. Lxx. с. 77-79.
4. Маматкулов Б. М., Умарова А. М. Заболеваемость гельминтозов и их профилактика (обзор литературы) //Journal of science-innovative research in Uzbekistan. – 2025. – т. 3. – №. 2. – с. 71-79.

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА РАСТЕНИЯ

З. Мамурова, И. Жайловов

Деновский Институт Предпринимательства и Педагогики, 190507 Денау, Узбекистан

Загрязнение воздуха представляет собой серьезную угрозу не только для здоровья человека, но и для окружающей среды, включая растительный мир. Несмотря на то что эта проблема часто обсуждается в контексте устойчивого развития, влияние загрязнения на растения нередко остается в тени. Между тем растения играют ключевую роль в экосистемах и являются основой пищевых цепочек, от которых зависит жизнь на Земле.

Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу в результате промышленной деятельности, транспорта и других источников, вступают в химические реакции под воздействием солнечного света. В результате образуются сильные окислители, которые проникают в листья растений и нарушают их жизненно важные функции. Воздействие загрязнения проявляется по-разному и затрагивает несколько ключевых процессов. Одним из серьезных последствий загрязнения воздуха является нарушение способности растений накапливать ресурсы, необходимые для роста и развития.

Загрязняющие вещества могут снижать уровень солнечного света, достигающего поверхности земли, что напрямую влияет на процессы фотосинтеза. Кроме того, такие явления, как кислотные дожди, изменяют кислотно-щелочной баланс почвы. Это приводит к снижению доступности питательных веществ для корней растений.

В результате растения испытывают стресс, хуже адаптируются к окружающей среде и могут погибать.

Загрязнение воздуха также негативно влияет на внутренние процессы растений. Такие вещества, как озон и оксиды азота, нарушают обмен веществ в листьях. Разрушение хлорофилла приводит не только к потере зеленой окраски, но и к снижению способности растений к фотосинтезу. Это может вызывать цепные экологические последствия, включая ухудшение состояния водных экосистем из-за избыточного роста водорослей.

Еще одним важным последствием загрязнения воздуха является задержка цветения растений. Под воздействием вредных веществ растения дольше достигают стадии цветения. Это может нарушать процессы опыления, поскольку время цветения может не совпадать с активностью опылителей. В долгосрочной перспективе это угрожает размножению растений и снижает биоразнообразие.

Загрязнение воздуха оказывает комплексное и разрушительное воздействие на растения. Оно нарушает процессы накопления ресурсов, фотосинтеза, обмена веществ и даже репродуктивные циклы.

Такие факторы, как приземный озон, кислотные дожди, диоксид серы и оксиды азота, способствуют деградации растительности. В результате страдают не только отдельные виды растений, но и целые экосистемы.

Таким образом, борьба с загрязнением воздуха является важной задачей не только для сохранения природы, но и для обеспечения продовольственной безопасности и устойчивого будущего человечества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов И. И. Экология растений. — М.: Наука, 2020. — 256 с.
2. Петрова А. С. Влияние загрязнения воздуха на экосистемы. — СПб.: Питер, 2019. — 312 с.

3. Smith W. H. Air Pollution and Forests: Interactions Between Air Contaminants and Forest Ecosystems. — New York: Springer, 2012. — 379 p.
 4. Fowler D., Cape J. N., Coyle M. The global exposure of forests to air pollutants // Environmental Pollution. — 1999. — Vol. 103. — P. 5–15.
- World Health Organization. Air pollution and plant life. — Geneva, 2021.

ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИДА ФИЗИКА ФАНИНИ ЎҚИТИШДАГИ МУҲИМ МУАММОЛАР

Ч. Шайманов, Ҳ. Қиличов

Тошкент Давлат Аграр Университети, 100700 Тошкент, Ўзбекистон

Талабаларни замон талабига тўғри келадиган танлаган мутахассисликлари бўйича юқори билимли кадр бўлиб эгитилиши учун энг аввало уларга ўқитилиши керак бўлган фанларни мутахассислигига мос келиши учун ақилона танлаш зарурати юзага келди.

Бунинг учун танланган фанларни ўқитадиган ўқитувчини танлаб олиш муаммо. Танланган ўқитувчи ўзи эгаллаган мутахассислигини мукамал билиши керак. Ўқитувчи фандаги кундалик ютуқ ва янгиликни кетма-кет ўзлаштириб, ўрганиб бориши. Ана шу ютуқ ва янгиликлардан дарс жараёнида фойдалана олсин. Бунинг учун ўқитувчи ўзининг дарс ўтиш услубларига, кўникма ва малакасига эга бўлиши зарур.

1. Ўзининг соҳасини чуқур билиши, фикрни аниқ ва равон талабаларга етказа оладиган бўлиши керак
2. Ўқитувчидан ўқитишда замонавий педагогик технологиялардан ,хусусан ўқитишнинг самарали хорижий услубларини ўзлаштирган янги замон ўқитувчилар сафида бўлиши бу давр талаби.
3. Ҳар бир соҳада ечимини топмаган қатор масалалар айниқса физика соҳасида таълим сифати ва илмий тадқиқат самарадорлигини оширишга қаратилган чора-тадбирларни амалга ошириш зарурати пайдо бўлди
4. Ёшларнинг физика фанига қизиқишларини кучайтиришга, таълим дастурлари талабаларда мустақил креатив фикрлаши таълим сифатини таъминлаш бўйича амалга ошираётган ишлар педагогик касбий билим, кўникма ва малакаларини оширишига қаратилиши шарт.
5. Физика фани бўйича замонавий дарсликларни яратиш, ўқув адабиётларининг мазмунини фан ва техника тараққиётини етарлича қамраб олиши, масалалар ечиш, лаборатория ишларини бажариш бўйича қўлланмалар яратиш, тажрибаларни бажариш учун жиҳозлар билан таъминлаш жуда муҳим муаммо.

Президентимиз Ш.М.Мирзиёев таъкидлаганидек физика қонуниятларини чуқур эгалламасдан туриб, машинасозлик, электротехника, сув ва энергияни тежайдиган технологиялар каби бугун замон талаб қилаётган соҳаларда натижаларга эришиб бўлмайди. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил Олий Мажлисга Мурожаатномасидан.

Таълим сифатини тубдан яхшилаш олий таълим муассасаларида тайёрланаётган кадрларнинг интеллектуал меҳнат бозорида рақобат бардошлик мавқеини ошириш ,фанда инновацияларни қўллаш, уларнинг усул ва мезонларини, педагогик-психологик таъмоийилларини очиқ бериш зарур.

Физика соҳасидаги таълим сифатини ошириш ва илмий тадқиқатларни ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисидаги 2021 йил 19 мартдаги ПҚ-5032 сонли қароридаги белгиланган вазифаларни бажариш учун ,муаммоларни ечимини топиш.

Олий таълим тизимида ишлаётган физика ўқитувчилар дарсини сифатли ва илмий даражада бўлиши учун янада кўпроқ изланиш керак.

Дарсларни сифатли ўтилишини таъминлаш учун қўйидагиларга эътибор қаратиш зарур

1. Энг аввало талабаларни дарсларга иштирокини таъминлаш, ўқув қуроллари ва адабиётлар билан таъминланганли
2. Дарсларни маълум режа бўйича кетма-кетлик асосида ўтиш, албатта дарсни турига тўғри ёндошиш.
3. Дарслар: маъруза дарслари, лаборатория дарслари, амалий дарслари ҳар бири учун ўзига

мос бўлган педагогик технологиялардан фойдаланиш шарт

2. Маъруза дарсида талабаларни диққатини дарс жараёнида бир нуктага эриштириш, дарс мазмунини кетма-кетлик асосида раво, оддий тилда тушинтириш ва савол-жавоб билан мустаҳкамлаб бориш зарур.

Лаборатория дарсини сифати тажрибани бажариш учун зарур бўлган ўлчов асбоблари ва материалларни тўлиқ мавжудлиги

1. Талабаларни дарсга тайёрлиги, иштироки
2. Талабаларни мавзунини мақсади билан таништириш.
3. Дарс жараёнида керак бўладиган асбоблар ва материаллар билан таништириш ҳамда улардан фойдаланиш йўриқномаси
4. Қисқача мавзу бўйича назарий маълумот
5. Ҳар бир дарсда аниқланиши керак бўлган катталикларни топиш учун ишчи формулани келтириб чиқариш
6. Ишни бажариш тартибида формула асосида жадвал чизилади ва формуладаги
7. Катталиклар бўйича ўлчанилиши керак бўлган катталиклар ўлчанилиб жадвал тўлғазилади
8. Аниқланиши керак бўлган катталик ишчи формуладан фойдаланиб жадвалдаги катталиклар асосида ҳисоблаб топилади.
9. Бу кетма-кетлик қўйидагича натижа беради
10. Талабалар ҳамма жараёни ўз кўзи билан кўради ва қизиқиши ошади
11. Билимни қабул қилиш қобилияти юқори бўлади
12. Дарсини сифати юқори бўлиши ўз қўли билан бажарган тажрибасини аниқлиги.

Юқоридаги кетма-кетликка амал қилиш, ҳисоблашлар натижаси ўқитишни сифат кўрсаткичини белгилайди.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Назаров Ў.Қ., ва бошқалар. Умумий физика Тошкент Ўз.-1999й.
2. Қодиров О.Қ., Физика курси Тошкент Ўзбекистон-2004й.

MEVALARNI QURITISH JARAYONIDA INFRAQIZIL NURLARNING TA’SIRI

Yusuf Yuldashev, Risolatxon Xolxo‘jayeva, Barnoxon Abdullayeva

Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100700 Toshkent, O‘zbekiston

Ushbu maqolada mevalarni quritish jarayonida infraqizil (IQ) nurlarning fizik mohiyati, issiqlik uzatilish mexanizmlari va ularning mahsulot sifatiga ta’siri tahlil qilinadi. Infraqizil quritish usulining an’anaviy quritish usullariga nisbatan afzalliklari, energiya samaradorligi hamda mahsulotning oziq-ovqat qiymatini saqlab qolishdagi roli ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari IQ nurlanish yordamida quritish jarayonining tezlashishi, mikrobiologik xavfsizlikning oshishi va mahsulot sifatining yaxshilanishini ko‘rsatadi.

Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlashda quritish muhim texnologik jarayon hisoblanadi. Mevalarni quritish orqali ularning saqlash muddati uzaytiriladi, transport qilish osonlashadi va iqtisodiy samaradorlik oshadi. An’anaviy quritish usullari (quyoshda quritish, konvektiv quritish) ko‘p vaqt talab qiladi va mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

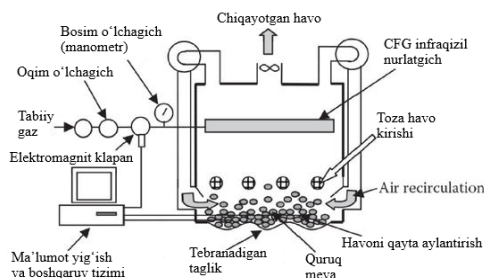
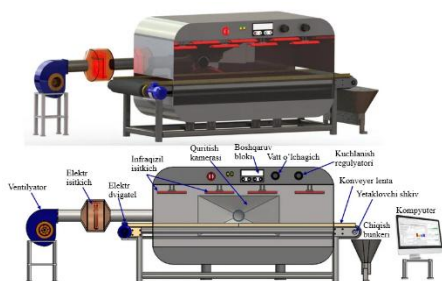
So‘nggi yillarda infraqizil (IQ) nurlanish asosidagi quritish usullari keng qo‘llanilmoqda. IQ nurlar issiqlik energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri mahsulot ichiga yetkazib berib, tez va samarali quritishni ta’minlaydi. Bu usul ayniqsa mevalar kabi namlikka boy mahsulotlar uchun muhimdir.

1. Infraqizil nurlanishning fizik mohiyati

Infraqizil nurlanish elektromagnit spektrning ko‘zga ko‘rinmaydigan qismi bo‘lib, uning to‘lqin uzunligi taxminan 0.75 mkm dan 1000 mkm gacha bo‘ladi. IQ nurlanish issiqlik energiyasini tashuvchi asosiy omillardan biridir.

Infraqizil nurlanish quyidagi fizik xususiyatlarga ega:

To‘g‘ridan-to‘g‘ri issiqlik uzatadi, molekularning tebranish energiyasini oshiradi, modda ichiga chuqur kirib boradi.



IQ nurlar modda bilan o‘zaro ta’sirlashganda energiya yutiladi va issiqlikka aylanadi. Bu jarayon quyidagi umumiy bog‘lanish bilan ifodalanadi:

$$Q = I \cdot t \cdot \alpha$$

bu yerda:

Q - yutilgan energiya, I - nurlanish intensivligi, t - vaqt, α - yutilish koeffitsienti.

2. Mevalarni quritishda issiqlik va massa almashinuvi.

Quritish jarayonida ikki asosiy jarayon sodir bo‘ladi:

1. Issiqlik uzatilishi
2. Namlikning bug‘lanishi

Infraqizil quritishda issiqlik uzatilishi asosan nurlanish orqali amalga oshadi. Bu jarayon quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$q = \sigma \epsilon T^4$$

bu yerda:

σ – Stefan-Boltsman doimiysi, ϵ - emissivlik koeffitsienti, T - absolut temperatura.

3. Infraqizil quritishning afzalliklari

Infraqizil quritish quyidagi ustunliklarga ega:

3.1. Quritish tezligi yuqori

IQ nurlar mahsulot ichiga chuqur kirib borib, ichki namlikni tez chiqaradi.

3.2. Energiya tejamliligi

Issiqlik yo‘qotishlar kam bo‘ladi, chunki energiya to‘g‘ridan-to‘g‘ri mahsulotga beriladi.

3.3. Mahsulot sifatining saqlanishi

- Vitaminlar kam yo‘qoladi
- Rang va ta‘m yaxshi saqlanadi
- Strukturalari buzilmaydi

3.4. Gigiyenik xavfsizlik

Yuqori temperatura mikroorganizmlarni yo‘q qiladi.

Infraqizil quritish quyidagi mahsulotlarda keng qo‘llaniladi:

a) Olma, b) O‘rik, c) Uzum (mayiz tayyorlash), d) Shaftoli va xokozalar.

Infraqizil nurlanish yordamida mevalarni quritish zamonaviy, samarali va iqtisodiy jihatdan foydali usul hisoblanadi. Ushbu usul:

- quritish jarayonini tezlashtiradi
- energiya sarfini kamaytiradi
- mahsulot sifatini saqlaydi

Kelajakda IQ quritish texnologiyalarini yanada takomillashtirish va ularni qishloq xo‘jaligida keng joriy etish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mujumdar A.S. *Handbook of Industrial Drying*. CRC Press.
2. Sakai N., Mao W. *Infrared Heating in Food Processing*.
3. Fellows P. *Food Processing Technology*.
4. Ratti C. *Hot Air and Infrared Drying of Foods*. Journal of Food Engineering.

SOYA O‘SIMLIGI BIOLOGIYASINING TAVSIFI

M.K. Hamroyeva, D.H. Omonova, X.A. Xoliqova, X.A. Maxmanazarova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 14 martdagi PQ–2832-sonli “2017-2021 yillarda respublikada soya ekini ekishni va soya doni yetishtirishni ko‘paytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlariga asosan respublikada soya navlari 2017 yildan boshlab katta maydonlarga ekilmoqda. Soya maydonlari 2019 yilda yanada kengayishi ma‘lum hukumat qarorlari bilan aniq bo‘ldi. Respublikaning o‘zida mahalliy soya navlari urug‘ining yetishmasligi tufayli chetdan valyuta evaziga katta miqdorda soya donlari keltirilmoqda. 2017 yilda Rossiya davlatidan 1200 tonna soya navlari urug‘i olib kelindi, ammo olib kelingan urug‘lar ertapishar bo‘lgani uchun respublika sharoitida o‘ziga lozim bo‘lgan effektiv harorat summasini olgandan so‘ng o‘suv davri qisqarib Rossiyadagidek 87-95 kunda emas, balki bizda 65-70 kunda pishib yetildi. bugungi zamon talabidan kelib chiqib ish yuritishlarini tushuntirdi.

Butun dunyoda eng katta muammolardan biri, demografik holat hisoblanadi. Chunonchi, keyingi 50 yilda yer shari aholisi 2,5 mlrd.dan 7,5 mlrd.gacha o‘sdi yoki 2,7 martadan ortiq ko‘paydi. Daqiqa sayin oshib borayotgan bu ko‘rsatkich aholini oziq-ovqat bilan ta‘minlashdek hayotiy zarurat tobora kuchayayotganidan dalolat beradi. Hozirgi kunda yer yuzida aholi sonining tezlik bilan o‘sib borishi, shuningdek oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabning kun sayin ortib borishi oziqa mahsulotlari o‘sadigan tuproqning unumdorligini saqlash ekanligini ko‘rsatmoqda. Dunyoning ko‘pgina mamlakatlarida insonlarni oziq-ovqat mahsulotlari bilan to‘liq ta‘minlash va mamlakatni iqtisodiy barqaror va baquvvat davlatlar qatoriga olib chiqish uchun dehqonchilik tizimida katta o‘zgarishlar kiritildi. Agrar sohada yetishtirilgan mahsulotlarni sotish natijasida mamlakatlar o‘z byudjetlariga katta miqdorda valyuta tushumini olib kelish imkoni paydo bo‘ldi.

Yaqindagina Braziliya dunyodagi kambag‘al mamlakatlar safidan o‘rin olgan edi, ammo bugungi kunda bu mamlakat rivojlangan mamlakatlar qatoriga kirib bordi. Bunday ma‘lumotlarni bir qator kitoblar va FAO ma‘lumotlaridan olish mumkin bo‘ladi. Braziliya davlatining qishloq xo‘jaligini biz tahlil qilib ko‘rsak quyidagi ma‘lumotlarga ega bo‘lamiz. 2016 yil dunyo soyachiligida Braziliya birinchi marta AQShni quvib o‘tdi va keyingi o‘ttiz yilda soyachilikni rivojlantirdi va 33,3 million gektar maydonga soya o‘simligi ekilmoqda, o‘rtacha soya doni hosildorligi 31,4 sentner. Shu qit‘ada joylashgan Argentina davlatida 58,5 mln. tonna soya doni yetkazildi, keyingi yillarda bu davlat ham soya maydonlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda va ijobiy natijalarga erishmoqda. Rossiya mamlakatida ham ushbu ekin maydonlari oshib borayotganligi ma‘lum bo‘ldi. 2016 yilda soya maydonlari 2 184,8. gektarga yetdi, yoki bundan bir necha yil oldin soya maydonlari ja‘mi 845,0 gektarni tashkil qilgan. Rossiya davlatining ham juda tezlik bilan soya maydonlarini kengaytirib borishiga sabab, bu o‘simlikdan foydalanish iqtisodiy samara berishidir.

Soya doni o‘z tarkibida 50% oqsil va 28 %gacha moy saqlagani uchun o‘ta qimmatbaho o‘simliklar guruhiga kiradi. Soya donidan bugungi kunda xalq xo‘jaligi uchun zarur bo‘lgan 400dan ortiq turli xil mahsulotlar ishlab chiqiladi. Ma‘lum bo‘lishicha odamlar iste‘mol qiladigan, o‘z tarkibida zararli moddalar saqlamaydigan o‘simlik moyining 35 % soya donidan olinadi. Soya donidan moy ajratib olingandan so‘ng soya izolyati hosil bo‘ladi, izolyat tarkibida oqsil miqdori 75 %ga yetadi. Izolyatdan bolalar ovqatlari, pechenelar, nonga qo‘shimchalar, kolbasa va konditer sanoati uchun mahsulotlar (kofeinsiz shkoladlar), kofe va uning o‘rnini bosuvchi mahsulotlar olinadi. Sanoatda linoliumlar, sovun, shampun va qimmatbaho mashina bo‘yoqlari olinadi. Tibbiyotda-jigar, oshqozon va ichak, buyrak xastaliklari uchun soya donidan dorilar olinadi.

Chorvachilikda soya doni tarkibida hayvonlar hazm qiladigan protein saqlashi bilan ahamiyatli bo‘lib, 100 kg. donida 138 ozuqa birligi saqlaydi, makkajo‘xori, arpa va suli donida, ozuqa birligi soyadan ko‘ra past xisoblanadi. Soyaning quruq poyalarida 100 kg.da 52 ozuqa birligi mavjud bo‘lib,

donining to'yimligigi jihatidan bironta ozuqa ekini soyaga ozuqasiga ustunlik qila olmaydi. D.Yo.Yormatovanning [1; 22-23 b] xabar berishiga ko'ra soya O'zbekiston sharoitiga introduksiya qilingan o'simlik hisoblanadi, chunki respublikaga bu o'simlik XX asrdagina kirib keldi. Dastlab 1933-1935 yillarda soya ekilgan va soya issiq haroratda o'smaydi degan noto'g'ri xulosa bilan uzoq yillar ekilmay ketgan. 1970 yillarda kirib kelgan navlari har tomonlama mukammallashgan, issiq va sovuq haroratga chidamli navlarni urug'lari ekildi va biologik jihatdan boshqa dukkaklilarga o'xshab ketdi. Shuning uchun olimlar, soyaning o'suv davri qisqa bo'lgan navlarini, yozgi muddatlarda ekish lozim, degan xulosaga keladi. Soya navlaridan yuqori hosil uchun avvalo, ularning ma'lum tuproq iqlim sharoitiga mosligini aniqlab olish zarur, deb yozadi D.Yo.Yormatova va G.N.Tangirova, M.K.Hamroyeva [1: 10-38 b; 3: 35-44 b; 4,5: 45-80 b; 10-35 b; 6: 1-4 b.] ushbu olimlarning, yozishicha, eng ma'qul deb tanlangan muddatda soya urug'larining unib chiqishi uchun tuproqda issiqlik, namlik va havo rejimlari qulay bo'lishi kerak. Soya navlarni turli iqlim sharoitida yetishtirish borasida olib borilgan ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatdiki, bu o'simlik turli tuproq iqlim sharoitiga moslashish jarayoni juda tez kechadi. Soyaning moslashishi yoki introduksiyalanishi xususiyati tezroq kechganligi tufayli, uning ekin maydoni keyingi yillarda yangi-yangi mintaqalarni egallab bormoqda. Soya don ekinlariga o'xshab eng shimoldan eng janubgacha o'sishi mumkin bo'lgan dukkakli ekinlar turiga kiradi Петибская В.С. [2; 20-60 b]. Soya maydonlarning tezlik bilan kengayib borishiga sabab uning doni tarkibida oqsil 45-50 foizgacha oqsil va 23-25 foiz ekologik toza o'simlik moyi, 25-30% uglevod, 6% gacha turli mineral moddalar va 10 almashlab bo'lmaydigan aminokislotani va bir qator vitaminlarni saqlaganligidir.

ADABIYOTLAR

1. Yormatova D.Yo. Soya. Samarqand, 1991. 166-b.
2. Петибская В.С. Биохимические особенности пищевых сортов сои. // В сборнике: Краснодар, 2004. С. 94-102 стр.
3. Yormatova D., Kamalova M., Tangirova G., Soyaning tuproq hosildorligini oshirishdagi o'rni // Tavsiyanoma.- Toshkent, 2008.- 21-b.
4. Yormatova D. Soya – dehqonchilikdagi eng muhim ekin. // Barqaror taraqqiyot. 2014 y. Ekobarqaror. 80-b.
5. Yormatova D. O'simlikshunoslik. Toshkent. Sharq. 2002 y. 102-b.
6. M.K.Hamroyeva, K.B.Yorov, K.U.Turaboyeva, A.D.Isayev. // Statistical Analysis of Biochemical Obtained Results in the Cultivation of Soybeans, Annals of the Romanian Society for Cell Biology, ISSN: 1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages/ 14200-14204.

BOYSUN TOG‘ TIZMASI FLORASIDAGI KO‘P YILLIK O‘SIMLIKLARNING TAKSONOMIK TARKIBI VA TARQALISHINING XUSUSIYATLARI

A. Ergashev, M. Turdiyev

Denov tadbirkorlik pedagogika instituti

Boysun tog‘ tizmasi Markaziy Osiyoning janubiy qismida joylashgan bo‘lib, o‘zining murakkab relyefi, iqlim sharoitlari va biologik xilma-xilligi bilan ajralib turadi. Ushbu hudud o‘ziga xos floristik tarkibga ega bo‘lib, ayniqsa ko‘p yillik o‘simlik turlarining boyligi bilan ilmiy jihatdan katta qiziqish uyg‘otadi. Ko‘p yillik o‘simliklar ekotizim barqarorligini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi, ular tuproqni mustahkamlash, biologik xilma-xillikni saqlash hamda tabiiy muhitning ekologik muvozanatini qo‘llab-quvvatlashda alohida ahamiyatga ega. Shu sababli ularning taksonomik tarkibini o‘rganish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham dolzarb hisoblanadi. Boysun tog‘ tizmasida uchraydigan ko‘p yillik o‘simliklarning taksonomik tarkibini aniqlash, ularning sistematik o‘rni, tur tarkibi va tarqalish qonuniyatlarini o‘rganish hudud florasining umumiy xususiyatlarini ochib berishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, bu tadqiqot natijalari bioxilma-xillikni saqlash, noyob va endemik turlarni muhofaza qilish hamda tabiiy resurslardan oqilona foydalanish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Boysun-Cho‘lbayr tog‘ tizmasi yoki fiziogeografik mintaqa Surxondaryo viloyatining shimoliy qismidagi Hisor tog‘ tizmasining janubiy yonbag‘ridagi katta tizmalardan biri bo‘lib, Machaydaryo va Sangardak daryolari o‘rtasida o‘ziga xos rivojlanish qonuniyatiga ega bo‘lgan tabiiy hududiy kompleks, ya‘ni fiziogeografik yoki geobotanik mintaqadir. O‘rganilayotgan hududda yoz oylarida harorat 50°C ga, qish oylarida esa sovuq harorat -27°C ga yetishi mumkin. Janubiy hududlarning cho‘llari va tepaliklarida havo harorati qishda ham ijobiy (taxminan 10°C) bo‘ladi. Shuning uchun, ushbu tuman o‘simlik qoplamida uchraydigan deyarli barcha turdagi o‘simliklar uchraydi va ularning rivojlanishi uchun ta‘biy sharoitlar ko‘rsatkichlari mavjud. Bu o‘simlik jamoalarining yil davomida rivojlanishiga imkon beradi. O‘rganilayotgan hududning geomorfologik va geologik tuzilishi haqidagi ma‘lumotlarni 2007 va 2024 yillar oralig‘ida nashr etilgan turli adabiyot manbalarida topish mumkin. Ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan yozilgan ushbu asarlar mintaqaning geologik xususiyatlari va relyef shakllari haqida keng qamrovli ma‘lumot beradi. Adabiyotlar qariyb yigirma yilni qamrab oladi va hududning geomorfologik va geologik xususiyatlari haqida keng qamrovli vaqt nuqtai nazarini taqdim etadi [1-3-4].

Boysun Cho‘lbayr tog‘lari o‘simliklarining floristik tarkibi, ekologik va morfologik tuzilishi, ularning xalq xo‘jaligida qo‘llanilishi o‘rganildi va baholandi, gerbariy to‘plandi va aniqlandi. Bu hududda jami 714 tur ro‘yxatga olindi va ularning 298 turkum va 71 oilaga mansubligi aniqlandi. Ro‘yxatga olingan turlar hayot shakli bo‘yicha quyidagicha taqsimlandi. Daraxtlar - 18 (2,7%), butalar - 4 (0,5%), butalar - 34 (4,8%), butalar - 10 (1,4%), butalar - 8 (1,1%), mayda butalar - 16 (2,2%), ko‘p yillik o‘tlar - 382 (54%), bir yilliklar - 7 (1%), bir yilliklar - 200 (28%), ko‘p yillik va ikki yilliklar 2 (0,3%), ikki yilliklar 32 (4,5%), lianalar - 1. Ko‘p yillik o‘tlarning ko‘pligi Markaziy Osiyo tog‘ florasiga xosdir. O‘simlik qoplami florasi va jamoa shakllanishi spektrida yetakchi o‘rinni egallagan oilalar 1-jadvalda keltirilgan. Jadvalda ko‘rsatilgan 10 ta keng tarqalgan oila turlarining ko‘pligi Markaziy Osiyo tog‘ florasiga xos bo‘lgan naqshdir. Bu 10 ta oila 714 ta o‘simlik qoplami turidan 441 tasini o‘z ichiga oladi, bu 61,7 foizni tashkil etadi va o‘simlik qoplamining floristik tarkibining asosiy miqdoriy va sifat

ko‘rsatkichlari, shuningdek, fitosenotik xilma-xillik va ularda mavjud bo‘lgan turlarning hayot shakllari bo‘yicha yetakchi hisoblanadi [5-6].

Ilmiy kuzatishlarimizga ko‘ra, o‘simlikning tarqalishi janubiy Hisor tizmalaridan (Boysuntog‘) boshlanadi. U dengiz sathidan 2000-2500 m balandlikdagi tog‘larning qoyali joylarida, Boysun tog‘ining Kampirkol, Otquloq, Sanjar tog‘i, Duoba, Qizilnavr, Kengtala, Qo‘rg‘oncha va boshqa qishloqlar hududlarida uchraydi. Gulning tuzilishi murakkab soyabondan iborat bo‘lib, u o‘z navbatida bir nechta soyabonlardan iborat. Gul ikki jinsli. Yosh o‘simlikda o‘rtacha 6 dan 12 gacha murakkab soyabonlar mavjud. Har bir soyabonda 8-12 soyabon bor, ularning har birida o‘rtacha 14-22 ta gul bor.[7]

Boysun tog‘ tizmasi hududida uchraydigan ko‘p yillik o‘simliklarning taksonomik tarkibini o‘rganish natijasida ushbu mintaqa florasining boy va xilma-xil ekani yana bir bor tasdiqlandi. Tadqiqotlar ko‘rsatadiki, bu yerda turli oilalar va turkumlarga mansub ko‘plab o‘simlik turlari uchrab, ular hududning ekologik barqarorligini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi. Ko‘p yillik o‘simliklarning keng tarqalganligi va moslashuvchanligi ularning murakkab tabiiy sharoitlarga chidamli ekanini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, ayrim noyob va endemik turlar mavjudligi ularni muhofaza qilish zarurligini belgilaydi. Umuman olganda, Boysun tog‘ tizmasi florasining taksonomik jihatdan o‘rganilishi nafaqat ilmiy ahamiyatga ega, balki bioxilma-xillikni saqlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va ekologik muvozanatni ta‘minlashda muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. M. Kholmurodov, D. Kadyrova, Collection of scientific papers of the All-Russian Research Institute of Seed Breeding and Seed Production of Vegetable Crops 38 (2002).
2. V.K. Mursaliyeva, B.T. Sarsenbek, G.T. Dzhakibaeva, T.M. Mukhanov, R. Mammadov, Plants 12(20), 3521 (2023).
3. K.K. Dzhumaev, I.G. Zenkevich, K.G. Tkachenko, Chemistry of Natural Compounds 57(3), 583-584 (2021).
4. M.G. Pimenov, E.V. Kljuykov, T.A. Ostroumova, Willdenowia 37(2), 465-502 (2007).
5. A. Nowak, S. Świerszcz, S. Nowak, M. Nobis, Folia Geobotanica 56, 43-67 (2021).
6. M. Salehi, M.R. Naghavi, M. Bahmankar, Industrial Crops and Products 139, 111511 (2019).

O‘SIMLIKLARNING FIZIOLOGIYASI

M.K. Hamroyeva, D.H. Omonova, X.A. Xoliqova, H.T. Toshpo‘latova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Soya o‘simligi (Leguminosac) dukkaklilar oilasiga kirib (*Glicine*) avlodiga bo‘lib, turiga “hispidi”- deyiladi. 70 dan ortiq turi bor. Shundan eng ko‘p uchraydigan turi “*Glycina hispida* Moench” va yovvoyi soya “*Glycina ugguriensis* Rgl”. O‘simliklar fiziologiyasi o‘simliklar tanasida sodir bo‘ladigan hayotiy jarayonlar, murakkab qonuniyatlar va hodisalar zanjirini o‘rganadi. Fotosintez, nafas olish, suv rejimi va tiriklik asosini tashkil etuvchi boshqa hayotiy kechinmalarni o‘rganish, taxlil qilish va ularni odam uchun foydali tomonga o‘zgartirish, ya’ni yuqori va sifatli hosil olishga qaratish mazkur fanning asosiy vazifasi hisoblanadi. Shu ma’noda o‘simliklar fiziologiyasi agronomiya fanlarining nazariy asosini tashkil etadi. Chunki fiziologiya sohasida erishilgan har bir yutuq, o‘simlikshunoslikda ham yangi muvaffaqiyatlarga sabab bo‘ladi. Ayniqsa keyingi yillarda bu sohada erishilgan ijobiy natijalar: tabiiy suvlaridan tejamkorlik bilan foydalanish maqsadida sug‘orish ishlarini tartibli yo‘lga qo‘yish, mineral va organik o‘g‘itlardan samarali foydalanish, o‘sish va rivojlanishni boshqarish, tashqi sharoitning noqulay omillariga o‘simliklar chidamliligini oshirish kabi ishlarning hammasi o‘simliklar fiziologiyasining yutuqlariga asoslangandir. K.A.Timiryazov o‘simliklar fiziologiyasining maqsadi o‘simliklar tanasidagi hayotiy hodisalarni o‘rganish va tushunish, hamda shu yo‘l bilan o‘simlik organizmi kishi xohishiga qarab o‘zgarishi, undagi hodisalarni to‘xtata olish yoki aksincha ro‘y berishiga majbur qilish, xullas o‘simlikni kishi ixtiyoriga bo‘ysindirishdan iborat deb yozgan edi.

O‘simliklar tanasi orqali suvning bug‘lanishiga transpiratsiya jarayoni deyiladi. Transpiratsiya o‘simliklar tanasida sodir bo‘ladigan eng asosiy muxim fiziologik jarayonlardan biridir. Asosiy transpiratsiya organi bargdir. O‘simliklar yuzasining kattaligi SO_2 ning ko‘p yutilishi, yorug‘lik energiyasidan effektiv foydalanish va suv bug‘latuvchi yuzaning keng bo‘lishini ta’minlaydi. Suv barg yuzasidan asosan og‘izchalar orqali bug‘lanadi. Buning natijasida barg hujayralarida suv miqdori kamayadi va so‘rish kuchi ortadi. Barglarda so‘rish kuchining ortishi o‘z navbatida barg tomirlari va naylaridan suvni tortib olish jarayonini faollashtiradi. Yuqoridan tortib oluvchi kuchning paydo bo‘lishi, o‘simlik tanasi bo‘ylab suv harakatini yana tezlashtiradi. Shunday qilib, yuqoridan harakatga (tortuvchi) keltiruvchi kuch transpiratsiya natijasida vujudga keladi.

Transpiratsiya o‘simliklarni yuqori harorat ta’siridan saqlaydi. Odatda transpiratsiya tufayli o‘simlik tanasi harorati atmosfera haroratidan bir necha gradus past bo‘ladi. Biroq ayrim o‘simliklarda yuqoriroq ham bo‘lishi mumkin. Masalan, saxrolardagi o‘simliklar barglarining harorati quyoshning kuchli issiqlik energiyasini yutishiga qaramasdan, soyadagi barglarga nisbatan 6-7 °S ga ko‘p. Bu esa yozning issiq kunlarida o‘simlikning butun xayotiy jarayoni uchun katta ahamiyatga ega. Chunki og‘izchalarning ochiqligi SO_2 ning o‘zlashtirilishini faollashtiradi. Protoplasma kolloid mitsellalarining, xloroplastlar strukturasi va funksiyalari faoliyatiga sababchi bo‘ladi. Agar suv yetishmasligi oqibatida transpiratsiya jadalligi pasaysa yoki to‘xtab qolsa, o‘simlik harorati tez oshib ketadi. Bu esa undagi barcha jarayonlarning o‘zgarib ketishiga olib keladi. Protoplazmaning kolloid xossasi buziladi, fotosintez to‘xtaydi, nafas olish tezlashadi. Bu uzoqroq davom etsa o‘simliklar nobud bo‘ladi. Bargning plastinkasimon (keng) tuzilishi fotosintez va transpiratsiya jarayonlari uchun eng qulay sharoit yaratadi. Bargning asosiy qismi – mezofilldir. U bir qator joylashgan epidermis hujayralari bilan qoplangan.

Eng muhimi suv bilan ta’minlashdir. Suv yetarli sharoitda og‘izchalari ochiladi va kamligida aksincha yopiladi. Ko‘pchilik o‘simliklarning bargidagi og‘izchalar yorug‘likda ochilib, qorong‘ilikda yopilishi ham mumkin. Transpiratsiya asosan barg og‘izchalari orqali idora qilinadi. Ya’ni transpiratsiya natijasida bug‘langan suvning 95-97% og‘izchalar va qolgan qismi kutikulalar orqali atmosferaga tarqaladi. Shuning uchun ham transpiratsiya jadalligi bargdagi og‘izchalarning soniga va ularning ochiq yoki yopiqligiga ham bog‘liq. Og‘izchalarning soni 1 m² barg yuzasida 5-500 ta va undan ko‘proq ham

bo‘lishi mumkin. Bu ko‘proq o‘simlik turlariga, navlariga va suv bilan ta‘minlanish sharoitlariga bog‘liq. Og‘izchalar ochiq yoki yopik bo‘lishi mumkin. Bunga har xil omillar sabab. Eng muhimi suv ta‘minlashdir. Suv etarli sharoitda og‘izchalar ochiladi va kamligida aksincha yopiladi. Ko‘pchilik o‘simliklarning bargidagi og‘izchalar yorug‘likda ochilib, qorong‘ulikda yopilishi ham mumkin. Ko‘pchilik o‘simliklarning og‘izchalari tong otganda ochila boshlaydi, ertalabki soatlar ularning eng ko‘p ochilgan vaqti bo‘ladi. Tush vaqtlarida og‘izchalarning ochiqligi yoki toraya boshlashi o‘simliklarning suv bilan ta‘minlanish darajasiga bog‘liq. Kechga tomon yopila boshlaydi. Havo juda issiq va quruq vaqtlarida kun bo‘yi yopiq turadi va ertalabgina qisqa muddatga ochiladi. Og‘izchalar xolatining sutkalik dinamikasiga qarab transpiratsiya jadalligi ham o‘zgaradi. Bu o‘zgarish hamma o‘simliklarga xos, faqat ularning jadalliklarida farq bor. Ko‘pchilik o‘simliklarda transpiratsiya jadalligi ertalabki soatlarda kunning o‘rta qismiga tomon ortib boradi va eng yuqori darajaga yetadi, so‘ngra yana kuchsizlana boshlaydi. Bu quyoshning o‘zgarishi natijasida hosil bo‘ladigan haroratning ortishi va og‘izchalarning xolatiga bog‘liq. Havo juda issiq va suv miqdori kamroq kunlarda transpiratsiya asosan ertalabki soatlarda juda past bo‘lishi mumkin. Bunday xolatlar o‘z navbatida o‘simlik turlariga ham bog‘liq.

АДАБИЁТЛАР

1. Хо‘jayев D. O‘simliklar fiziologiyasi. Toshkent, 2004.
2. Викторov Д.П. «Практикум по физиологии растений» Изд. Воронежского университета 1991.
3. Beknazarov. O. O‘simliklar fiziologiyasi. Toshkent, 2009.
4. Yormatova D. O‘simlikshunoslik. Toshkent. Sharq. 2002 y.
5. Петибская В.С., Биохимические особенности пищевых сортов сои.//В сборнике: Краснодар, 2004. С. 94-102.
6. M.K.Hamroyeva, K.B.Yorov, K.U.Turaboyeva, A.D.Isayev. // Statistical Analysis of Biochemical Obtained Results in the Cultivation of Soybeans, Annals of the Romanian Society for Cell Biology, ISSN: 1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages/ 14200-14204. Received 05 March 2021; Accepted 01 April 2021. Skopus.

TRASNSPIRATSIYA INTENSIVLIGIGA TASHQI MUHIT OMILLARINING TA’SIRI

M.K.Hamroyeva, D.H.Omonova, X.A.Xoliqova, H.T.Toshpo‘latova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Soya o‘simligining o‘sishi va rivojlanishidagi jarayonlar dukkaklilarga xos bo‘lgan umumiy qonuniyatlarga o‘xshashdir. Fiziologik jihatdan pishib yetilgan o‘simlikning poya gabitusi kattaligi navning kelib chiqish genotipiga va agrotexnik tadbirlar, hamda tashqi biologik omillariga bog‘liq bo‘ladi.

Soya urug‘larining unib chiqishi uning o‘ziga namni singdirib olish miqdoridan boshlanadi: olib borgan tajribalarimizda, ekilgan soya urug‘i o‘z og‘irligining 52-57 % gacha bo‘lgan suvni shimib oladi. Agarda tuproqda namlik miqdori ortiqcha bo‘lib ketsa, u holda urug‘larning unuvchanligi pasayadi, chunki bunday vaqtda tuproqda urug‘ning nafas olishi qiyinlashadi va urug‘lar unib chiqmay nobud bo‘ladi.

O‘simliklar fiziologiyasida asosiy ish usuli tajribadir. Fiziolog o‘simlik hayoti xaqida yetarli darajada aniq va to‘la tasavvur olish, unga xos bo‘lgan qarama-qarshilikni ochish, ularni o‘simlik tanasining umumiy rivojlanishida qanday ahamiyatga ega ekanligini aniqlash maqsadida laboratoriya va dala usullaridan foydalaniladi.

O‘simliklarning o‘sish va rivojlanish qonuniyatlarini tabiiy sharoitda o‘rganishda kompleks kuzatishlar olib borish katta ahamiyatga ega. Chunki o‘simlik hayotini tabiiy omillar ta’sirisiz tasavvur etib bo‘lmaydi. K.A.Timiryazov aytganidek, fiziolog eksperimental yoki nazariy tushunchaga ega bo‘lishi uchun hayotiy xodisalarning taxlili bo‘lganligiga qanoatlana olmaydi, u organizm tarixini ham o‘rganishi kerak.

Transpiratsiya faoliyatiga qarab, bu kuch ham shuncha yuqori bo‘ladi. Transpiratsiya faolligi haroratga, o‘simlik turlariga, yashash sharoitlariga va boshqalarga bog‘liq. Ularni bir biri bilan solishtirish va o‘rganish uchun transpiratsiya jadalligi degan tushuncha mavjud. Transpiratsiya jadalligi deb har bir metr kvadrat barg yuzasidan bir soat davomida bug‘latilgan suv miqdoriga aytiladi. Ko‘pchilik o‘simliklar uchun transpiratsiya jadalligi bir o‘rtacha bir soatda kunduzi 15-250g/m 52,0 kechasi 1-20g/m 520 ga teng bo‘ladi.

Ayrim xollarda bu ko‘rsatkich yuqori bo‘lishi ham mumkin. O‘rta Osiyo sharoitida yozning issiq kunlarida g‘o‘zaning transpiratsiya jadalligi 450-1200 g/m 520 gacha ko‘tarilishi mumkin. Suvdan unumli foydalanish o‘simlik organizmining eng muxum xususiyatlaridan biridir.

Bu xususiyat ma’lum miqdorda hosil qilish uchun sarflangan suv miqdori bilan belgilanadi va transpiratsiya koeffitsienti deb ataladi. Bu ko‘rsatkich ham juda ko‘p omillarga bog‘liq. Masalan, g‘o‘zaning har bir navlari o‘rtasida 891dan 1040 g gacha (Iton 1955) g‘o‘zaning o‘sish va rivojlanish jarayonida 600 dan 1420g gacha bo‘lishi mumkin (Rijov, 1948) Umuman ko‘pchilik o‘simliklar uchun bu son 125-1000 g, o‘rtacha esa 300 bo‘ladi. Ya’niy 1 tonna organik modda olish uchun 300t suv sarflanadi. Transpiratsiya unumdorligi deb 1000g sarflangan suv hisobiga hosil bo‘lgan organik modda miqdoriga aytiladi. Bu ko‘pchilik o‘simliklar uchun 1-8g ga teng, o‘tracha 3 g atrofida bo‘ladi. Boshqacha qilib aytganda butun o‘simlik tanasi orqali bug‘langan suvning 99,8 % transpiratsiyaga qolgan 0,2% organik modda hosil kilish uchun sarflanadi.

Transpiratsiya murakkab fiziologik xodisa bo‘lib o‘simliklar xayotida har tomonlama katta rol uynaydi. Masalan, g‘o‘za qancha tez o‘ssa va transpiratsiya jadalligi yuqori bo‘lsa, u suvdan shunchalik unumli foydalanadi. O‘simliklar xayotida transpiratsiya serqirrali ahamiyatga ega. Biroq asosan suv va har xil moddalarni o‘simlik tanasining pastki qismidan yuqorisiga tomon harakatga keltiradi. Tranpiratsiya natijasida so‘rish kuchining hosil bo‘lishini tajribada ko‘rish mumkin. Buning uchun 2-3 bargli shoxchani kesib olib pastki qismini suvlik idishga solib qo‘yilsa, u idishdagi suvni so‘ra boshlaydi.

Suv barglar orqali qancha tez bug‘lansa, idishdagi suv ham shuncha kamayib boradi. Agar

shoxchadagi barglar kesib tashlansa, suvning sarflanishi ham to‘xtaydi. Umuman transpiratsiyaning so‘rish kuchi o‘simlik turlariga ham bog‘liq. Daraxtchil o‘simliklarda bu kuch ildiz bosimida bir necha marta yuqori. O‘tchil o‘simliklarda esa aksincha ildiz bosimi yuqori, lekin shunga qaramay transpiratsiyaning so‘rish kuchi ham muxim ahamiyatga ega.

АДАБИЁТЛАР

1. Xo‘jayev D. O‘simliklar fiziologiyasi. Toshkent, 2004.
2. Xo‘jayev D. O‘simliklar fiziologiyasi. 3-tom. Samarqand 1999.
3. Полевой В.В. Физиология растений М.В.Ш. 1989.
4. Asomov D. O‘simliklar fiziologiyasidan maruza matnlari Uz.Mu 1999.
5. Alimbekov M.U va boshqalar «O‘simliklar fiziologiyasidan yozgi amaliy mashg‘ulotlar» Toshkent 1977.
6. Викторov Д.П. «Практикум по физиологии растений» Изд.Воронежского университета 1991.
7. Mustaqimov. G.D. O‘simliklar fiziologiyasi va mikrobiologiya asoslari. Toshkent. 1995.
8. Beknazarov. O. O‘simliklar fiziologiyasi. Toshkent, 2009
9. Yormatova D. O‘simlikshunoslik. Toshkent. Sharq. 2002 y.
10. Петибская В.С., Биохимические особенности пищевых сортов сои. // В сборнике: Краснодар, 2004. С. 94-102.
11. M.K.Hamroyeva, K.B.Yorov, K.U.Turaboyeva, A.D.Isayev. // Statistical Analysis of Biochemical Obtained Results in the Cultivation of Soybeans, Annals of the Romanian Society for Cell Biology, ISSN: 1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages/ 14200-14204.

RESPUBLIKAMIZDA SOYA DONINI YETISHTIRISH.

M.K.Hamroyeva, D.H.Omonova, X.A.Xoliqova, H.T.Toshpo‘latova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Hozirgi kunda tabora o‘sib borayotgan aholini oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabini qondirish ustida olimlar doimo izlanishda bo‘lmoqdalar. Har bir hudud tuproq-iqlim sharoitini hisobga olib, bir mavsumda o‘simlikshunoslik mahsulotlarini ko‘paytirish imkoniyatlari aniqlanmoqda. Oziq-ovqat mahsulotiga talab yanada ortmoqda. Bu muammoni hal qilishda muhim e‘tibor o‘simlik oqsili bilan ta‘minlanishiga ahamiyat berilmoqda. Soya o‘simligi tuproq unumdorligini tiklaydigan va o‘zidan keyin bir gektar maydonda 85-100 kg. sof azot qoldirib ketuvchi, donidan 400 ortiq turli mahsulotlar olinadigan inson ehtiyoji uchun yaratilgan ekinlardan biridir. Soya o‘simligi kimyoviy tarkibiga ko‘ra madaniy o‘simliklar orasida oqsilga boy, yuqori kaloriyaga ega bo‘lib, dunyo miqyosida oziq-ovqat sanoatini rivojlanishi va chorvachilik mahsulotlarini ko‘payishida hamda tuproq unumdorligini oshirishda o‘ziga xos ahamiyatga egadir. Soya doni tarkibida 40-45% oqsil, 22-25% o‘simlik moyi va inson organizmi uchun zarur bo‘lgan 12 xil vitaminlar mavjud. Soya donidan oziq-ovqat mahsulotlari olinganligi tufayli soya ekilgan maydonlarga kimyoviy moddalar, mineral o‘g‘itlar, gerbitsidlarni kam qo‘llanib ekologik toza mahsulot olishga imkon beradi. Soya urug‘lari nitragin shtammlari bilan ishlov berib ekilganda o‘simlikda vegetativ va generativ organlarning shakllanishi yaxshi tomonga o‘zgaradi va hosildorlik 8-12% ga oshadi. Soya urug‘lari nitragin shtammi yoki rizotorfin kukunlari bilan ishlov berib ekilganda tuproqda tugunak bakteriyalar harakati faollashib, o‘simlik ildizlari orqali atmosferadan sof biologik azotni o‘zlashtiradi. Dukkakli ekinlardan soya ekish orqali tuproqqa tabiiy azotli moddalar berish imkoni bo‘ladi. Soya ekib tuproq unumdorligiga ijobiy ta‘sir qilish, aholini oziq-ovqat mahsulotlari bilan ta‘minlashning birdan-bir yo‘li shu hisoblanadi. Soya dunyo mamlakatlarida 100 mln.ga yaqin maydonga ekilib kelinadi. Ko‘pgina mamlakatlarda soya ekini asosiy, takroriy va qo‘shib ekiladi, Soya eng ko‘p ekadigan ayrim mamlakatlarda kechpishar navlar va takroriy ekish uchun havo harorati yetishmaydi. Soya asosiy ekishga rejalashtirilgan ekan, albatta navlarni to‘g‘ri tanlash lozim. Ertapishar navlar uchun 1200-1500⁰S, o‘rtapishar 1800-2100⁰S va kechpishar navlar uchun 220-2400⁰C harorat talab qiladi. Soya ekinining sifat ko‘rsatkichlari, o‘sish dinamikasi, hosildorligi tuproq unumdorligi 2% ga oshgan va tuproqning sho‘rlanish darajasi 0,2% ga kamaygan (1,2 - jadvallar). Soya bugungi kun dehqonchiligida eng muhim ekin bo‘lib, tuproqning biologik unumdorligini oshiradi yoki o‘zidan keyin tuproqqa 55-60 kg. miqdorda sof azot qoldirib ketadi.

Xulosa. Soya dukkakli o‘simliklar sifatida o‘z ildizlari orqali havodan sof azotni o‘zlashtirib oladi va tuproqni azot bilan boyitadi. O‘simlik o‘suv davrida o‘zi uchun ham, o‘zidan keyingi o‘simlik uchun ham ma‘lum miqdorda azot qoldirib ketadi. Demak, soya – biologik toza ekin bo‘lib, tuproq strukturasini yaxshilashi, biologik jarayonlarning borishini yangilaydigan ekin hisoblanadi. Dukkakli ekinlarda boradigan transpiratsiya jarayoni ham metodlar asosida o‘rganildi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, soya ekilguncha tuproqda gumus 0,65-0,72% bo‘lsa, soya ekilgandan kuzda gumus miqdori 0,97-1,05%ga yetishi olimlarning ma‘lumotlarida isbotlangan.

ADABIYOTLAR

1. Атабаева Х.Н.-Технология возделывания сои в Узбекистане -Т. Матбуот, 1989г.
2. Атабаева Х., Рузиев А. -Урожайность кукурузы и сои в повторных смешанных посевах - Ж.С.-х.Узбекистана, 2000г.
3. Горелов Е.П., Бабаяров М. - Соя на сероземах Узбекистана. Кормопроизводство, 1984г.
4. D.Yormatova., N.Shamuratov – Donli ekinlarni yetishtirish texnologiyasi. Toshkent – 2012y.

SOYA O‘SIMLIGI BIOLOGIYASINING TAVSIFI

M.K.Hamroyeva, D.H.Omonova, X.A.Xoliqova, X.A.Maxmanazarova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 14 martdagi PQ–2832-sonli “2017-2021 yillarda respublikada soya ekini ekishni va soya doni yetishtirishni ko‘paytirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlariga asosan respublikada soya navlari 2017 yildan boshlab katta maydonlarga ekilmoqda. Soya maydonlari 2019 yilda yanada kengayishi ma‘lum hukumat qarorlari bilan aniq bo‘ldi. Respublikaning o‘zida mahalliy soya navlari urug‘ining yetishmasligi tufayli chetdan valyuta evaziga katta miqdorda soya donlari keltirilmoqda. 2017 yilda Rossiya davlatidan 1200 tonna soya navlari urug‘i olib kelindi, ammo olib kelingan urug‘lar ertapishar bo‘lgani uchun respublika sharoitida o‘ziga lozim bo‘lgan effektiv harorat summasini olgandan so‘ng o‘suv davri qisqarib Rossiyadagidek 87-95 kunda emas, balki bizda 65-70 kunda pishib yetildi. bugungi zamon talabidan kelib chiqib ish yuritishlarini tushuntirdi.

Butun dunyoda eng katta muammolardan biri, demografik holat hisoblanadi. Chunonchi, keyingi 50 yilda yer shari aholisi 2,5 mlrd.dan 7,5 mlrd.gacha o‘sdi yoki 2,7 martadan ortiq ko‘paydi. Daqiqa sayin oshib borayotgan bu ko‘rsatkich aholini oziq-ovqat bilan ta‘minlashdek hayotiy zarurat tobora kuchayayotganidan dalolat beradi. Hozirgi kunda yer yuzida aholi sonining tezlik bilan o‘sib borishi, shuningdek oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabning kun sayin ortib borishi oziqa mahsulotlari o‘sadigan tuproqning unumdorligini saqlash ekanligini ko‘rsatmoqda. Dunyoning ko‘pgina mamlakatlarida insonlarni oziq-ovqat mahsulotlari bilan to‘liq ta‘minlash va mamlakatni iqtisodiy barqaror va baquvvat davlatlar qatoriga olib chiqish uchun dehqonchilik tizimida katta o‘zgarishlar kiritildi. Agrar sohada yetishtirilgan mahsulotlarni sotish natijasida mamlakatlar o‘z byudjetlariga katta miqdorda valyuta tushumini olib kelish imkoni paydo bo‘ldi.

Yaqindagina Braziliya dunyodagi kambag‘al mamlakatlar safidan o‘rin olgan edi, ammo bugungi kunda bu mamlakat rivojlangan mamlakatlar qatoriga kirib bordi. Bunday ma‘lumotlarni bir qator kitoblar va FAO ma‘lumotlaridan olish mumkin bo‘ladi. Braziliya davlatining qishloq xo‘jaligini biz tahlil qilib ko‘rsak quyidagi ma‘lumotlarga ega bo‘lamiz. 2016 yil dunyo soyachiligida Braziliya birinchi marta AQShni quvib o‘tdi va keyingi o‘ttiz yilda soyachilikni rivojlantirdi va 33,3 millon gektar maydonga soya o‘simligi ekilmoqda, o‘rtacha soya doni hosildorligi 31,4 sentner. Shu qit‘ada joylashgan Argentina davlatida 58,5 mln. tonna soya doni yetkazildi, keyingi yillarda bu davlat ham soya maydonlarini sezilarli darajada kengaytirmoqda va ijobiy natijalarga erishmoqda. Rossiya mamlakatida ham ushbu ekin maydonlari oshib borayotganligi ma‘lum bo‘ldi. 2016 yilda soya maydonlari 2 184,8. gektarga yetdi, yoki bundan bir necha yil oldin soya maydonlari ja‘mi 845,0 gektarni tashkil qilgan. Rossiya davlatining ham juda tezlik bilan soya maydonlarini kengaytirib borishiga sabab, bu o‘simlikdan foydalanish iqtisodiy samara berishidir.

Soya doni o‘z tarkibida 50% oqsil va 28 %gacha moy saqlagani uchun o‘ta qimmatbaho o‘simliklar guruhiga kiradi. Soya donidan bugungi kunda xalq xo‘jaligi uchun zarur bo‘lgan 400dan ortiq turli xil mahsulotlar ishlab chiqiladi. Ma‘lum bo‘lishicha odamlar iste‘mol qiladigan, o‘z tarkibida zararli moddalar saqlamaydigan o‘simlik moyining 35 % soya donidan olinadi. Soya donidan moy ajratib olingandan so‘ng soya izolyati hosil bo‘ladi, izolyat tarkibida oqsil miqdori 75 %ga yetadi. Izolyatdan bolalar ovqatlari, pechenelar, nonga qo‘shimchalar, kolbasa va konditer sanoati uchun mahsulotlar (kofeinsiz shkoladlar), kofe va uning o‘rnini bosuvchi mahsulotlar olinadi. Sanoatda linoliumlar, sovun, shampun va qimmatbaho mashina bo‘yoqlari olinadi. Tibbiyotda-jigar, oshqozon va ichak, buyrak xastaliklari uchun soya donidan dorilar olinadi.

Chorvachilikda soya doni tarkibida hayvonlar hazm qiladigan protein saqlashi bilan ahamiyatli bo‘lib, 100 kg. donida 138 ozuqa birligi saqlaydi, makkajo‘xori, arpa va suli donida, ozuqa birligi soyadan ko‘ra past xisoblanadi. Soyaning quruq poyalarida 100 kg.da 52 ozuqa birligi mavjud bo‘lib,

donining to'yimligigi jihatidan bironta ozuqa ekini soyaga ozuqasiga ustunlik qila olmaydi. D.Yo.Yormatovanning [1; 22-23 b] xabar berishiga ko'ra soya O'zbekiston sharoitiga introduksiya qilingan o'simlik hisoblanadi, chunki respublikaga bu o'simlik XX asrdagina kirib keldi. Dastlab 1933-1935 yillarda soya ekilgan va soya issiq haroratda o'smaydi degan noto'g'ri xulosa bilan uzoq yillar ekilmay ketgan. 1970 yillarda kirib kelgan navlari har tomonlama mukammallashgan, issiq va sovuq haroratga chidamli navlarni urug'lari ekildi va biologik jihatdan boshqa dukkaklilarga o'xshab ketdi. Shuning uchun olimlar, soyaning o'suv davri qisqa bo'lgan navlarini, yozgi muddatlarda ekish lozim, degan xulosaga keladi. Soya navlaridan yuqori hosil uchun avvalo, ularning ma'lum tuproq iqlim sharoitiga mosligini aniqlab olish zarur, deb yozadi D.Yo.Yormatova va G.N.Tangirova, M.K.Hamroyeva [1: 10-38 b; 3: 35-44 b; 4,5: 45-80 b; 10-35 b; 6: 1-4 b.] ushbu olimlarning, yozishicha, eng ma'qul deb tanlangan muddatda soya urug'larining unib chiqishi uchun tuproqda issiqlik, namlik va havo rejimlari qulay bo'lishi kerak. Soya navlarni turli iqlim sharoitida yetishtirish borasida olib borilgan ilmiy izlanishlar shuni ko'rsatdiki, bu o'simlik turli tuproq iqlim sharoitiga moslashish jarayoni juda tez kechadi. Soyaning moslashishi yoki introduksiyalanishi xususiyati tezroq kechganligi tufayli, uning ekin maydoni keyingi yillarda yangi-yangi mintaqalarni egallab bormoqda. Soya don ekinlariga o'xshab eng shimoldan eng janubgacha o'sishi mumkin bo'lgan dukkakli ekinlar turiga kiradi Петибская В.С. [2; 20-60 b]. Soya maydonlarning tezlik bilan kengayib borishiga sabab uning doni tarkibida oqsil 45-50 foizgacha oqsil va 23-25 foiz ekologik toza o'simlik moyi, 25-30% uglevod, 6% gacha turli mineral moddalar va 10 almashlab bo'lmaydigan aminokislotani va bir qator vitaminlarni saqlaganligidir.

ADABIYOTLAR

1. Yormatova D.Yo. Soya. Samarqand, 1991. 166-b.
2. Петибская В.С. Биохимические особенности пищевых сортов сои. // В сборнике: Краснодар, 2004. С. 94-102 стр.
3. Yormatova D., Kamalova M., Tangirova G., Soyaning tuproq hosildorligini oshirishdagi o'rni // Tavsiyanoma.- Toshkent, 2008.- 21-b.
4. Yormatova D. Soya – dehqonchilikdagi eng muhim ekin. // Barqaror taraqqiyot. 2014 y. Ekobarqaror. 80-b.
5. Yormatova D. O'simlikshunoslik. Toshkent. Sharq. 2002 y. 102-b.
6. M.K.Hamroyeva, K.B.Yorov, K.U.Turaboyeva, A.D.Isayev. // Statistical Analysis of Biochemical Obtained Results in the Cultivation of Soybeans, Annals of the Romanian Society for Cell Biology, ISSN: 1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages/ 14200-14204.

BINOLARNI NAMLIKDAN HIMOYA QILISHDA BENTONIT GILLARINI QO‘LLASHNING SAMARADORLIGI

D.T. Inoyatov

Mirzo Ulug‘bek nomidagi Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti.

Barcha bino va inshootlarning konstruksiyalari ob-havo va namlik ta’siriga moyil bo‘lib, bu holatlar vaqt o‘tishi bilan ularning yemirilishiga olib keladi. Ushbu yemirilishning asosiy omili qurilish materiallarining suv bilan doimiy aloqada bo‘lishi hisoblanadi. Mazkur ta’sir nafaqat konstruksiyalarning fizik buzilishiga sabab bo‘ladi, balki korroziyaga olib keluvchi moddalarni konstruksiya ichiga kirib borishini ta’minlab, kimyoviy o‘zgarishlarni ham yuzaga keltiradi [1,2].

Gidroizolyatsiya ishlarining noto‘g‘ri bajarilishi suv sizib kirish holatlarini yanada kuchaytirishi mumkin. Bunday nuqsonlarni aniqlash esa ko‘pincha murakkab bo‘ladi. Natijada, ushbu kamchiliklarni bartaraf etish katta xarajatlarni talab qilishi, hatto konstruksiyalarni buzib qayta tiklash zaruratini ham keltirib chiqarishi mumkin. Bu esa oxir-oqibat binoning xizmat muddatini qisqarishiga olib keladi [3].

1. TAHLIL.

Umuman olganda, gidroizolyatsiya materiallari ikki turga ya’ni, qattiq va elastik turlarga ajratiladi [3]:

- qattiq materiallar: bular polimerli qorishmalar yoki termoplastik smolalardan iborat bo‘lib, elastiklik xususiyatiga ega emas. Shu sababli, ular asosan turli ob-havo va namlik ta’siri kam bo‘lgan ichki muhitlarda qo‘llash uchun mos keladi.

- elastik materiallar: bular polimerli qorishmalar yoki bitumli membranalaridan iborat bo‘lib, tashqi sirtlarda qo‘llash uchun mo‘ljallangan. Tarkibidagi polimerlar ularga elastiklik beradi. Bu esa ob-havo va namlik ta’siriga uchraydigan betonning tabiiy kengayishi va qisqarishiga moslashish imkonini yaratadi [4].

An’anaviy sement qorishmasi odatda mayda to‘ldiruvchi va suvning aniq nisbatda aralashtirilishi orqali tayyorlanadi va natijada, geterogen va g‘ovak tuzilishga ega matritsa hosil bo‘ladi [5]. Biroq, ushbu xususiyatlar konstruksiyalarda suv sizib kirish ehtimolini oshiradi. Qorishmaning suv o‘tkazuvchanligini kamaytirish va uning umumiy samaradorligini oshirish maqsadida, ko‘pincha polimer bilan modifikatsiyalangan qorishmalar deb ataluvchi gidroizolyatsiya materiallari so‘nggi yillarda keng e’tibor qozonib, chuqur o‘rganilmoqda [6,7]. Ushbu materiallar asosan sement, inert mineral to‘ldiruvchilar, akril polimerlar va qo‘shimchalardan tashkil topadi. Ularning gidroizolyatsion xususiyatlari gidrofob qo‘shimchalar [1,5], suv o‘tkazuvchanlikni kamaytiruvchi hamda boshqa turdagi qo‘shimchalar [7] hisobiga ta’minlanadi. Bunday qorishmalar odatda suv rezervuarlari, hovuzlar, suv omborlari hamda yer osti shaxtalari kabi inshoot sirtlariga qo‘llanadi. Ular kapillyar namlik (grunt namligi), gidrostatik bosim va sizib o‘tuvchi namlikka qarshi bardoshli bo‘lishi talab etiladi. Bundan tashqari, ular tarkibiga ko‘ra ikki komponentli (qattiq va suyuq tarkibiy qismlardan iborat) yoki bir komponentli (barcha tarkibiy qismlar qattiq bo‘lib, tayyorlashda suv bilan aralashtiriladi) turlarga ajratiladi [8].

Bugungi kunda bentonitdan sement qorishmalari va betonning xususiyatlarini yaxshilash maqsadida keng qo‘llanilmoqda [2,5,8,11]. Bentonit gil minerali kation almashinish sig‘imi, nano o‘lehamdagi zarrachalar, yuqori issiqlikka chidamlilik, suvda tarqalganda yopishqoqlikni oshirish xususiyati, tiksotrop reologik xatti-harakati kabi muhim xossalarga ega [9,10,12,13].

Suv ta’sirida kuchli shishish xususiyati, shuningdek, zaharsizligi, iqtisodiy jihatdan arzonligi va atrof-muhit uchun xavfsizligi sababli, bentonit turli xil qorishmalar uchun samarali qo‘shimcha sifatida qaraladi. Ushbu materialni qorishma tarkibiga qo‘shish natijasida uning tuzilishidagi g‘ovaklar to‘ldiriladi, bu esa suvning filtratsiyasini kamaytiradi hamda yuqori darajadagi gidroizolyatsiya va suv o‘tkazmaslik xususiyatlarini ta’minlaydi [10,14,15].

Bentonit asosidagi gidroizolyatsiya materiallarining turlari.

Bentonit asosida ishlab chiqarilgan bir qator gidroizolyatsiya materiallari mavjud:

2.1. Bentonit matlari (geosintetik rulon materiallar) — bu polipropilen tolalaridan tashkil topgan ramka bo‘lib, ichiga faollashtirilgan natriy bentonitining granulari joylashtirilgan. Bentonit matining ramkasi GOST R 55028-standarti bo‘yicha gidroizolyatsiya funksiyasiga ega gilli matlar turiga kiradi.

Bentonit matlarining ishlash prinsipi shundaki, bentonit to‘liq gidratatsiyaga uchraganda, erkin holatda material shishadi va hajmi oshadi. Suv mavjudligida erkin joy cheklangan hollarda, hosil bo‘layotgan gel tuzilmasida taranglik yuzaga keladi, bu esa materialning suv o‘tkazmasligini ta‘minlaydi [16].

2.2. Gil “qulf”i (Glinyaniy zamok)

Gil “qulf”i - bu gidroizolyatsiyaning bir turi bo‘lib, u asoslar, yerto‘lalar va bino konstruksiyalarini namlik ta‘siridan himoya qilish uchun qo‘llaniladi. Ushbu usul bino yoki inshoot atrofiga gil qatlami yaratishdan iborat bo‘lib, u suvning kirib borishini to‘sadi.

Bunday turdagi gidroizolyatsiya uchun odatda, bentonit giliga asoslangan quruq aralashmalar ishlatiladi. Ular fizik-kimyoviy xususiyatlarni yaxshilash maqsadida polimerli kompozitlar, fraksiyalangan qumlar va ba‘zi hollarda kimyoviy qo‘shimchalar bilan boyitiladi. Natijada, suv bilan aloqa qilganda yuqori samarali va ekologik toza gidroizolyatsion qatlam hosil bo‘ladi [17].

2.3. Inyeksion bentonitli gidroizolyatsiya.

Inyeksion bentonitli gidroizolyatsiya natriy bentonit ($\text{montmorillonit} \geq 90\%$) granulari va polimer qo‘shimchalarga asoslangan inyeksion aralashmalardan iborat bo‘lib, bu qo‘shimchalar inyeksion bentonit eritmalarining xossalarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Suv bilan aralashtirilganda, bunday aralashmalar yopishqoq inyeksion eritmalar hosil qiladi va ular past bosimli nasoslar (masalan, sirt ishlari uchun maxsus stansiyalar) yordamida gruntga, yer osti konstruksiyasining tashqi konturiga kiritiladi.

Bentonit eritmaları yordamida kontur bo‘ylab gidroizolyatsiya qilish sxemasi 3-rasmda ko‘rsatilgan. Taxminan 8 soat o‘tib, himoyalalanayotgan binoning tashqi konturi atrofiga gel qatlami hosil bo‘ladi. Bu hosil qilingan qalin, suv o‘tkazmas va suvga chidamli izolyatsion qatlam bo‘lib, suv ta‘sirida yuvilmaydi. Shu orqali konstruksiya uzoq muddat yoki doimiy ravishda namlanishdan himoyalanaadi [18].

Maxsus bentonitli inyeksion kukunlar beton ichidagi suv oqimlarini to‘xtatish, shuningdek, g‘isht va tosh to‘siqlarda, shuningdek, gazobeton va boshqa materiallardan qurilgan devorlarda namlik kirishining oldini olish uchun ishlatilishi mumkin.

3. XULOSA. Bentonit gilini gidroizolyatsiya vositasi sifatida qo‘llashga bo‘lgan talab yildan-yilga ortib bormoqda. Bu avvalo, ko‘proq odamlar binolarni namlikning salbiy ta‘siridan himoya qilish muhimligini anglay boshlagani bilan bog‘liq.

Shuningdek, bentonit gilini qo‘llash binolar va inshootlarning ekspluatatsiya davrida ta‘mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytirishga imkon beradi. Bu esa gidroizolyatsiya materialini tanlashda muhim omil hisoblanadi.

Bentonit gilining o‘ziga xos xususiyatlari uni bir qator qurilish vazifalarida, jumladan ishonchli gidroizolyatsiyani ta‘minlash, agressiv muhitga chidamlilik, ekologik xavfsizlikni ta‘minlash va uzoq xizmat muddatini kafolatlashda bebaho qiladi.

Adabiyotlar ro‘yxati

1. Butzke VI. Estudo comparativo entre argamassa impermeabilizante flexível e manta asfáltica para impermeabilização [dissertação]. Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2020. doi:10.24070/bjvp.1983-0246. v16i1p71-77.

2. Yang H, Long D, Zhenyu L, Yuanjin H, Tao Y, Xin H, Jie W, Zhongyuan L, Shuzhen L. Effects of bentonite on pore structure and permeability of cement mortar. *Constr Build Mater.* 2019; 224:276-83. doi:10.1016/j.conbuildmat.2019.07.073.
3. Rodrigues RM, Sobrinho Júnior AS, Lima EEP. Empirical methods for reference evapotranspiration estimation. *Inter Scientia.* 2016; 4:19-33. doi:10.18188/sap.v19i3.21487.
4. Silva LS, Magalhães RAB, De Assunção RF, Ferreira MS, De Assunção WR. Estudo de caso de patologias causadas pela umidade face a inexistência de implantação do sistema de impermeabilização nas garagens do 1º e 2º subsolo de um edifício residencial multifamiliar de múltiplos pavimentos em Belém/PA. *Rev Ciênc Tecnol.* 2019;5. doi:10.18227/ret. v5i9.5531.
5. Liu M, Hu Y, Lai Z, Yan T, He X, Wu J, Lu Z, Lv S. Influence of various bentonites on the mechanical properties and impermeability of cement mortars. *Constr Build Mater.* 2020; 241:118015. doi:10.1016/j.conbuildmat.2020.118015.
6. Zhang X, Du M, Fang H, Shi M, Zhang C, Wang F. Polymer-modified cement mortars: Their enhanced properties, applications, prospects, and challenges. *Constr Build Mater.* 2021; 299: 124290. doi:10.1016/j.conbuildmat.2021.124290.
7. Muwashee RS, Al-Jameel HA. Studying the effect of waterproofing admixtures on some properties of cement mortar. *IOP Conf Ser Mater Sci Eng.* 2020; 737:012060. doi:10.1088/1757-899x/737/1/012060.
8. Todaro C, Zanti D, Carigi A, Peila D. The role of bentonite in two-component grout: A comparative study. *Tunnelling Underground Space Technol.* 2023; 142:105412. doi:10.1016/j.tust.2023.105412.
9. Kaci A, Chaouche M, Andréani PA. Influence of bentonite clay on the rheological behaviour of fresh mortars. *Cem Concr Res.* 2011; 41:373-9. doi:10.1016/j.cemconres.2011.01.002.
10. Andrejkovičová S, Alves C, Velosa A, Rocha F. Bentonite as a natural additive for lime and lime–metakaolin mortars used for restoration of adobe buildings. *Cem Concr Compos.* 2015; 60:99-110. doi:10.1016/j.cemconcomp.2015.04.005.
11. Katsioti M, Katsiotis N, Rouni G, Bakirtzis D, Loizidou M. The effect of bentonite/cement mortar for the stabilization/solidification of sewage sludge containing heavy metals. *Cem Concr Compos.* 2008;30:1013-9. doi:10.1016/j.cemconcomp.2008.03.001.
12. Mirza J, Riaz M, Naseer A, Rehman F, Khan AN, Ali Q. Pakistani bentonite in mortars and concrete as low cost construction material. *Appl Clay Sci.* 2009; 45:220-6. doi:10.1016/j.clay.2009.06.011.
13. Costafreda JL, Martín DA, Sanjuán MÁ, CostafredaVelázquez JL. Bentonite clays from southeastern Spain as sustainable natural materials for the improvement of cements, mortars and concretes. *Sustainability.* 2023; 15: 16710. doi:10.3390/su152416710.
14. Lee HH, Wang CW. Experimental study on cement mortar with bentonite. *Adv Mater Res.* 2013; 671-674: 1741-4. doi:10.4028/www.scientifi.net/amr. 671-674.1741.
15. Javed U, Khushnood RA, Memon SA, Jalal FE, Zafar MS. Sustainable incorporation of lime-bentonite clay composite for production of ecofriendly bricks. *J Clean Prod.* 2020; 263:121469. doi:10.1016/j.jclepro.2020.121469.
16. Кукарина Е. Е. Применение бентонитовых матов в качестве гидроизоляционных материалов в строительстве // Тенденции развития науки и образования. № 70 (2). 2021. С. 39–42.
17. ООО «БентИзол»: производство геосинтетических бентонитовых материалов. [Электронный ресурс]. URL: <https://bentizol.ru>. URL: <https://bentizol.ru> (дата обращения: 10.05.2024).
18. Шилин А. А. Гидроизоляция подземных и заглубленных сооружений: выбор материалов // Технологии строительства. № 1. 2001. С. 40–42.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ПРОЦЕССА РАЗМОТКИ КОКОНОВ

М.А. Фаттахов, Б.Х. Исломов, М. Давронова

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

В последние десятилетие, исследователями практически всех специальностей уделяется особое внимание повышению эффективности производства на основе технического прогресса и в последние годы в шелкомотальной промышленности также проводятся определенные мероприятия по увеличению выхода шелка сырца, однако данный уровень в настоящее время еще нельзя признать удовлетворительным [1-4].

Целью нашей работы является увеличение выхода шелка-сырца за счет снижения числа обрывов нити и увеличение разматываемости оболочки коконов за счет уменьшения усилия схода нити и снижения растягивающих нагрузок при размотке [5].

Поставленная цель достигается тем, что в способ регулирования процесса размотки нити коконов, включающий электрообработку циркулирующей технологической жидкости и контроль за усилием схода нити физико-химическими параметрами жидкости, введены операции, заключающиеся в том, что в процессе циркуляции измеряют рН и редокс-потенциал электрообрабатываемой технологической жидкости, изменяют их значения в зависимости от величины усилия схода нити, при достижении минимального значения усилия схода нити параметры электрообработки стабилизируют. При этом изменения рН и редокс-потенциала электрообрабатываемой жидкости осуществляют в пределах от 9,5 до 10,5 и от – 300мВ до -550 мВ и с концентрацией серицина от 3 до 7 г/л.

Наиболее рационально изменять величины рН и редокс-потенциала электрообрабатываемой технологической жидкости. Величина рН существенно влияет на скорость набухания серицина. Однако, регулирование рН с помощью химических реагентов не рационально, т.к. ввод в технологическую жидкость щелочных реагентов приводит не только к набуханию, но и к растворению серицина, что ухудшает качество нити. Наиболее рационально регулировать рН путем электрообработки технологической жидкости в катодной зоне диафрагменного электролиза. При этом в жидкости образуется избыток гидроксильных групп, которые взаимодействуя с молекулами белка серицина, гидратируют их, что ведет к ускорению набухания серицина при меньшей, чем это принято в практике, температуре жидкости.

Преимуществом этой разработки являются:

- непрерывный контроль величины рН и редокс-потенциала циркулирующей через ванну электрообрабатываемой жидкости, который позволяет определить величину, при которых усилие хода нити становится минимальным;
- изменение величин рН и редокс-потенциала в процессе циркуляции раствора, что позволяет подобрать свойства жидкости, наиболее рациональные для оптимизации процесса размотки оболочки коконов [3];
- стабилизация процесса электрообработки в момент минимального усилия схода нитей, когда параметры технологической жидкости имеют наиболее рациональные значения, что повысит эффективность процесса при минимальных затратах.

Предлагаемый способ регулирования процесса размотки нити коконов легко автоматизировать без значительных дополнительных затрат. В качестве технологической жидкости использовали воду из чана для запарки коконов с температурой 30⁰С. В качестве диафрагменного электролизера использовали электролизер типа УЭВ-4 с площадью электродов 0,45 м² и производительностью 3 л/с. Изменение интенсивности электрического воздействия осуществляли в пределах от 400 Кл/л и 3500 Кл/л. Величина рН изменяли от 8 до 11, а редокс-

потенциала от -200 до -850 мВ, для измерения рН использовали иономер ЭВ-74, а для измерения редокс-потенциала прибор И-120 с платиновым электродом. Контроль за усилием схода нити осуществляли электрическим потенциометром ЭПЛ-16-74, соединенным с тензодатчиком ТР-22.

В таблице 1 показана зависимость изменения величин рН и редокс-потенциала от интенсивности электрического воздействия при обработке преимущественно в катодной зоне.

Таблица-1

интенсивность воздействия, Кл/л	рН, ед	редокс-потенциаль, мВ
Исходная	7,0	+130
400	7,6	+100
500	8,2	-150
1000	8,9	-250
2000	9,5	-300
3000	10,5	-550
3500	11,2	-620

Как видно из табличных данных, величина рН и редокс-потенциала изменяются достаточно линейно, что позволяет уместить число подборок режима для установления оптимальных параметров технологической жидкости для обеспечения снижения усилия схода нити при размотке оболочки коконов.

ЛИТЕРАТУРА

4. Юнусов Л. «Физико-химические свойства натурального шелка в процессе переработки коконов». - Ташкент., 1978г. с.12-25.
5. Исламов Б.Х., Фаттахов М.А. Изучение вклада белковых компонентов в деформационные свойства натурального шелка. «Проблемы текстиля» г. с. 2015г. №3.,с. 65-70.
6. Исламов Б.Х., Ахмедов А.М., Шавкунов У.Б. Переработка и использование водных отходов шелковой промышленности. «Вестник. ТашГТУ». 2015г. №1. с. 134-139.
7. М.А.Фаттахов, Б.Э.Тураев, М.К.Эрмуродов, Д.А. Мамаева, Исследование физико-химических параметров электроактивированных водных растворов серицина. «Проблемы текстиля» г. с. 2017г. №4.,с. 73-78.

DENOV HUDUDIDA TARQALGAN SHILLIQQURLAR (GASTROPODA NUDA) FAUNASI, EKOLOGIYASI VA XO‘JALIK AHAMIYATI

O‘.Z. Xayitova, N.A. Mamanazarova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov O‘zbekiston

O‘zbekistonning janubiy mintaqalari, xususan, Surxondaryo viloyatining Denov tumani o‘zining sernam va subtropik iqlimga yaqin sharoiti bilan mollyuskalar faunasi boyligi jihatidan ajralib turadi. Yalang‘och shilliqqurtlar (Gastropoda, Nuda) nafaqat qishloq xo‘jaligi ekinlarining ashaddiy zararkunandalari, balki inson va uy hayvonlari uchun xavfli bo‘lgan turli gelmintozlarning (masalan, diktiokaulyozi va prostrongilyozi) oraliq xo‘jayini sifatida ham katta epidemiologik ahamiyatga ega [1]. Hududning tog‘oldi relyefi, To‘polong va Sangardak daryolari tarmog‘idagi sug‘orish tizimlari mollyuskalarning jadal ko‘payishi va keng tarqalishi uchun mikroiklimiy rezervat vazifasini o‘taydi [2].

Tadqiqot hududi va metodikasi. Tadqiqotlar 2021-2023 yillar davomida Denov tumanining turli landshaftlari: intensiv bog‘lar, sabzavotchilikka ixtisoslashgan dehqon xo‘jaliklari va ariq bo‘yi biotsenozlarida olib borildi. Mollyuskalarni yig‘ishda zamonaviy "kvadratlar usuli" (0,5x0,5 m) qo‘llanilib, har bir biotopda 10 tadan namunaviy maydoncha o‘rganildi [3]. Turlarni aniqlashda nafaqat tashqi morfologik belgilari, balki zamonaviy malakologiyada hal qiluvchi hisoblangan jinsiy apparat tuzilishi (disseksiya usuli) tahlil qilindi [4,5]. Ekologik ko‘rsatkichlar (tuproq namligi va harorat) raqamli asboblardan yordamida har 10 kunda, sutkaning turli vaqtlarida qayd etib borildi.



1-rasm. Gastropoda nuda.

Tadqiqotlar natijasida hududda *Deroceras reticulatum*, *Parmacella levanderi*, *Limax flavus* va *Deroceras caucasicum* kabi turlar keng tarqalgani va dominantlik qilishi aniqlandi. Ayniqsa, *Deroceras reticulatum* (to‘rsimon shilliq) turi ochiq dala sharoitida sabzavot ekinlari (karam, pomidor, bodring) uchun eng xavfli zararkunanda ekanligi qayd etildi [6].

Antropogen omil ta‘sirida esa sinantrop turlarning agrosenozlarga kirib kelishi jadal tus olmoqda.

Kunduzgi harorat +26...+28°C dan oshganda, mollyuskalar namlikni saqlash maqsadida tuproqning 10-15 sm chuqurligiga yoki zich o‘simlik qoldiqlari ostiga yashirinishi (estivatsiya holatiga yaqinlashish) kuzatildi. Bu biologik xususiyat ularga qarshi kurash choralarini kechki payt (soat 21:00 dan keyin) yoki erta tongda o‘tkazish zarurligini ilmiy asoslaydi [2].

Xo‘jalik ahamiyati va zarar yetkazish darajasi. Denov tumani iqtisodiyoti asosan qishloq xo‘jaligiga ixtisoslashganligi sababli, shilliqqurtlar keltiradigan zarar miqyosi sezilarlidir. Laboratoriya sharoitida o‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, bitta *Deroceras reticulatum* bir kecha-kunduzda o‘z vazniga nisbatan 45% gacha yashil massani iste‘mol qilishi mumkin [4].

Xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, Denov tumani sharoitida yalang‘och shilliqqurtlar agrosenozlar barqarorligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatuvchi dominant guruh hisoblanadi. Tadqiqot natijalari

shuni ko‘rsatadiki, turlar tarkibining o‘zgarishi bevosita sug‘orish va dehqonchilik madaniyatiga bog‘liq. Kelgusida mollyuskotsidlarni qo‘llashning optimal muddatlarini mahalliy iqlimga moslashtirish va tabiiy entomofaglarni (yirtqich vizvizoq qo‘ng‘izlar) ko‘paytirish orqali biologik himoyani kuchaytirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

ADABIYOTLAR

1. Izzatullayev Z. I. O‘zbekiston va unga tutash hududlar quruqlik mollyuskalari (Gastropoda: Pulmonata). – Toshkent: Fan, 2013. – 252 b.
2. Izzatullayev Z. I. O‘zbekiston mollyuskalari aniqlagichi (Gastropoda, Bivalvia). – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 320 b.
3. Pazilov A., Azimov D. A. O‘zbekiston va unga tutash hududlar yer usti mollyuskalari (Gastropoda, Pulmonata). – Toshkent: Fan, 2003. – 316 b.
4. Hektor A. Qishloq xo‘jaligi ekinlarini zararli mollyuskalardan himoya qilishning zamonaviy texnologiyalari. – Toshkent: Navro‘z, 2015. – 164 b.
5. Izzatullayev Z. I., To‘ychiyev S. Janubiy O‘zbekiston yalang‘och shilliqqurtlari: ekologiyasi va tarqalishi. // O‘zbekiston biologiya jurnali. – Toshkent, 2018. – №4. – 42-46-b.
6. To‘ychiyev S. Surxondaryo viloyati malakofaunasi, ekologiyasi va uning xo‘jalik ahamiyati. – Samarqand: SamDU nashri, 2021. – 58 b.

O‘SIMLIKLARNING FIZIOLOGIYASI

M.K.Hamroyeva, D.H.Omonova, X.A.Xoliqova, H.T.Toshpo‘latova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Soya o‘simligi (Leguminosac) dukkaklilar oilasiga kirib (*Glicine*) avlodiga bo‘lib, turiga “hispidi”- deyiladi. 70 dan ortiq turi bor. Shundan eng ko‘p uchraydigan turi “*Glycina hispida* Moench” va yovvoyi soya “*Glycina ugguriensis* Rgl”. O‘simliklar fiziologiyasi o‘simliklar tanasida sodir bo‘ladigan hayotiy jarayonlar, murakkab qonuniyatlar va hodisalar zanjirini o‘rganadi. Fotosintez, nafas olish, suv rejimi va tiriklik asosini tashkil etuvchi boshqa hayotiy kechinmalarni o‘rganish, taxlil qilish va ularni odam uchun foydali tomonga o‘zgartirish, ya’ni yuqori va sifatli hosil olishga qaratish mazkur fanning asosiy vazifasi hisoblanadi. Shu ma’noda o‘simliklar fiziologiyasi agronomiya fanlarining nazariy asosini tashkil etadi. Chunki fiziologiya sohasida erishilgan har bir yutuq, o‘simlikshunoslikda ham yangi muvaffaqiyatlarga sabab bo‘ladi. Ayniqsa keyingi yillarda bu sohada erishilgan ijobiy natijalar: tabiiy suvlaridan tejamkorlik bilan foydalanish maqsadida sug‘orish ishlarini tartibli yo‘lga qo‘yish, mineral va organik o‘g‘itlardan samarali foydalanish, o‘sish va rivojlanishni boshqarish, tashqi sharoitning noqulay omillariga o‘simliklar chidamliligini oshirish kabi ishlarning hammasi o‘simliklar fiziologiyasining yutuqlariga asoslangandir. K.A.Timiryazov o‘simliklar fiziologiyasining maqsadi o‘simliklar tanasidagi hayotiy hodisalarni o‘rganish va tushunish, hamda shu yo‘l bilan o‘simlik organizmi kishi xohishiga qarab o‘zgarishi, undagi hodisalarni to‘xtata olish yoki aksincha ro‘y berishiga majbur qilish, xullas o‘simlikni kishi ixtiyoriga bo‘ysindirishdan iborat deb yozgan edi.

O‘simliklar tanasi orqali suvning bug‘lanishiga transpiratsiya jarayoni deyiladi. Transpiratsiya o‘simliklar tanasida sodir bo‘ladigan eng asosiy muxim fiziologik jarayonlardan biridir. Asosiy transpiratsiya organi bargdir. O‘simliklar yuzasining kattaligi SO_2 ning ko‘p yutilishi, yorug‘lik energiyasidan effektiv foydalanish va suv bug‘latuvchi yuzaning keng bo‘lishini ta’minlaydi. Suv barg yuzasidan asosan og‘izchalar orqali bug‘lanadi. Buning natijasida barg hujayralarida suv miqdori kamayadi va so‘rish kuchi ortadi. Barglarda so‘rish kuchining ortishi o‘z navbatida barg tomirlari va naylaridan suvni tortib olish jarayonini faollashtiradi. Yuqoridan tortib oluvchi kuchning paydo bo‘lishi, o‘simlik tanasi bo‘ylab suv harakatini yana tezlashtiradi. Shunday qilib, yuqoridan harakatga (tortuvchi) keltiruvchi kuch transpiratsiya natijasida vujudga keladi.

Transpiratsiya o‘simliklarni yuqori harorat ta’siridan saqlaydi. Odatda transpiratsiya tufayli o‘simlik tanasi harorati atmosfera haroratidan bir necha gradus past bo‘ladi. Biroq ayrim o‘simliklarda yuqoriroq ham bo‘lishi mumkin. Masalan, saxrolardagi o‘simliklar barglarining harorati quyoshning kuchli issiqlik energiyasini yutishiga qaramasdan, soyadagi barglarga nisbatan 6-7 °S ga ko‘p. Bu esa yozning issiq kunlarida o‘simlikning butun xayotiy jarayoni uchun katta ahamiyatga ega. Chunki og‘izchalarning ochiqligi SO_2 ning o‘zlashtirilishini faollashtiradi. Protoplasma kolloid mitsellalarining, xloroplastlar strukturasi va funksiyalari faoliyatiga sababchi bo‘ladi. Agar suv yetishmasligi oqibatida transpiratsiya jadalligi pasaysa yoki to‘xtab qolsa, o‘simlik harorati tez oshib ketadi. Bu esa undagi barcha jarayonlarning o‘zgarib ketishiga olib keladi. Protoplazmaning kolloid xossasi buziladi, fotosintez to‘xtaydi, nafas olish tezlashadi. Bu uzoqroq davom etsa o‘simliklar nobud bo‘ladi. Bargning plastinkasimon (keng) tuzilishi fotosintez va transpiratsiya jarayonlari uchun eng qulay sharoit yaratadi. Bargning asosiy qismi - mezofilldir. U bir qator joylashgan epidermis hujayralari bilan qoplangan.

Eng muhimi suv bilan ta’minlashdir. Suv yetarli sharoitda og‘izchalari ochiladi va kamligida aksincha yopiladi. Ko‘pchilik o‘simliklarning bargidagi og‘izchalar yorug‘likda ochilib, qorong‘ilikda yopilishi ham mumkin. Transpiratsiya asosan barg og‘izchalari orqali idora qilinadi. Ya’ni transpiratsiya natijasida bug‘langan suvning 95-97% og‘izchalar va qolgan qismi kutikulalar orqali atmosferaga tarqaladi. Shuning uchun ham transpiratsiya jadalligi bargdagi og‘izchalarning soniga va ularning ochiq yoki yopiqligiga ham bog‘liq. Og‘izchalarning soni 1 m² barg yuzasida 5-500 ta va undan ko‘proq ham

bo‘lishi mumkin. Bu ko‘proq o‘simlik turlariga, navlariga va suv bilan ta‘minlanish sharoitlariga bog‘liq. Og‘izchalar ochiq yoki yopik bo‘lishi mumkin. Bunga har xil omillar sabab. Eng muhimi suv ta‘minlashdir. Suv etarli sharoitda og‘izchalar ochiladi va kamligida aksincha yopiladi. Ko‘pchilik o‘simliklarning bargidagi og‘izchalar yorug‘likda ochilib, qorong‘ulikda yopilishi ham mumkin. Ko‘pchilik o‘simliklarning og‘izchalari tong otganda ochila boshlaydi, ertalabki soatlar ularning eng ko‘p ochilgan vaqti bo‘ladi. Tush vaqtlarida og‘izchalarning ochiqligi yoki toraya boshlashi o‘simliklarning suv bilan ta‘minlanish darajasiga bog‘liq. Kechga tomon yopila boshlaydi. Havo juda issiq va quruq vaqtlarida kun bo‘yi yopiq turadi va ertalabgina qisqa muddatga ochiladi. Og‘izchalar xolatining sutkalik dinamikasiga qarab transpiratsiya jadalligi ham o‘zgaradi. Bu o‘zgarish hamma o‘simliklarga xos, faqat ularning jadalliklarida farq bor. Ko‘pchilik o‘simliklarda transpiratsiya jadalligi ertalabki soatlarda kunning o‘rta qismiga tomon ortib boradi va eng yuqori darajaga yetadi, so‘ngra yana kuchsizlana boshlaydi. Bu quyoshning o‘zgarishi natijasida hosil bo‘ladigan haroratning ortishi va og‘izchalarning xolatiga bog‘liq. Havo juda issiq va suv miqdori kamroq kunlarda transpiratsiya asosan ertalabki soatlarda juda past bo‘lishi mumkin. Bunday xolatlar o‘z navbatida o‘simlik turlariga ham bog‘liq.

АДАБИЁТЛАР

1. Xo‘jayev D. O‘simliklar fiziologiyasi. Toshkent, 2004.
2. Виктор Д.П. «Практикум по физиологии растений» Изд. Воронежского университета 1991.
3. Beknazarov. O. O‘simliklar fiziologiyasi. Toshkent, 2009.
4. Yormatova D. O‘simlikshunoslik. Toshkent. Sharq. 2002 y.
5. Петибская В.С., Биохимические особенности пищевых сортов сои. // В сборнике: Краснодар, 2004. С. 94-102.
6. M.K.Hamroyeva, K.B.Yorov, K.U.Turaboyeva, A.D.Isayev. // Statistical Analysis of Biochemical Obtained Results in the Cultivation of Soybeans, Annals of the Romanian Society for Cell Biology, ISSN: 1583-6258, Vol. 25, Issue 4, 2021, Pages/ 14200-14204.

SARVNING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI VA URUG‘ UNUVCHANLIGINI O‘RGANISH

Abbos Anorov, Mingboy Xalmuratov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Sarvidoshlar oilasi — Cupressaceae.

Bu oilaga kiruvchi turlar bir uyli yoki ikki uyli daraxt va buta o‘simliklaridir. Oilada 20 turkum va 145 tur mavjud bo‘lib, ular ichida eng xarakterli turkumlar archa, tuya, va biotadir.

Archa turkumi — Juniperus

Bu turkumga daraxt va butalar kiradi. Ularning bargi ignasimon yoki tangachasimon bo‘ladi. Odatda, yosh daraxtda avval ignabarglar paydo bo‘ladi, so‘ngra ular tangachasimon shaklga kiradi. Barglar odatda 3 tadan bo‘lib, doira shaklida joylashadi. Urg‘ochi qubbalari yashil rangli bo‘lib, ular 3 ta yoki undan ko‘p tangachasimon urug‘chi barglardan (urug‘kurtak) tashkil topadi. Ularda 10 tagacha urug‘ rivojlanadi. Erkak qubbalari sarg‘ish rangli bo‘lib, 3–6 ta changdoni mavjud tanga-chasimon changchidan tashkil topadi. Qubbalari ikkinchi yili yetiladi.



a)



b)



c)

1-rasm. a) Juniperus, b) J. Zeravschanica, c) J. virginiana

Archalar urug‘dan yaxshi ko‘payadi. Bu turkumga 60 tur kiradi. Ular Shimoliy yarimsharning mo‘tadil iqlim mintaqalarida, shuningdek, Markaziy Amerika, Hindiston va Sharqiy Amerikaning tropik tog‘li hududlarida tarqalgan. MDHda 21 turi o‘sadi. Kavkaz va O‘rta Osiyoda ayrim turlari archazorlar hosil qiladi. (1a-rasm)

Zarafshon archasi (J. Zeravschanica)

Zarafshon archasi bo‘yi 10–15 m, diametri 1–1,5 m bo‘lgan, shox-shabbasi qalin, sharsimon, piramida yoki yoyiq shakldagi daraxtdir. Erkak qubbalari yoz o‘rtalarida paydo bo‘ladi va qish davomida (bahorgacha) rivojlanadi. Urg‘ochi qubbalari ham yozda hosil bo‘ladi va kelgusi yil bahoridan rivojlanadi. Bu archa ikki uyli daraxt bo‘lib, bahorda changlanadi. Urg‘ochi qubba changlansa ham, changlanmasa ham urug‘kurtak rivojlanishda davom etadi. Tashqi ko‘rinishidan urg‘ochi qubbaning urug‘i bor yoki yo‘qligini aniqlash mumkin emas, lekin urug‘lanmagan qubba tez to‘kiladi. Qubbalarda urug‘lar ikkinchi yili kuzda yetiladi. Qubbalar kaltanovdalarda joylashadi. Ular yumaloq, diametri 1,5 sm. gacha bo‘lib, zangori rangda, tarkibida qatron mavjud va zich nuqtalidir. Yetilganda rangi o‘zgarib, undagi nuqtalar to‘kiladi. Qubba 4–6 ta tangachasimon barglarning o‘zaro qo‘shilib o‘sishi natijasida hosil bo‘ladi. To‘liq urug‘li qubba yetilgandan so‘ng, keyingi yil bahorda to‘kiladi. Archa urug‘dan ko‘payadi. Urug‘i uchburchak yoki tuxumsimon bo‘lib, yerga tushgandan so‘ng qulay sharoitda 1–3 yilda unib chiqadi. (1b-rasm)

Virgin archa (*J. virginiana*) bo‘yi 15–30 m ga yetadigan daraxtdir. Shox-shabbasi tor tuxumsimon yoki yoyiq bo‘lib, tanasining tubidan shoxlaydi, keyinchalik ba’zi shoxlari qurib tushadi. Po‘stlog‘i kul yoki qo‘ng‘ir-qizg‘ish rangda, novdalari ingichka, yashil-kulrang va to‘rt qirrali bo‘ladi. Ignabarglari qarama-qarshi joylashadi, yon novda yoki shoxchalaridagi barglar mayda, tangachasimon va uzunligi 1–2 mm dan oshmaydi. Barglarida uzunchoq qatron bezlari mavjud. Qubbalar 5 mm uzunlikda, shar shaklida bo‘lib, birinchi yili yetiladi. Unda 1–3 ta urug‘ rivojlanadi. Urug‘i cho‘ziq-tuxumsimon, uchi o‘tkir, yaltiroq va qattiq qobiqli bo‘ladi. 1000 dona urug‘ining vazni 2,5–2,6 g ga teng. Urug‘i unib chiqish xususiyatini 3 yilgacha saqlaydi. Virgin archa ham urug‘dan ko‘payadi. Urug‘i sepilgandan keyingi ikkinchi yili unib chiqadi. Virgin archa Shimoliy Amerikaning g‘arbiy va sharqiy shtatlarida tarqalgan. Tuproq tanlamaydi: quruq, toshli, qumli, botqoq va nam sho‘rtob tuproqlarda o‘saveradi. Qurg‘oqchilikka, havoning ifloslanishiga va soyaga chidamli. Yog‘ochi o‘zakli, yumshoq va xushbo‘y hidli bo‘lib, qalam ishlab chiqarishda keng foydalaniladi. Shuningdek, undan mayda mebel va boshqa buyumlar ham yasaladi. Virgin archa Qora dengiz bo‘ylarida, Kavkaz va Qrimda, Ukrainada va Belorussiyada ekiladi. Uni yashil to‘siq sifatida, yakka-yakka yoki to‘da-to‘da qilib ekish tavsiya etiladi. Botanika bog‘larida juda yaxshi o‘smoqda (1c-rasm).

Sarv (*Cupressus*) o‘simligi doimiy yashil, uzoq umr ko‘ruvchi va turli iqlim sharoitlariga yaxshi moslasha oladigan daraxt hisoblanadi. Ba’zi hollarda urug‘larning unishini tezlashtirish uchun ularni oldindan ishlov berish (stratifikatsiya) talab etiladi. Umuman olganda, sarvning ekologik moslashuvchanligi va urug‘ orqali ko‘payish imkoniyati uni ko‘kalamzorlashtirish va landshaft dizaynida keng qo‘llashga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. C.N. Pyatnitskiy. *Kurs dendrologii*. Xarkov, 2023.
2. B.V. Grozdov. *Dendrologiya*. Moskva, 2024.
3. *Derevyia i kustarniki* (I–VI tomlar). Moskva, 2024.
4. F.N. Rusanov. *Dendrologiya Uzbekistana*. 1-tom. Toshkent, 2025.
5. F.N. Rusanov, T.I. Slavkina. *Dendrologiya Uzbekistana*. Toshkent, 2023.
6. P.L. Bogdanov. *Dendrologiya*. Moskva, “Lesnaya promyshlennost”, 2024.
7. A.U. Usmanov. *Dendrologiya*. Toshkent, 2023.

LAURUS NOBILIS L. NING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI VA DENOV SHAROITIDA KO‘PAYTIRISH ISTIQBOLLARI

S. Xakimova, D. Mingziyoyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

(*Laurus nobilis* L.) — Lauraceae oilasiga mansub, doimiy yashil, xushbo‘y bargli, issiqlikni sevuvchi manzarali va dorivor o‘simlik bo‘lib, ikki pallali o‘simliklar oilasiga mansub, doim yashil buta yoki daraxt. U ko‘pincha "dafna daraxti" yoki "zavq daraxti" nomi bilan ham mashhur bo‘lib, kuchli xushbo‘y hidli barglari tufayli qadim zamonlardan beri mashhur. Ushbu o‘simlik o‘zining madaniy va tarixiy ahamiyati, shuningdek, tibbiy va oshpazlikdagi keng qo‘llanilishi bilan ajralib turadi asosan O‘rta Yer dengizi mamlakatlarida, Kavkaz, Kichik Osiyo, Qrim va Markaziy Osiyo hududlarida keng tarqalgan (1-rasm).



1-rasm. *Laurus nobilis* L.

Laurus nobilis L. barglarida sekretsion hujayralar yaxshi rivojlangan bo‘lib, aynan shu hujayralarda efir moylari to‘planadi. Barglari uzun, qalin va terisimon bo‘lib, quyuq yashil rangda va ko‘pincha qalin kutikulaga ega bo‘ladi, bu esa ularning qurg‘oqchilik sharoitiga chidamliligini oshiradi.

Uning barg va mevalarida efir moylari, flavonoidlar, alkaloidlar, fenol birikmalar, organik kislotalar va boshqa bioaktiv moddalar mavjud. Ilmiy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, ushbu komponentlar antioksidant, antiseptik, yallig‘lanishga qarshi, antibakterial va antifungal xususiyatlarga ega. Shu sababli lavr o‘simligi farmatsevtika sanoatida turli dori vositalari ishlab chiqarishda, oziq-ovqat sanoatida tabiiy konservant va ziravor sifatida, shuningdek kosmetologiyada keng qo‘llanilmoqda.



2-rasm. *Laurus nobilis* L. ning vegetativ, qalamchalar orqali ekish jarayoni.

Denov hududining uzoq vegetatsiya davri, quyoshli kunlar sonining ko‘pligi, nisbatan yumshoq qish sharoiti *Laurus nobilis* L. kabi o‘simliklarni introduksiya qilish imkoniyatlarini kengaytiradi. Shu bilan birga, ushbu hududda suv resurslarining cheklanganligi qurg‘oqchilikka chidamli o‘simliklarni tanlashni taqozo etadi, bu jihatdan lavr o‘simligi istiqbolli hisoblanadi.

Denov sharoitida ko‘paytirish texnologiyasini ishlab chiqish va takomillashtirish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. O‘simlikni urug‘ orqali va vegetativ usullar (qalamcha, parxish) orqali ko‘paytirish imkoniyatlari mavjud bo‘lib, (2-rasm), ularning har biri o‘ziga xos agrotexnik yondashuvni talab etadi. Ayniqsa, vegetativ ko‘paytirish usullari nav belgilarini saqlab qolish va yuqori sifatli ko‘chat olish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tutin, T.G. et al. (2018). *Flora Europaea*. Cambridge University Press.
2. Duke, J.A. (2020). *Handbook of Medicinal Herbs*. CRC Press.
3. Bağcı, E., & Yüce, E. (2021). Essential oil composition of *Laurus nobilis* L. — Journal of Essential Oil Research.
4. Rasulov, A. (2021). Subtropik o‘simliklarni introduksiya qilish muammolari — O‘zbekiston biologiya jurnali.

ULTRA BINAFAsha (UT) NURLARNING SABZAVOT EkinLARIGA TA’SIRI

Mahmasaid Xudayarov, Xafiza Xudoyorova, Mashxurbek Erkinov

Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100700 Toshkent, O‘zbekiston

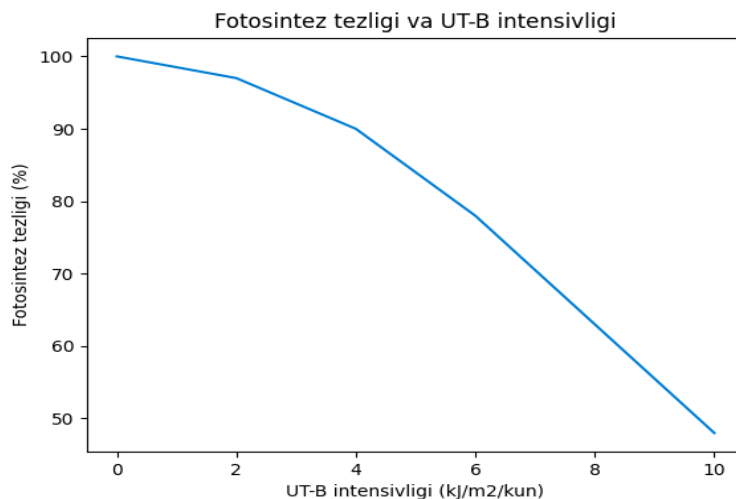
Ushbu maqolada ultra binafsha (UT-A, UT-B, UT-C) nurlarning sabzavot ekinlari o‘ssishi, fotosintez jarayoni, antioksidant tizimi va hosildorligiga ta’siri ilmiy manbalar hamda tajriba modellashtirish asosida tahlil qilindi. UT-B intensivligi ortishi bilan fotosintez pasayishi, biroq himoya fermentlari faollashuvi kuzatildi.

Global iqlim o‘zgarishi va ozon qatlamining yupqalashuvi natijasida UT-B oqimi ortishi mumkinligi qishloq xo‘jaligi ekinlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Sabzavot ekinlari ochiq maydonda yetishtirilgani sababli UT nurlanishga bevosita duchor bo‘ladi. UT-A asosan morfogeneza jarayonlariga ta’sir etsa, UT-B stress omili sifatida muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqotda modellashtirilgan eksperimental ma’lumotlar asosida UT-B intensivligining fotosintez tezligi, SOD ferment faolligi va hosildorlikka ta’siri baholandi.

1-jadval. UT-B intensivligi va fiziologik ko‘rsatkichlar.

UT-B (kJ/m ²)	Fotosintez (%)	SOD (%)	Hosildorlik (%)
0	100	100	100
2	97	118	96
4	90	142	85
6	78	168	72
8	63	155	60
10	48	140	50



1-rasm. Fotosintez tezligi va UT-B intensivligi.

Asosiy qism UT nurlar turlari Ultrabinafsha nurlar quyidagi turlarga bo‘linadi:

- UVA (315–400 nm) – nisbatan xavfsiz va foydali;
- UVB (280–315 nm) – o‘rtacha zararli;
- UVC (100–280 nm) – juda zararli (atmosfera ushlanadi).

Ijobiy ta’siri. UT nurlar me’yorida o‘simliklarga quyidagi ijobiy ta’sirlarni ko‘rsatadi:

- Fotosintez jarayonini faollashtiradi;
- Xlorofill miqdorini oshiradi;
- Antioksidantlar va flavonoidlar sintezini kuchaytiradi;
- Sabzavotlarning oziqaviy qiymatini yaxshilaydi;
- Rang va tashqi ko‘rinishni yaxshilaydi.

Masalan, pomidor va qalampirida UT nurlar ta’sirida C vitamini miqdori ortadi.

Salbiy ta’siri. UT nurlar ortiqcha bo‘lganda salbiy oqibatlar kuzatiladi:

- Barglarning kuyishi;
- Hujayra DNKsining zararlanishi;
- Fotosintezning pasayishi;
- O‘sish va rivojlanishning sekinlashuvi;
- Hosildorlikning kamayishi.

Ayniqsa, UVB nurlar o‘simliklar uchun eng xavfli hisoblanadi.

Sabzavot ekinlariga ta’siri. Turli sabzavot ekinlari UT nurlarga turlicha munosabat bildiradi:

- Pomidor – me’yorida foydali, ortiqcha bo‘lsa barg zararlanadi;
- Bodring – juda sezgir, himoya talab etiladi;
- Qalampir – antioksidantlar ortadi, lekin kuchli nurlanish zararli.

Ultra binafsha (UB) nurlar sabzavot ekinlariga murakkab va dozaga bevosita bog‘liq bo‘lgan ikki tomonlama (stimullovchi va tormozlovchi) ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, past va me’yoriy intensivlikdagi UB nurlanish o‘simlik organizmida moslanish (adaptatsiya) mexanizmlarini faollashtiradi. Xususan, antioksidant tizim elementlari — katalaza, peroksidaza, superoksid dismutaza fermentlari faolligi ortadi, fenolik birikmalar va flavonoidlar sintezi kuchayadi. Bu moddalar hujayralarni erkin radikallarning zararli ta’siridan himoya qiladi. Natijada fotosintez jarayoni barqarorlashadi, xlorofill miqdori me’yorida saqlanadi, transpiratsiya va modda almashinuvi jarayonlari muvozanatlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Vanhaelewyn L., Van Der Straeten D., De Coninck B., Vandenbussche F. *Ultraviolet Radiation From a Plant Perspective: The Plant-Microorganism Context*. – Frontiers in Plant Science, 2020.
2. Shahzaidi Z.S., Tackallou S.H., Amjad L., Iranbakhsh A. *Analysis of UV radiation-induced changes on plant physiological traits*. – BMC Plant Biology, 2025.
3. Hideg É., Jansen M.A.K., Strid Å. *UV-B exposure and plant responses*. – BMC Plant Biology, 2020.
4. Gastélum-Estrada A., Reza-Zaldivar E., Jacobo-Velázquez D.A. *Boosting Health Benefits in Vegetables using UVB radiation*. – Foods Journal, 2024.
5. Zhang W.J., Björn L.O. *The effect of ultraviolet radiation on accumulation of plant compounds*. – Fitoterapia, 2009.
6. Li T., Yamane H., Tao R. *UV-B radiation and plant development*. – Horticulture Research, 2021.

TUPROQ HARORATINING O‘SIMLIKLAR HOSILDORLIGIGA TA’SIRI

Mahmasaid Xudayarov, Xafiza Xudoyorova, Moxlaroyim Maxamatyakubova

Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100700 Toshkent, O‘zbekiston

Mazkur maqolada tuproq haroratining o‘simliklarning o‘sishi, rivojlanishi va hosildorligiga ta’siri tahlil qilingan. Tuproq haroratining urug‘ unishi, ildiz tizimi shakllanishi, oziqa moddalarining o‘zlashtirilishi va fiziologik jarayonlarga ta’siri ilmiy asosda yoritilgan. Shuningdek, optimal harorat sharoitlarini boshqarish orqali hosildorlikni oshirish yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildorligi ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ulardan biri tuproq haroratidir. Tuproq harorati o‘simliklarning biologik va fiziologik jarayonlariga bevosita ta’sir qiladi. Ayniqsa, urug‘larning unishi, ildizlarning rivojlanishi va oziqa moddalarining o‘zlashtirilishi jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi.

Tuproq haroratining urug‘ unishiga ta’siri.

Urug‘larning unishi uchun ma’lum harorat oralig‘i talab etiladi. Past haroratda fermentativ jarayonlar sekinlashadi, natijada unish kechikadi yoki umuman sodir bo‘lmaydi. Juda yuqori harorat esa urug‘ hujayralariga zarar yetkazadi.

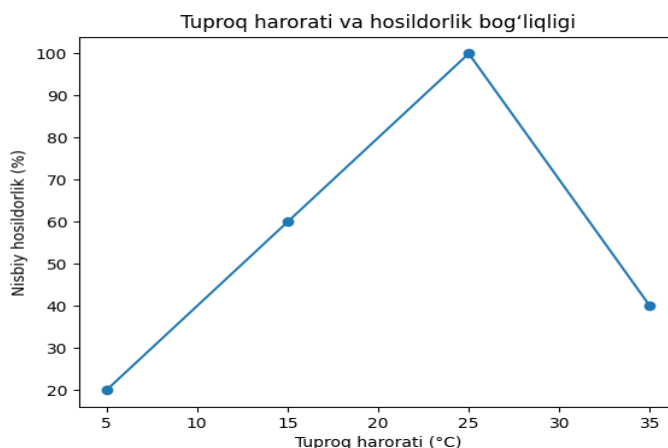
Masalan: Bug‘doy uchun optimal harorat: 12–25°C Makkajo‘xori uchun: 18–30°C

Optimal haroratda urug‘lar tez va bir maromda unadi, bu esa kelajak hosildorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Ildiz tizimining rivojlanishiga ta’siri. Tuproq harorati ildizlarning o‘sinh tezligini belgilaydi. Iliq tuproqda ildizlar tez rivojlanadi va chuqur kirib boradi. Bu esa o‘simlikning suv va oziqa moddalarini yaxshi o‘zlashtirishiga yordam beradi. Past haroratda: ildiz o‘sishi sekinlashadi, oziqa moddalarining o‘zlashtirilishi kamayadi natijada hosildorlik pasayadi.

Oziqa moddalarining o‘zlashtirilishi.

Tuproq harorati mineral moddalarning eruvchanligi va harakatchanligiga ta’sir qiladi. Ayniqsa azot, fosfor va kaliy o‘zlashtirilishi haroratga bog‘liq.

Optimal haroratda: mikroorganizmlar faoliyati oshadi, organik moddalar tez parchalanadi, o‘simliklar oziqa moddalarni samarali o‘zlashtiradi, past haroratda esa bu jarayonlar sustlashadi.



1-rasm. Tuproq harorati va hosildorlik o‘rtasidagi bog‘liqlik.

Mikroorganizmlar faoliyatiga ta’siri.

Tuproqda yashovchi mikroorganizmlar o‘simlik oziqlanishida muhim rol o‘ynaydi. Ularning faoliyati asosan haroratga bog‘liq.

20–30°C oralig‘ida mikrobiologik faoliyat eng yuqori darajada bo‘ladi. Bu esa tuproq unumdorligini oshiradi.

Hosildorlikka umumiy ta'siri.

Tuproq haroratining optimal darajada bo'lishi quyidagilarga olib keladi: tez unish, kuchli ildiz tizimi, yaxshi oziqlanish, yuqori hosildorlik. Noqulay harorat sharoitlari esa hosilning kamayishiga sabab bo'ladi.

Tuproq haroratini boshqarish usullari.

Hosildorlikni oshirish uchun tuproq haroratini tartibga solish muhimdir. Buning uchun quyidagi agrotexnik tadbirlar qo'llaniladi, mulchalash (namlikni saqlaydi va haroratni barqarorlashtiradi) sug'orish (haroratni pasaytiradi), issiqxonalardan foydalanish, tuproqni ishlov berish (havodorlikni oshiradi).

1-Jadval. Tuproq harorati va o'simlik rivojlanishi:

Harorat (°C)	Ta'siri	Natija
0–10	Unish sekin	Past hosildorlik
10–20	Normal unish	O'rtacha hosil
20–30	Optimal rivojlanish	Yuqori hosil
30 dan yuqori	Stress holati	Hosil kamayadi

Xulosa. Tuproq harorati o'simliklarning o'sishi va hosildorligiga bevosita ta'sir qiluvchi muhim omildir. Optimal harorat sharoitlarini yaratish orqali o'simliklarning biologik salohiyatidan to'liq foydalanish va yuqori hosildorlikka erishish mumkin. Shu sababli, zamonaviy agrotexnologiyalarda tuproq haroratini boshqarish muhim yo'nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sabri N.S.A. et al. Importance of Soil Temperature for the Growth of Temperate Crops under a Tropical Climate and Functional Role of Soil Microbial Diversity. – 2018.
2. Hatfield J.L., Prueger J.H. Temperature extremes: Effect on plant growth and development. – Agricultural Systems, 2015.
3. Chakraborty P.K. et al. Assessing congenial soil temperature and its impact on crop yield. – 2022.
4. Kandasamy J. et al. Performance of crop models in simulating soil temperature and yield. – Sensors, 2023.
5. Deng X. et al. Building soil to reduce climate change impacts on global crop yields. – Science of the Total Environment, 2023.
6. Zhao C. et al. Temperature increase reduces global yields of major crops. – PNAS, 2017.

ИЗУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ГЛУБОКИХ ЦЕНТРОВ СВЕТОДИОДОВ В ПРОЦЕССЕ ДЕГРАДАЦИИ.

Ж.С.Абдуллаев, Э.В.Бакиров

Ферганского государственного технического университета

Глубокие центры, радиационные дефекты и дефекты, возникающие в результате термообработки и в процессе наработки, оказывают существенное влияние на характеристики полупроводниковых материалов и устройств. Исследование этих центров, как положительных, так и отрицательных, представляет собой ключевое направление в современной физике полупроводников.

Изучение энергетического спектра глубоких энергетических уровней в зоне активации СД при его разрушении получило толчок благодаря появлению новых исследовательских методик.

Ёмкостная спектроскопия дефектов в полупроводниках основана на изменении емкости раздела $p-n$ под воздействием концентрации электронов или дырок в этих дефектах. Этот метод отличается высокой восприимчивостью к дефектам и позволяет анализировать их свойства независимо от типа преобладающих носителей заряда.

Об увеличении плотности центров быстрой рекомбинации (ЦБР) в процессе деградации светодиодов свидетельствуют такие экспериментальные признаки, как возрастание рекомбинационной и избыточной составляющих прямого тока [1-3], рост величины обратного тока, усиление низкочастотных токовых шумов [1], а также уменьшение времени жизни неосновных носителей заряда и соответствующее сокращение их диффузионной длины.

Так, например, при деградации устройств на основе твёрдого раствора $GaAs_{1-x}P_x$ примерно на 50 % наблюдалось появление ловушек с концентрацией порядка $6 \cdot 10^{15} \text{ см}^{-3}$ в интервале энергий 0,2–0,4 эВ от обеих зон. В работе [4] также зафиксировано формирование аналогичных центров при деградации структур типа p^+-n на основе $GaAs_{0.6}P_{0.4}$ приборов двух эффективный рекомбинационных центров $E_1 = 0,4 \text{ эВ}$, $G_b(E_1) = 7 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2$, и $E_2 = 0,74 \text{ эВ}$, $G_b(E_2) > 2 \cdot 10^{-15} \text{ см}^2$ и одну дырочную ловушку с энергией 0,24 эВ, однако корреляция между плотностью этих центров и деградацией не была установлена.

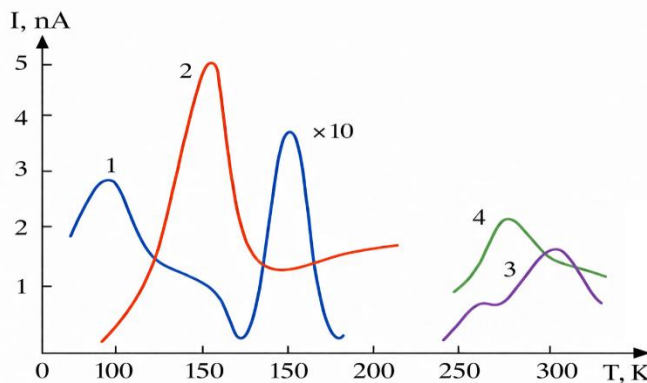


Рис - 1. Спектры ТСТ $p-n$ – перехода на основе $GaAs_{1-x}P_x$ до (1,3) и после (2,4) деградации при скоростях нагрева 0,55 (1,2) и 0,07 (3,4). ($K \cdot c^{-1}$).

На рис -1 приведены кривые термостимулированного тока СД на основе $GaAl_{1-x}P_x$, полученного диффузией Zn в материал n – типа, легированный Те [2]. Сопоставив кривые (рис - 1.) до и после деградации (100ч) можно увидеть, что концентрация одних уровней в области пространственного заряда (ОПЗ) увеличилась, а других уменьшилась.

Деградация происходила при пропускании через диоды прямого тока с плотностью $I = 16$ А/см² при температуре 50⁰С. На различных этапах деградации контролировались интегральная эффективность свечения, спектры электролюминесценции (ЭЛ), ватт-вольт-амперные, вольт-амперные и вольт-фарадные характеристики (ВАХ и ВФХ), а также параметры глубоких центров в активной области СД.

Изученные образцы СД демонстрировали эмиссию в двух диапазонах длин волн: красном (К) с энергией фотонов 1.82 эВ (полуширина 0,06 эВ) и инфракрасном (ИК) с энергиями 1.39–1.40 эВ (полуширина 0,07 эВ). Данные полосы спектра возбуждались рекомбинацией электронов и дырок, возникающей в слое $p\text{-Al}_{0.34}\text{Ga}_{0.66}\text{As}$ и подложке из GaAs, вследствие поглощения основной красной полосы в подложке (см. рис. 2). Инфракрасная полоса с энергией 1.40 эВ коррелирует с областью перехода между слоями AlGaAs и GaAs, тогда как полоса при энергии 1.39 эВ отражает излучение от высоколегированной подложки из GaAs.

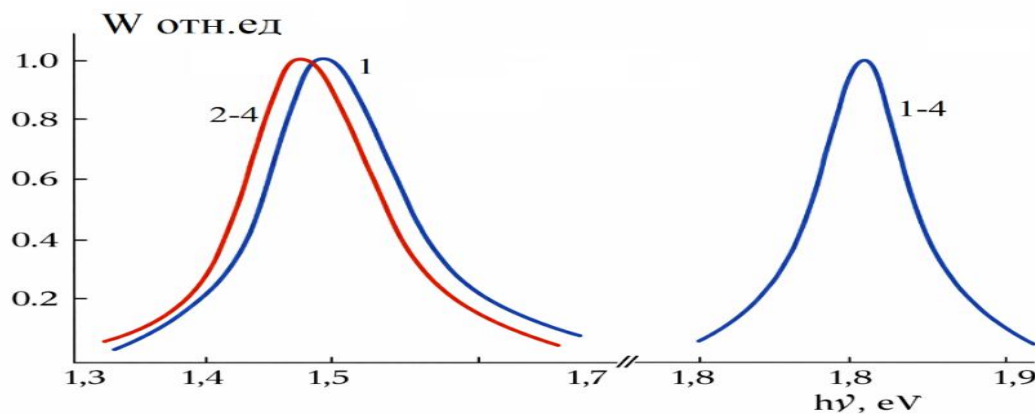


Рис - 2. Спектр электролюминесценции красных СД в моменты времени наработки: 0 (1), 100 (2), 500 (3) и 6000 (4). (τ)

Изменение величины W на начальном участке деградации сопровождается ростом избыточного тока на прямой и обратной ветвях ВАХ, снижением интенсивности ИК полосы свечения и смещением ее в низкоэнергетическую область спектра: $h\nu_m$ сдвигается с 1,40 к 1,39 эВ (рис -2). Таким образом, использованные методики оценки параметров глубоких центров оказались взаимно дополняющими друг друга в области резких распределений S_e (типа б – функции). В области непрерывного распределения S_e , как нам представляется, метод инжекционной спектроскопии является более информативным.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ralston T.M, Lorimor O.G, Dagradaion of bulk electroluminescent efficiency in Zn, o doped GaP LED's // Proc Soc Inform Display – 1977 v18, N2, p 186-188.
 2. Ж.С.Абдуллаев, Б.Каримов Исследование изменение параметров светоизлучающих диодов в процессе эксплуатации// Vol. 54 (2024): *Miasto Przyszłości 50 Polsha 507-511 paje 2024*
 3. Птащенко А.А., Литовченко Л.Ф и др. Движение примесных центров при комнатной температуре в p-n переходах на основе Ga As, $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$, $\text{GaAs}_{1-x}\text{Px}$ // УФЖ – 1978 – т 23, №1 – с 100-128.
- Tell B., van Opdorp C. Capacitance spectroscopy of degraded GaAs P light emitting diodes // T. Appl phys – 1978 – v49, N5 – p 2874-2947.

KIVI MEVASINI FOYDALI XUSUSIYATLARI

Sherzod Mardonov, Shoxruxmirzo Donayev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Kivi birinchi bo‘lib XII asrda “Song” sulolasi davrida yetishtirilgan XX asrning boshlarida kivi yetishtirish Xitoydan Yangi Zelandiyaga tarqaldi. Meva Ikkinchi Jahon urushi paytida Yangi Zelandiyada joylashgan Britaniya va Amerika harbiy xizmatchilari orasida mashhur bo‘ldi va keng tarqala boshladi. Avval Buyuk Britaniyaga, keyin esa 1960-yillarda Kaliforniyaga eksport qilindi. Kivi – bu rezavor meva. Xitoyda bu rezavor meva imperatorlar tomonida ulug‘lanilgan: undan afrodizyak sifatida foydalanishgan.

Kivi eng beor o‘simliklardan biri hisoblanadi: uni qurtqumursqalar yoqtirishmaydi. Lekin, kivi ob-havo o‘zgarishlariga juda ta’sirchan bo‘lib, sovuqqa chidamaydi, jazirama yozga u chidamsiz bo‘lib, ildizlari doimo suvda bo‘lishi kerak. Bunday vaqtda u bir kunda 5 litrgacha suv «ichadi». Kivini 84% ini suv tashkil qiladi. Shu xususiyati va kaloriyasi pastligi sabab ham uni parhezboq mahsulotlar safiga kiritishni yoqtirishadi.

Kivi sitrus mevasi subtropik mamlakatlarda o‘sadi. Bu mevani yurtimizga import qilish anchagina sarf harajat talab etadi. Shuning uchun kivi o‘simligini O‘zbekiston sharoitida o‘stirish va parvarishlash choralari korib chiqilmoqda. Shunday holatlarni nazarda tutgan holda Farg‘ona viloyati Qo‘qon shahrida bog‘bonlarimiz kivi o‘simligini uy sharoitida iqlimlashtirishdi va mo‘l hosil olmoqda. Kivi ekish va etishtirish uchun eng maqbul tuproq chirindi etarli miqdorda bo‘lgan qumli tuproqdir. Bu tuproq Eron shimolida, Astarada ko‘p uchraydi. Kivi yuqori meva va vegetativ o‘sishi tufayli tuproqning ozuqaviy elementlariga juda ochko‘zdir. Bu o‘simlik erkak va urg‘ochi sifatida mavjud. Darhaqiqat, changlanish davrida urg‘ochi daraxtlarni urug‘lantirish uchun bir nechta urg‘ochi daraxtlar yoniga erkak daraxt ekish kerak. Biroq, faqat urg‘ochi daraxtlar meva beradi. Kivi mevasi juda ko‘p foydali xususiyatlarga ega, xususan xomilador ayollar uchun foydali bo‘lgan Mg ga, C vitaminiga boy. Bu esa kuchli antioksidant bo‘lib, organizmni tez toliqib qolishidan saqlaydi, immunitetni oshiradi, yallig‘lanish va miyaga qon quyilish xavfini kamaytiradi.

Kivi terini tozalash, namlash, yoshartirish, oziqlantirish uchun kosmetik niqoblar tayyorlashda ham ishlatiladi. Bu mevada ko‘p miqdorda S vitamini va qora urug‘lar tufayli u juda ko‘p D vitaminiga ega va shuningdek, be o‘pka va ovqat hazm qilish muammolarini hal qilishga va qon bosimini pasaytirishga yordam beradigan A va B vitaminlari, magniy va kaliyga boy. So‘ngi yillarda Respublikamizda ham xalq ite‘moli, shuningdek, mustaqillikdan keyingi yillarda. Kivida topilgan aktinidin, ba‘zi odamlar: shu jumladan bolalar uchun allergen bo‘lishi mumkin. Eng ko‘p uchraydigan alomatlar - yoqimsiz qichishish va nafas qisilishi, eng ko‘p uchraydigan jiddiy simptom-xirillash; anafilaksi paydo bo‘lishi mumkin. Tolik tolaga boy: Kivi mevalari oziq-ovqat tolalarining yaxshi manbai hisoblanadi, bu esa hazm qilish jarayonini yaxshilaydi va sog‘lom ovqat hazm qilish tizimini saqlashga yordam beradi. Antioksidantlarga boy: Kivi mevalari antioksidantlarga boy bo‘lib, ular erkin radikallar sababli yuzaga keladigan oksidlovchi zararlaridan hujayralarni himoya qilishga yordam beradi. Bu esa surunkali kasalliklar xavfini kamaytirishi mumkin.

Kivi o‘simligini yetishtirish texnologiyasi quyidagicha. Dastlab pishgan kivi mevasi olindi, undan urug‘i ajratib olindi, urug‘ini suvda yuvib dokaga o‘rab 1 kun muddatga quritib qo‘yildi. Ekish uchun tuproq qorishmasi Tayyorlangan kivi urug‘larini tuproq qorishmasiga ekildi. Usti oq selafan paketga o‘rab, 20 kunga 25⁰ C da parnikda parvarish qilindi.

Kivi mevasi organizm uchun juda foydali bo‘lib, u ayniqsa vitamin C, E, K, kaliy va tolalarga boy. Bu meva immunitet tizimini mustahkamlaydi, shamollash va infeksiyalarga qarshi kurashishda yordam beradi. Uning tarkibidagi fermentlar ovqat hazmini yaxshilaydi va ichak faoliyatini tartibga soladi. Kivi yurak-qon tomir tizimi uchun ham foydali bo‘lib, qon bosimini pasaytirishga va xolesterin

darajasini me'yorlashtirishga yordam beradi. Antioksidantlarga boyligi sababli terini qarishdan himoya qiladi va hujayralarni zararli moddalardan saqlaydi. Shuningdek, kivi past kaloriyali bo'lgani uchun vazn kamaytirishda samarali, ko'z salomatligini qo'llab-quvvatlaydi va umumiy organizm faoliyatini yaxshilaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Anvarjonovich D. Q., Ikromjonovich T. N. Influence of Microelement Fertilizers In Foliar Feeding of Cotton on Changes in Cotton Boll Weight //Texas Journal of Agriculture and Biological Sciences. – 2024. – T. 24. – C. 16-19.
2. Qambarov SH. N, Arzibayeva S. B, Asqarova M.R Tadqiqotlar jurnali 9-son 1- to'plam 3-5 betlar
3. Ostonqulov T.E, Zuyev V.I., Qodirxo'jayev O.K. Sabzavotchilik; Darslik. Navro'z. Toshkent.
4. Микеладзе А.Д. Субтропические плодовые и технические культуры. – М.: Агропромиздат, 1988.

KUNJUTNI YETISHTIRISH TEXNOLOGIYASI (O‘ZBEKISTON SHAROITIDA)

Nazokat Chariyeva, Elbek O‘rolov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bugungi kunda qishloq xo‘jaligida moyli ekinlarni yetishtirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shulardan biri bo‘lgan kunjut yuqori oziqaviy qiymati, yog‘ga boyligi va eksportbop mahsulot sifatida alohida e‘tiborga ega. O‘zbekiston sharoitida kunjut yetishtirish uchun tabiiy-iqlim omillari yetarli bo‘lib, ushbu ekinni samarali yetishtirish imkoniyatlari mavjud. Kunjut issiqsevar va qurg‘oqchilikka nisbatan chidamli ekin bo‘lib, u asosan unumdor tuproqlarda yuqori hosil beradi. Shu bilan birga, zamonaviy agrotexnologiyalarni qo‘llash, ekish muddatlariga rioya qilish, sifatli urug‘lardan foydalanish va agrotexnik tadbirlarni to‘g‘ri tashkil etish hosildorlikni oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Mazkur tezisning maqsadi O‘zbekiston sharoitida kunjut yetishtirish texnologiyasining asosiy jihatlarini o‘rganish hamda samarali usullarni yoritishdan iborat.

Kunjut 25° N va 25° S kengliklari oralig‘ida yaxshi yetishtiriladi va uni nam, tropik va subtropik mintaqalarda yetishtirish mumkin. Kunjut suvga chidamsiz o‘rtacha va yengil, yaxshi drenajlangan tuproqlarda eng yaxshi o‘sadi. Yaxshi drenaj juda muhim, chunki kunjut qisqa muddatli botqoqlanishga juda moyil. U minimal sug‘orish yoki yog‘ingarchilik bilan saqlangan tuproq namligida yaxshi o‘sadi [1]. Nihol uchun minimal harorat taxminan 12°C, ammo hatto 18°C dan past harorat ham unib chiqish jarayoniga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. 40°C dan yuqori issiqlik to‘lqini davrida changlanish va kapsulalarning shakllanishini tushuradi. Kuchli, issiq shamollar bo‘lgan mintaqalarda o‘simliklar faqat yog‘ miqdori kam bo‘lgan kichikroq urug‘larni hosil qiladi. Kunjut yozgi ekin sifatida salqin mintaqalarda, salqin mavsumda esa iliq iqlim sharoitida yetishtiriladi. Kunjut sovuqqa chidamli. Iqlimga qarab, kunjutni 1600 m gacha balandlikda yetishtirish mumkin (Hindiston 1200 m, Markaziy Amerika 600 m).

Vegetatsiya davrida 300-600 mm yog‘ingarchilik optimal taqsimlanganda yaxshi hosil olish mumkin. Optimal taqsimlanish degani: birinchi unib chiqqandan oldin 35%. Asosiy gullash davrida 45%, pishib yetish davrida va iloji bo‘lsa, qurg‘oqchilik paytida 20%. Rivojlanishning har bir bosqichida o‘simlik suv bosishiga juda moyil bo‘ladi va shuning uchun faqat o‘rtacha yog‘ingarchilik paytida yoki quruqroq hududlarda sug‘orish ehtiyotkorlik bilan nazorat qilinganda yaxshi o‘sishi mumkin. Kunjut yetishtirish uchun turli xil tuproqlar mos keladi; optimal - yaxshi drenajlangan, bo‘shashgan, unumdor va qumli tuproqlar, ularning pH qiymati 5,4 dan 6,7° gacha. Juda past pH qiymatlari o‘sishga keskin ta‘sir qiladi, ba‘zi navlar esa 8 gacha pH qiymatiga bardosh bera oladi. Sug‘orilganda yoki yozgi yomg‘ir paytida kunjut og‘ir tuproqlarga qaraganda qumli tuproqlarda yaxshiroq o‘sadi. Bu uning yuqori tuproq namligiga sezgirligi bilan bog‘liq [2].

Urug‘larni yaxshilab tozalash va ularning namlanishini oldini olish uchun har 45 kg urug‘ga 28 gramm 75% Captan bilan ishlov berish kerak. Bu ishlov berish, ayniqsa, parchalanmaydigan navlar uchun juda muhimdir, chunki ular parchalanmaydigan navlarga qaraganda sekinroq unib chiqadi. Parchalanmaydigan navlarning urug‘lari unib chiqishdan oldin tuproqda ko‘proq vaqt o‘tkazgani uchun ular tuproqdagi qo‘ziqorin patogenlaridan ko‘proq himoyaga muhtoj. Kunjutning tahminan 21°C haroratga yetguncha — oxirgi halokatli sovuqdan taxminan bir oy o‘tgach — ekmaslik kerak [3].

Agar dala mexanik ravishda ishlov berilishi kerak bo‘lsa, u holda uni 20-30 sm chuqurlikda shudgorlash kerak (agar tuproqda organik moddalar kam bo‘lsa, unda mos ravishda sayozroq) va keyin 2-3 marta boronalash kerak, shu bilan begona o‘tlarning har bir bosqich oralig‘ida yana o‘sishiga ruxsat berish kerak. Agar tuproq texnika bilan yoki qo‘lda ketmon bilan ishlov berilsa, ehtimol bir necha

bosqichlar kerak bo‘ladi. Boronalashning oxirgi bosqichida tekislovchi sifatida yog‘och to‘sinni sudrab borish mumkin. Kuchli yomg‘ir unib chiqayotgan urug‘larga yomon ta‘sir qilishi, mayda maydalangan urug‘lik qatlamini loyqa qilishi va urug‘larni yuvib yuborishi mumkin.

Ekish uchun optimal chuqurlik taxminan 1,5-2,5 sm. Hosilning bir vaqtning o‘zida va bir xil o‘shini ta‘minlash uchun bir xil chuqurlikda ekish muhimdir. Urug‘larning suvga kirishini ta‘minlash uchun ularni chuqurroq ekishdan ko‘ra rolikdan foydalanish yaxshiroqdir - bunda, albatta, urug‘lar bu jarayonda shikastlanmasligi kerak [4].

Qo‘lda ekish: Kichik fermerlar ko‘pincha qo‘lda ekishadi. Ekilganidan 2-3 hafta o‘tgach, o‘simliklar yakka holda ekiladi. Bu usul gektariga 5-10 kg urug‘ talab qiladi. Ularni qum, tuproq, kul yoki quritilgan, elangan go‘ng yoki kompost bilan aralashtirish o‘shini bir tekisda bo‘lishiga va urug‘larni tejashga yordam beradi.

Mexanik ekish: Mayda sabzavot urug‘lari uchun burg‘ulash mashinalari eng mos keladi, garchi oddiy don tikish mashinalari ham urug‘lar bilan bir xil don o‘lchamidagi mayda, quruq qum aralashtirilganda ishlatilishi mumkin. Burilish urug‘lari uchun gektariga 2,5-3 kg kerak bo‘ladi; aralash ekinlar ekilganda gektariga atigi 1,5 kg kerak bo‘ladi [5].

1-Jadval. Ekin zichligi: Yuqori hosil olish uchun odatda yuqori zichlik talab qilinadi:

Shoxlanmaydigan navlar:	Qatorlar orasidagi masofa:	Qatorlar ichidagi masofa:	Shoxlanuvchi navlar:	Qatorlar orasidagi masofa:	Qatorlar ichidagi masofa:
250 000-350 000 o‘simlik/ga	30-45 sm	7,5 sm	150 000-200 000 o‘simlik/ga	50-60 sm	10-15 sm

Kunjut O‘zbekiston sharoitida muvaffaqiyatli yetishtiriladigan, yuqori oziqaviy qiymatga ega va yog‘ga boy muhim moyli ekin hisoblanadi. Uni yetishtirishda agrotexnik tadbirlarni to‘g‘ri tashkil etish, jumladan urug‘larni ekishdan oldin sifatli ishlov berish, ekish muddatini to‘g‘ri tanlash va tuproq haroratiga e‘tibor berish muhim ahamiyatga ega. Kunjut issiqsevar ekin bo‘lib, faqat tuproq yetarlicha isinib bo‘lganda ekilganda yaxshi unib chiqadi va yuqori hosil beradi. Shuningdek, zararkunanda va kasalliklardan himoya qilish ham hosildorlikni oshirishda muhim omillardan biridir. Umuman olganda, zamonaviy agrotexnologiyalarni qo‘llash orqali kunjut yetishtirishdan yuqori iqtisodiy samaraga erishish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tunde-Akintunde, TY; Akintunde, BO (2025-yil 1-may). "Kunjut urug‘ining ba‘zi fizik xususiyatlari".
2. ES; Putnam, DH; Kaminski, AR; va boshqalar. (2023-yil may). "Kunjut"
3. Naturland E. 2024. Tropik va subtropiklarda organik dehqonchilik: Kunjut, Maxsus bo‘lim: Kunjutni organik ravishda yetishtirish.
4. Dar AA, Kancharla PK, Chandra K., Sodhi YS, Arumugam N. Sesamum indicum LJ Food Sci. Technol. 2019;56:976–986.
5. Ashri, A. 1989. Sesame. 375-387-betlar. Dunyoning moyli ekinlari. G. Robbelen, RK Downey va A. Ashri (tahr.): McGraw-Hill nashriyot kompaniyasi: Nyu-York.

UZUN TUMANI XUDUDIDA YETISHTIRILADIGAN GURUCH NAVLARI VA ULARNING MAVSUMIY ZARARKUNANDALARI

Nigina Xabibullayeva, Akmal Shukurov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Guruch qishloq xo‘jaligining muhim oziq-ovqat ekini bo‘lib, Surxondaryo viloyatining Uzun tumani hududi uni yetishtirish uchun qulay tuproq-iqlim sharoitiga ega. Biroq, vegetatsiya davrida turli zararli organizmlar va hasharotlar ta‘sirida o‘simlikning rivojlanishi susayib, hosildorlikning sezilarli darajada kamayishi kuzatiladi.

Uzun tumani hududida yetishtiriladigan asosiy guruch navlarining agrobiologik xususiyatlarini o‘rganish va asosiy mavsumiy zararkunandalarning ekinga yetkazadigan zararini tahlil qilib, amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqot obyekti sifatida Uzun tumanida yetishtirilayotgan guruch ekinlari hamda ularning mavsumiy zararkunandalari tanlandi. Dala va entomologik kuzatuvlar, shuningdek, laboratoriya tahlillari va statistik usullardan foydalanildi.

Dala kuzatuvlari natijasiga ko‘ra, hududda ekiladigan guruch navlarining vegetatsiya davri o‘rtacha 110–135 kunni tashkil etishi aniqlandi. O‘rganilgan navlar hosildorlik va zararkunandalarga chidamlilik darajasi bo‘yicha quyidagi ko‘rsatkichlarni qayd etdi:

- **Nukus-2 navi:** O‘rganilgan navlar ichida eng yuqori hosildorlikka (5,8–6,2 t/ga) ega bo‘lib, zararkunandalarga o‘rtacha-yuqori darajada chidamli hisoblanadi. Biroq, zararkunandalar ko‘paygan va kuchli zararlangan maydonlarda hosil yo‘qotilishi 30 foizgacha yetishi aniqlandi.
- **Avangard navi:** O‘rtacha 5,5–6,0 t/ga hosil beradi va zararkunandalarga o‘rtacha chidamli. Ushbu navda zararkunandalar bilan zararlanish darajasi eng past bo‘lib, 8% ni tashkil etdi.
- **Lazurniy navi:** Nisbatan erta pishar nav bo‘lib, o‘rtacha 5,0–5,5 t/ga hosil beradi. Uning asosiy xususiyati – zararkunandalarga nisbatan eng yaxshi chidamlilik ko‘rsatkichiga ega ekanligidir.
- **Mahalliy navlar:** O‘rtacha 4,5–5,0 t/ga hosil berib, seleksiya yo‘li bilan yaratilgan navlarga nisbatan pastroq natija ko‘rsatdi. Shuningdek, ularning zararkunandalarga chidamliligi ham past-o‘rtacha darajada bo‘ldi.

Guruch ekinlariga zarar yetkazuvchi asosiy hasharotlar tahlil qilinganda, eng katta zararni poya qurti (*Helicoverpa armigera*, 25-30% zararlanish) yetkazishi ma‘lum bo‘ldi. Undan tashqari, shira (*Aphis gossypii*, 20-25%), trips (*Thrips tabaci*, 10-15%) va chigirtkalar (*Locusta migratoria*, 5-10%) kabi mavsumiy zararkunandalar ham hosilning kamayishiga sabab bo‘lmoqda.

Xulosa va takliflar:

1. Uzun tumani sharoitida yuqori va barqaror hosil olish uchun ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lgan **Nukus-2** va zararkunandalarga chidamli **Lazurniy** navlarini ekish tavsiya etiladi.
2. Zararkunandalarga qarshi kurashishda integratsiyalashgan o‘simliklarni himoya qilish (IPM) tizimini joriy qilish zarur.
3. Ekinlarni optimal muddatda ekish, mineral o‘g‘itlarni me‘yorida qo‘llash, sug‘orish rejimini tartibga solish va ekin almashinuvini joriy etish orqali zararkunandalar faoliyatini sezilarli darajada kamaytirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Akhmedov, F., & Tursunov, R. (2018). *Guruch yetishtirish texnologiyasi va zararkunandalarga qarshi choralar*. Toshkent: Qishloq xo‘jaligi nashriyoti.
2. Islomov, S. (2020). *O‘zbekiston sharoitida guruch navlari va ularning hosildorligi*. Toshkent: Fan va texnologiya.

QUMQO‘RG‘ON SUV OMBORIDA SAZAN (*CYPRINUS CARPIO*) NING BIOLOGIK XUSUSIYATLARI VA XO‘JALIK AHAMIYATI

Osuda Xolmo‘minova, Akmal Shukurov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Sazan (*Cyprinus carpio*) o‘zining yuqori iqtisodiy qiymati va turli ekologik sharoitlarga moslashuvchanligi bilan ajralib turadigan baliq turidir. Qumqo‘rg‘on suv ombori hududdagi eng muhim baliqchilik resurslaridan biri bo‘lib, undagi sazan populyatsiyasining biologik va xo‘jalik xususiyatlarini o‘rganish akvakulturani rivojlantirish va tabiiy resurslardan oqilona foydalanishda strategik ahamiyatga ega.

Morfologik ko‘rsatkichlar va o‘shish sur‘ati:

- Qumqo‘rg‘on suv omboridagi sazan populyatsiyasida morfologik o‘lchovlar o‘rtacha 40–50 sm uzunlik va 1,2–2,5 kg vazn oralig‘ida ekanligi aniqlandi.
- Baliqlarning o‘shish sur‘ati suv harorati, oziq moddalar va populyatsiya zichligiga bog‘liq bo‘lib, suv ombori sharoitida sazan yiliga o‘rtacha 15–20 sm uzunlik va 0,5–1,0 kg vazn ortishi kuzatiladi.
- Ayniqsa, 2–3 yoshgacha bo‘lgan yosh baliqlarda intensiv rivojlanish jarayonlari yuqori sur‘atlarda kechadi.

Reproduktiv faoliyati:

- Sazan yuqori reproduktiv potentsialga ega bo‘lib, uning asosiy ko‘payish va urug‘lanish jarayonlari suv harorati ko‘tariladigan aprel-may oylariga to‘g‘ri keladi.
- Reprodukativ faoliyatning doimiy monitoringi suv omborida baliq ko‘paytirish ishlarini tizimli tashkil etish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xo‘jalik ahamiyati:

Maqolada sazan populyatsiyasining quyidagi xo‘jalik afzalliklari keltirilgan:

- **Akvakulturaga mosligi:** Turli ekologik sharoitlarga (harorat, sho‘rlik) tez moslashishi uni intensiv ko‘paytirishga qulay qiladi.
- **Iqtisodiy foyda:** Mahalliy oziq-ovqat manbai bo‘lish bilan birga, eksport resursi sifatida ham qiymatli hisoblanadi.
- **Ekologik barqarorlik:** Sazanning ekotizimga moslashuvi boshqa akvavoy resurslar bilan uyg‘un yashashini va suv havzasining biologik diversitetini saqlashni ta‘minlaydi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar Qumqo‘rg‘on suv omboridagi sazan populyatsiyasi ham iqtisodiy, ham ekologik jihatdan barqaror resurs ekanligini tasdiqlaydi. Olingan morfologik va biologik ma‘lumotlar hududda seleksiya ishlarini yo‘lga qo‘yish, baliqchilikni barqaror boshqarish va akvakultura tizimini ilmiy asosda rivojlantirish uchun muhim zamin yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Tessema, A., Getahun, A., Mengistou, S., Fetahi, T., & Dejen, E. (2020). *Reproductive biology of common carp (Cyprinus carpio Linnaeus, 1758) in Lake Hayq, Ethiopia. Fisheries and Aquatic Sciences*, 23, Art. 16.
2. Barotovna Usmonova, D., Yuldashev, M. A., Kamilov, B. G., & Shamsiyev, N. A. (2024). *Morphological characteristics of common carp, Cyprinus carpio, yearlings from ponds in Lower Zarafshan River. International Journal of Studies in Natural and Medical Sciences*.

HOVUZ SHAROITIDA BALIQ CHAVOQLARINI YETISHTIRISH TEXNOLOGIYASI VA SAMARADORLIGI

Marjona Xamdamova, Akmal Shukurov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bugungi kunda akvakultura dunyo oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda strategik tarmoqqa aylandi. Baliq yetishtirish jarayonida chavoqlik davri eng nozik bosqich bo‘lib, bu davrda baliqlarning yashovchanligi va kelajakdagi mahsuldorligi shakllanadi. Chavoqlarning rivojlanishi bevosita suv sifati, oziqlantirish tizimi va ekologik sharoitlarga bog‘liq.

Hovuz sharoitida baliq chavoqlarini yetishtirish texnologiyasini tahlil qilish hamda ekologik va texnologik omillarning o‘rish sur‘atiga ta’sirini ilmiy asoslashdan iborat.

Tadqiqot davomida dala kuzatuvlari, eksperimental (turli oziqlantirish va zichlik sharoitlari), laboratoriya tahlillari (suvning pH, kislorod va harorat ko‘rsatkichlari) hamda statistik tahlil usullaridan foydalanildi.

Tadqiqot natijalari va tahlil:

- Suv ko‘rsatkichlari: Baliq chavoqlarining maksimal o‘rish sur‘ati suv harorati 20–28°C oralig‘ida bo‘lganda kuzatildi. Kislorod miqdori 5 mg/l dan yuqori bo‘lgan muhitda yashovchanlik ko‘rsatkichi yuqori bo‘ldi.
- Oziqlantirish samaradorligi: Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, aralash oziqlantirish tizimi (tabiiy zooplankton + sun‘iy ozuqa) eng yuqori natija beradi. Sun‘iy ozuqa qo‘llanilgan hovuzlarda baliqlar vazni 20–25% tezroq oshganligi qayd etildi.
- Texnologik afzalliklar: Biofloc texnologiyasi qo‘llanilgan hovuzlarda suv sifati barqaror saqlanib, ammiak miqdori kamaydi va yashovchanlik 85–90% ga yetdi. Probiotiklar qo‘llanilishi esa kasalliklarni 30–40% ga qisqartirdi.
- Zichlik omili: Optimal zichlikda oziqa resurslari yetarli bo‘lishi va stress holatlarining kamayishi hisobiga o‘rish barqaror kechishi isbotlandi.

Hovuz sharoitida baliq chavoqlarini yetishtirishda kompleks yondashuv zarur. Yuqori samaradorlikka erishish uchun suv harorati va kislorod miqdorini doimiy monitoring qilish, aralash oziqlantirish tizimidan foydalanish hamda zamonaviy **Biofloc** va biologik himoya (probiotiklar) usullarini joriy etish tavsiya etiladi. Ushbu texnologik tadbirlar chavoqlarning yashovchanligini oshirish va baliqchilik xo‘jaliklarida iqtisodiy foydani maksimal darajaga ko‘tarish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. G‘oyibova, K. S., & Nazarbaeva, G. A. (2025, December). Baliq chavoqlarini yetishtirish usullari. In Conferences (Vol. 1, No. 7, pp. 330-332).
2. Fayzullo o‘g‘li, S. A., & Qahramonjon o‘g‘li, A. D. (2024). “MFFT–zamonaviy baliq yetishtirish texnologiyasi” loyihasi asosida yopiq suv ta’mini qurilmasi baliqchiligini tashkil etish. IMRAS, 7(3), 145-148.
3. Erkinovna, O. R. C. (2025). O‘simlikxo‘r baliqlarning hovuz baliqchiligi obyekti sifatidagi morfologik xususiyatlari. Global Science Review, 13(12), 1231-1234.
4. Anarbayeva, G. D., Turg‘Unova, Z. S., & Turaboyev, I. K. (2022). Intensiv baliqchilik xo‘jaligida karp baliqlarini oziqlantirish texnologiyalari. Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences, 2(Special Issue 4-2), 848-853.

ZAYTUN (OLEA EUROPAEA L.) NING SHIFOBAXSH XUSUSIYATLARI

Ashurgul Bozorova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zaytun mevasining madaniylashtirilishini kishilik jamiyati taraqqiyotining ilk qadamlari deb e’tirof etish mumkin. Qadimshunoslarning ta’kidlashicha, zaytun miloddan avvalgi 3000 yillarda Krit orolida o’stirila boshlangan. Zaytun ko’p yillar davomida Minoy podshohligining asosiy daromad manbasi bo’lib kelgan. Keyinchalik esa finikiyalik dengizchilar zaytunni O’rtayer dengiz qirg’oqlari bo’ylab tarqatib yuborganlar [1]. Zaytun yuqori ozuqabop tarkibida yog‘, qand, pektin A, B, C, E guruh vitaminlari K, Fe, P kabi kul moddalariga boy [2] bo’lgan shifobaxsh mevali o’simlik bo’lganligi sababli, yiliga dunyo bo’yicha 600000-1000000 l zaytun moyi ishlab chiqariladi.

Fransisko Peres-Ximenez zaytun moyining yallig’lanishga qarshi xususiyatlarini hamda genlar faoliyatiga ta’sirini ilmiy jihatdan asoslab bergan. Shuningdek, Rahele G’anbari, Faruq Anvar va Anvarul-Hassan Gilani kabi olimlar zaytunning bioaktiv moddalarini, antioksidant xususiyatlarini va dorivor ahamiyatini tadqiq etishgan. Zaytun mevalari eng sifatli, hazm bo’lish xususiyati juda yuqori, tarkibida inson organizmi uchun zararli moddalar bo’lmagan shifobaxsh moy beradi. Zaytun iste’mol moyi sifatida ta’minning xushbuyligi, dorivorligi bilan birinchi o’rinni egallaydi. Bu moy shifobaxsh kamfora va vitaminli eritmalar, turli xil xushbuy hidli atir-upalar tayyorlashda ishlatiladi.

Zaytun o’simligi mevasining tarkibida moy hosil bo’lish jarayoni o’simlikning rivojlanish fazalari bilan bog’liq holda rivojlanadi. Meva tugunlari hosil bo’lishi bilan hujayrada moy hosil bo’lish boshlanadi. Masalan, zaytun mevalarida iyun oyida moy miqdori 1,40% bo’lsa, oktyabr oyida pishib yetilganda 70-75% oshadi. Iyul va avgust oylarida moy hosil bo’lish jarayoni aktivlashadi. Ba’zan nav xususiyati ham bu ko’rsatkichga ta’sir etadi. Yashil va qora zaytun orasidagi birgina farq ularning yetilganligidadir. Ya’ni pishib yetilgan zaytun mevalari qora rangda bo’ladi. Zaytun mevasi martda gullab, noyabr oyida yig’ishtirib olinadi. Zaytun hosilining 90 % i yog‘ ishlab chiqarish uchun mo’ljallaniladi. Zaytun yog’i ko’p kasalliklarning oldini olishda va ularga davo sifatida ishlatiladi. Zaytun yog’i antioksidantlar, vitamin va minerallar bilan boyitilganligi uchun mushak to’qimalarini hamda ichak devorlarining mustahkamlanishiga yordam beradi.

Tarkibiga linol, olein va linolen kabi to’yinmagan yog‘ kislotalari kiradi. Ular lipidlarning peroksidlanish jarayoniga, semizlikka to’sqinlik qiladi [3]. Inson organizmini yoshartirishga va ovqat hazm qilish faoliyatini yaxshilanishiga yordam beradi. Yurak-qon tomir kasalliklarining paydo bo’lishini oldini oladi. Jahon sog’liqni saqlash tashkiloti tavsiyalariga binoan, hech bo’lmaganda bir kunda bir marotaba zaytun yog’ini iste’mol qilgan ayollarda ko’krak bezi saratoni bilan kasallanish xavfi uch barobar kamayadi. Tekshiruvlar dalolat qilishicha, ko’krak bezi saratoniga chalingan ayollar zaytun yog’ini iste’mol qilishganida har uchdan birida xastalikka sabab bo’ladigan HER-2/neu ankogenini to’sib qo’yishi aniqlandi. Zaytun yog’i har xil yomon ta’sirli o’simtalarga qarshi muhim, kuchli qurol hisoblanadi hamda ichak, sut bezlari va prostatadagi onkologik o’simtalarga qarshi kurashuvchi samarali vositadir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rugini E. et al. Olive (*Olea europaea* L.) //Forestry sciences. – 2005. – T. 77. – C. 345.
2. Ghanbari R. et al. Valuable nutrients and functional bioactives in different parts of olive (*Olea europaea* L.)—a review //International journal of molecular sciences. – 2012. – T. 13. – №. 3. – C. 3291-3340.
3. Guo Z. et al. Chemical composition and nutritional function of olive (*Olea europaea* L.): A review //Phytochemistry Reviews. – 2018. – T. 17. – №. 5. – C. 1091-1110.

SECTION SESSION

**3. MODERN TEACHING METHODS FOR EXACT AND
NATURAL SCIENCES WITHIN THE CONTINUOUS EDUCATION
FRAMEWORK**

— — — — —

SHO‘BA MAJLISI

**3. UZLUKSIZ TA‘LIM TIZIMIDA ANIQ VA TABIIY FANLARNI
O‘QITISHNING ZAMONAVIY
METODLARI**

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОМУ ДУАЛИЗМУ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

К. Саттаркулов, В. Ньматов

Гулистанский Государственный Университет, 120100 Гулистан, Узбекистан

Изучение взаимодействия света с веществом важно для понимания природы света и его свойств. Свет проявляет как волновые, так и корпускулярные свойства, что особенно заметно в фотоэффекте — процессе передачи энергии света электронам, приводящем к изменению их состояния или покиданию вещества.

Различают два вида фотоэффекта:

1. Внешний фотоэффект — электроны выбиваются из вещества (обычно металла) при освещении, если энергия света превышает порог. Применяется в фотоэлементах, солнечных батареях, вакуумных фотокатодах.

2. Внутренний фотоэффект — электроны переходят в более свободное состояние внутри вещества, увеличивая электропроводность или вызывая ток. Используется в фотодиодах, фототранзисторах, солнечных элементах.

Внешний фотоэффект был открыт в 1887 году Г. Джерсом и исследован Столетовым в 1888–1890 гг. Он зависит от химической природы вещества и состояния поверхности металла, поэтому в экспериментах используют вакуумные трубки. Экспериментально измеряют зависимость тока от приложенного напряжения (вольт-амперная характеристика). Электроны, вылетающие из катода, имеют ненулевую кинетическую энергию, которая выполняет работу при движении в электрическом поле.

Экспериментально были определены три закона фотоэффекта:

1. Чтобы фотоэлектроны высвобождались, свет, падающий на металл длина волны должна быть меньше предельного значения, характерного для рассматриваемого металла.

2. Количество электронов, покидающих металл, пропорционально интенсивности излучения, падающего на металл.

3. Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, покидающих металл, увеличивается линейно в зависимости от частоты излучения и не зависит от интенсивности падающего излучения. Эти законы сначала объясняются на основе волновой теории, а затем корпускулярной (квантовой) теории. Учитель на основе учебника или пособия объясняет учащимся суть уравнения Эйнштейна. В теории внешнего фотоэффекта, разработанной Эйнштейном, электроны движутся внутри металла независимо друг от друга, падающий фотон взаимодействует с любым из них, поэтому явление называется одноэлектронным фотоэффектом. В результате анализа трудностей теории Максвелла в явлениях взаимодействия света с веществом Эйнштейн сформулировал идею о том, что световая энергия не протекает в пространстве непрерывно, и что при рассеянии света, исходящего из какой-либо точки пространства, энергия не распределяется в пространстве непрерывно, а состоит из квантов энергии, расположенных в конечном количестве точек пространства, и они движутся в целостном, неразделенном на части виде, в целом и выражает идеи о том, что можно проглотить.

Фотоэффект является неинерционным процессом и подтверждает квантовую природу света и его взаимодействия с веществом. В этом процессе взаимодействие фотонов с электронами носит случайный, вероятностно-статистический характер. Количество фотонов, вступающих во взаимодействие, также подчиняется вероятностным законам. Квантовое объяснение фотоэффекта (уравнение Эйнштейна) подтверждает его статистическую природу. Фотон — это квант света, частица с нулевой массой покоя, которая постоянно движется, быстро возникает и исчезает.

Масса фотона равно на $m_\gamma = \frac{h\omega}{c}$, эта масса является полевой массой и связана с тем, что электромагнитное поле обладает энергией, следует отметить, что масса фотона не может быть измерена. Фотон считается ультрарелятивистской частицей, потому что он движется в вакууме с неизменной скоростью $c = 300\,000$ км/с. Фотоны поглощаются при столкновении с атомами вещества, и вместо поглощенного фотона образуется новый фотон. Этот процесс нельзя объяснить с точки зрения квантовой физики, его можно объяснить только в квантовой электродинамике. Фотон за пределами энергии $P = \frac{h\omega}{c}$, также обладает импульсом, импульс фотона отчетливо проявляется в двух явлениях - давлении света и эффекте Комптона. При обучении учащихся феномену фотоэффекта учитель отмечает, что это явление подчиняется вероятностно-статистическим законам, таким как другие квантовые явления, отмечая обладание квантовым характером. Двухсторонняя природа света проявляется на основе определенных законов. На малых частотах (инфракрасный свет) каждый фотон проявляет волновые свойства в процессе взаимодействия, поскольку его энергия достаточно мала. На больших частотах энергия каждого фотона также будет большой - будет представлена только корпускулярная характеристика. Таким образом, взаимодействие фотонов с веществом также объясняется на основе вероятностно-статистических законов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Джораев М., Саматов Ғ.Б., Хўжанов Э.Б. “Академик лицейлар ва касб ҳунар коллежлари ўқувчиларида квант физикага оид тасаввурларни шакллантириш ва ривожлантириш” - Таълим, фан ва инновация,- 2016, № 4, 24-27 б.
2. Саматов Ғ.Б. “Квант механика” (маърузалар курси) Гулистон: “Университет”, 2016, 172 б.
3. Тарасов Л.В. Современная физика в средней школе.-М.: “Просвещение”,1990,288 с.
4. Sattarkulov K.R. Uzluksiz ta’lim tizimida fizika fanini izchillik tamoyili asosida o’qitish. O’quv qo’llanma. Toshkent. Metodist. 2024 y.

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ

Д. Сапарбаева

¹НИУ “ТИИИМСХ”, 100000 Ташкент, ²Ташкентский филиал РЭУ им. Г.В. Плеханова, 100164
Ташкент, Узбекистан

Современные процессы глобализации и цифровизации также оказывают значительное влияние на систему образования. От современного преподавателя требуется не только знание предмета, но и умение анализировать, интерпретировать данные и делать на их основе обоснованные выводы. В этом контексте статистический ум является важной составляющей педагогической компетентности.

Развитие цифровой образовательной среды создало новые дидактические возможности в организации учебного процесса. Интерактивные платформы, средства визуализации, электронные базы данных и аналитические программы служат для углубления статистических знаний учащихся. В частности, формирование статистического мышления в профессиональной подготовке будущих учителей имеет большое значение для эффективной организации их будущей педагогической деятельности.

Вопрос развития статистического мышления в образовательном процессе изучался многими зарубежными и отечественными учеными. В частности, концепция статистического мышления была введена в научный оборот американским ученым Джоном Уайлдом, который интерпретировал статистическое мышление как «важный компонент процесса принятия решений на основе данных» [1]. Такой подход обосновывает необходимость связи статистических знаний с практической деятельностью.

Педагогические основы формирования статистического мышления изучала Джоан Гарфилд, которая выявила различия между статистической грамотностью, статистическим мышлением и статистическим мышлением. В исследованиях «статистическое мышление рассматривается как важный фактор в развитии у учащихся способности анализировать и интерпретировать данные» [2]. Вопросы обучения в цифровой среде также отражены в исследованиях Майкла Фуллана, который подчеркивает, что «цифровые технологии являются важным инструментом повышения эффективности образования» [3]. Также вопросы цифровой педагогики анализируются в работах Нила Селвина, который отметил, что «цифровые инструменты служат для развития аналитического и критического мышления учащихся» [4]. Отечественные педагогические исследования также широко освещают вопросы внедрения цифровых технологий в современный образовательный процесс. В частности, узбекские педагоги подчеркивают, что «развитие аналитического мышления в образовательном процессе является важной составляющей педагогической компетентности» [5]. Ш.М.Туракулов в своих исследованиях проанализировал педагогический потенциал цифрового образования. Он обосновал, что «с помощью цифровых платформ и электронных средств обучения можно формировать аналитическое и статистическое мышление у учащихся» [5]. По мнению Туракулова, «цифровая образовательная среда создает следующие возможности:

«Визуализация данных. Студент понимает статистические процессы посредством графиков, диаграмм и интерактивных презентаций. Направление на практическую деятельность. Работая с реальными данными, студент применяет теоретические знания на практике. Формирование навыков самостоятельной исследовательской работы. Статистическое мышление развивается посредством мини-проектов и экспериментов» [5]. Исследования Ш.М. Туракулова показывают, что если учебный процесс в цифровом образовании интерактивный и ориентированный на исследования, то статистическое мышление студента развивается эффективно. Н.А.Кулдошев

изучал методологические аспекты развития аналитического мышления у будущих учителей. Согласно его исследованиям, «статистическое мышление включает в себя не только способность анализировать данные, но и способность интерпретировать их, делать выводы и принимать решения» [6]. Н.А. Кулдошев предлагает следующие методические принципы учебной деятельности:

«Проблемно-ориентированное обучение. Студенты решают статистические задачи на основе реальных жизненных ситуаций. Проектно-ориентированная деятельность. Студенты учатся собирать и анализировать данные посредством мини-проектов. Исследовательский подход. Каждый студент планирует собственное исследование, анализирует результаты и делает выводы» [6]. Исследования Н.А. Кулдошева показывают, что при сочетании методических подходов с цифровыми инструментами у будущих учителей формируется высокий уровень статистического мышления. Совместная работа Ш.М. Туракулова и Н.А. Кулдошева показывает, что для развития статистического мышления у будущих учителей в цифровой образовательной среде необходима скоординированная система программного и методического обеспечения. Эта система позволяет студентам одновременно развивать аналитические, критические и исследовательские компетенции. Однако существующие научные работы не систематически изучали программно-методические аспекты развития статистического мышления в цифровой образовательной среде. Поэтому разработка методологических основ для цифровых образовательных сред, направленных на развитие статистического мышления у будущих учителей, является неотложной научной задачей.

Современная система образования развивается в тесной связи с процессами цифровизации. Увеличение объема информации, необходимость принятия решений на основе информации в образовательном процессе требуют от учителей новых типов компетенций. В частности, статистическое мышление становится одним из важных факторов эффективной организации педагогической деятельности. Практика показывает, что развитию статистического мышления в процессе подготовки будущих учителей уделяется недостаточно внимания. В существующих учебных программах статистические знания излагаются в более теоретическом ключе, и не создаются достаточные условия для формирования навыков их практического применения, анализа и интерпретации. Несмотря на широкие возможности цифровой образовательной среды, отсутствие единой методической системы, служащей развитию статистического мышления, еще больше повышает актуальность этой проблемы.

Мы предлагаем следующее решение этой проблемы:

Создание интегрированной программно-методической системы. То есть, программные средства (электронные таблицы, платформы визуализации, интерактивные упражнения) и методические рекомендации, служащие развитию статистического мышления, будут объединены в единую систему. Разработана методическая модель. Разработана модель учебной деятельности, направленная на развитие аналитического мышления у будущих учителей.

Модель сочетает в себе проблемно-ориентированное обучение, мини-проекты, исследовательские упражнения и инструменты визуализации. Организация учебной деятельности в цифровой среде. Процессы сбора, анализа, визуализации и интерпретации данных осуществляются на интерактивных платформах. Студенты укрепляют свои практические навыки, работая с реальными данными. Оценка и улучшение результатов. Оцениваются аналитические, визуальные и основанные на доказательствах навыки рассуждения студентов. На основе результатов оценки методическая модель совершенствуется. В результате у будущих учителей значительно развивается статистическое мышление. Студенты приобретают аналитическое мышление, основанные на доказательствах рассуждения и навыки визуализации. В цифровой учебной среде организован интерактивный и исследовательский процесс обучения. Разработанное программно-методическое решение широко используется в педагогической практике.

Цифровая учебная среда предоставляет широкие дидактические возможности для развития статистического мышления, позволяя организовать учебный процесс интерактивным, практическим и исследовательским образом. Формирование статистического мышления является важным фактором в развитии профессиональных компетенций будущих учителей.

Результаты исследования показали, что образовательный процесс, организованный на основе цифровых инструментов, развивает у студентов навыки анализа данных, визуализации и формулирования обоснованных выводов. Это способствует их самостоятельному мышлению и эффективному принятию решений в профессиональной деятельности. Таким образом, программно-методическое обеспечение развития статистического мышления является одним из важных условий повышения качества подготовки учителей в цифровой образовательной среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wild J., Pfannkuch M. Statistical Thinking in Empirical Enquiry. – 1999.
2. Garfield J. The Challenge of Developing Statistical Reasoning. – 2002.
3. Fullan M. The New Meaning of Educational Change. – 2016.
4. Selwyn N. Education and Technology: Key Issues and Debates. – 2011.
5. . Turakulov Sh.M. Digital education and pedagogical competencies. – T.: Science, 2020.
6. Kuldoshev N.A. Methodology for developing analytical thinking. – T.: Education, 2019.
7. Saparbaeva D.A. Implementation of statistical methods in the SPSS program// International Journal of Pedagogics. |volume vol.05 | Issue 06 | 2025. – P. 440-443. DOI 10.37547/Volume05|Issue06-117

AKADEMIK LITSEYLAR FIZIKA KURSINING KVANT FIZIKASI BO‘LIMIDA “FOTOEFFEKT VA KOMPTON EFFEKTI” MAVZULARINI O‘QITISH METODIKASI

Gulom Samatov, Olmosbek Hamidov

Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, O‘zbekiston

Zamonaviy fizika ta’limida kvant fizikasining o‘rni beqiyos bo‘lib, u nafaqat nazariy bilimlar tizimini boyitadi, balki o‘quvchilarda ilmiy tafakkur va zamonaviy dunyoqarashni shakllantirishda muhim omil hisoblanadi. Ayniqsa, mikroolam hodisalarini tushuntirishda klassik fizika qonunlari o‘zining cheklanganligini namoyon qiladi. Masalan, atom va subatom darajadagi jarayonlarni izohlashda energiyaning uzluksiz emas, balki diskret (kvantlangan) holda almashinishi, zarrachalarning to‘lqin xususiyatiga ega bo‘lishi kabi holatlar klassik tasavvurlar bilan mos kelmaydi. Shu bois kvant nazariyasi bu bo‘shliqni to‘ldiruvchi fundamental ilmiy asos sifatida fizika ta’limining ajralmas qismiga aylangan.

Akademik litsey o‘quvchilariga kvant fizikasining boshlang‘ich tushunchalarini o‘rgatish jarayonida “fotoeffekt” va “Kompton effekti” mavzulari alohida ahamiyat kasb etadi. Bu mavzular orqali o‘quvchilar yorug‘likning faqat to‘lqin emas, balki zarracha — foton sifatida ham namoyon bo‘lishini anglaydilar. Natijada ular tabiat hodisalarini ikki xil — to‘lqin va korpuskulyar yondashuv asosida tushuntirish mumkinligini tushunib yetadilar. Bu esa o‘z navbatida, dualizm g‘oyasini chuqurroq anglashga yordam beradi hamda o‘quvchilarning abstrakt fikrlash qobiliyatini rivojlantiradi.

Fotoeffekt hodisasini o‘rganish jarayonida o‘quvchilar yorug‘lik chastotasi, chiqish ishi, to‘xtatuvchi potensial kabi tushunchalar bilan tanishadilar va ular o‘rtasidagi bog‘lanishlarni tahlil qiladilar. Bu mavzu orqali energiyaning kvantlanishi, foton energiyasining chastotaga bog‘liqligi kabi muhim g‘oyalar shakllantiriladi. Kompton effekti esa fotonlarning impulsiga ega ekanligini, ularning elektronlar bilan to‘qnashuvi natijasida energiya va impuls almashinuvi sodir bo‘lishini ko‘rsatadi. Bu esa o‘quvchilarga zarracha va to‘lqin xususiyatlarining uyg‘unligini yanada chuqurroq anglash imkonini beradi.

Mazkur mavzularni o‘qitishda faqat nazariy bayon bilan cheklanib qolish yetarli emas. O‘quvchilarning mavzuni chuqur o‘zlashtirishi uchun samarali metodlar va didaktik yondashuvlardan foydalanish muhimdir. Jumladan, muammoli o‘qitish texnologiyasi orqali o‘quvchilarda qiziqish uyg‘otish, ularni mustaqil fikrlashga yo‘naltirish mumkin. Masalan, klassik fizika nuqtai nazaridan tushuntirib bo‘lmaydigan tajribalarni muhokama qilish orqali o‘quvchilarda savol va izlanish ehtiyoji shakllantiriladi.

Shuningdek, interfaol metodlar — guruhli ishlar, munozaralar, “aqliy hujum”, konseptual xaritalar tuzish kabi usullar o‘quvchilarning darsdagi faolligini oshiradi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, xususan, virtual laboratoriyalar, animatsiyalar va simulyatsiyalar orqali murakkab kvant hodisalarini vizual tarzda tushuntirish imkoniyati yaratiladi. Bu esa abstrakt tushunchalarni aniqroq tasavvur qilishga yordam beradi.

Fotoeffekt mavzusini o‘qitish metodikasi

Fotoeffekt hodisasi — yorug‘lik ta’sirida modda yuzasidan elektronlarning ajralib chiqishi jarayoni bo‘lib, uni o‘rganish orqali o‘quvchilar yorug‘likning kvant tabiatini anglay boshlaydilar. Ushbu mavzuni o‘qitishda quyidagi metodik yondashuvlar tavsiya etiladi:

Birinchidan, darsni muammoli vaziyat yaratishdan boshlash maqsadga muvofiq. Masalan, klassik nazariya asosida yorug‘lik intensivligi ortganda energiya ham ortishi kerakligi haqida savol qo‘yilib, ammo tajribada chastota muhimroq ekanligi ko‘rsatiladi. Bu o‘quvchilarni izlanishga undaydi.

Ikkinchidan, tushunchalarni bosqichma-bosqich shakllantirish zarur. Avval tashqi fotoeffekt, so‘ngra ichki fotoeffekt tushuntiriladi. Asosiy formulalar, xususan, Eynshteyn tenglamasi ($E = h\nu - A$) izchil yoritiladi.

Uchinchidan, vizual vositalardan foydalanish katta samara beradi. Animatsiyalar, simulyatsiyalar

va laboratoriya tajribalari orqali o‘quvchilar jarayonni aniq tasavvur qila oladilar.

To‘rtinchidan, amaliy masalalar yechish orqali bilim mustahkamlanadi. Masalalar turli darajada bo‘lishi, o‘quvchilarning individual qobiliyatlarini hisobga olishi lozim.

Kompton effekti mavzusini o‘qitish metodikasi

Kompton effekti — yuqori energiyali fotonlarning erkin yoki sust bog‘langan elektronlar bilan to‘qnashuvi natijasida to‘lqin uzunligining o‘zgarishi hodisasidir. Bu hodisa ham yorug‘likning zarracha xususiyatlarini tasdiqlaydi.

Mazkur mavzuni o‘qitishda quyidagilarga e‘tibor qaratish lozim:

Avvalo, o‘quvchilarga klassik to‘lqin nazariyasining bu hodisani tushuntira olmasligi ko‘rsatib beriladi. Shundan so‘ng kvant nazariyasining afzalligi asoslanadi.

Keyin, Kompton formulasi ($\Delta\lambda = (h/mc)(1 - \cos\theta)$) bosqichma-bosqich tushuntiriladi. Bu yerda matematik ifodaning fizik ma‘nosiga alohida urg‘u berish muhimdir.

Shuningdek, zarrachalar to‘qnashuvi modeli orqali tushuntirish samarali hisoblanadi. Elektron va foton o‘rtasidagi elastik to‘qnashuv analogiyasi o‘quvchilarga tushunchani oson qabul qilishga yordam beradi.

Ko‘rgazmali vositalar va grafik tasvirlardan foydalanish mavzuni chuqurroq o‘zlashtirish imkonini beradi.

Zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo‘llash

Har ikkala mavzuni o‘qitishda interfaol metodlardan foydalanish yuqori samaradorlik beradi. Jumladan:

- “Aqliy hujum” usuli orqali yangi tushunchalarni aniqlash
- “Insert” texnologiyasi orqali matn bilan ishlash
- “Klaster” usuli orqali tushunchalar o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash
- Guruhlarda ishlash orqali hamkorlikda o‘rganish

Bundan tashqari, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish — simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar, video darslar — o‘quvchilarning qiziqishini oshiradi va murakkab jarayonlarni soddalashtiradi.

Xulosa qilib aytganda, fotoeffekt va Kompton effekti mavzularini samarali o‘qitish o‘quvchilarda kvant fizikasiga oid ilmiy dunyoqarashni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu mavzular orqali yorug‘likning dual tabiati, energiyaning kvantlanishi va mikroolam qonuniyatlari haqida asosiy tushunchalar beriladi.

Samarali o‘qitish uchun muammoli yondashuv, vizual vositalar, amaliy mashg‘ulotlar va zamonaviy pedagogik texnologiyalarni uyg‘unlashtirish zarur. Natijada o‘quvchilarning nafaqat nazariy bilimlari, balki mustaqil fikrlash va tahlil qilish ko‘nikmalari ham rivojlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ўлмасова М. Физика. Оптика, атом ва ядро физикаси,-Т. Чўлпон,2010.
2. Ғаниев А.Г. ва бошқалар Физика (3-қисм),-Т., Ўқитувчи,2010.
3. Sattarkulov Komil Raxmatovich, “Akademik litseylarda kvant fizikasi bo‘limini mazmuni va o‘qitish metodikasini takomillashtirish” Far. DU. Ilmiy xabarlar. 2023 №2. 12-14 bet.
4. G‘.B.Samatov, K.R.Sattarkulov “Akademik litsey va oliy o‘quv yurtlarida kvant mexanikasining fizik asoslariga doir mavzularni o‘rganishda izchillik”, Zahiriddin Muhammad Bobur nomidagi Andijon davlat universitetining ilmiy xabarnomasi Seriya: Pedagogik tadqiqotlar 2022/6 (66) 96-102 bet.

AKADEMIK LITSEYLARDA ATOM FIZIKASI BO‘LIMINI ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA O‘QITISH

Gulom Samatov, Matlyuba Kosimova

Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, O‘zbekiston

Akademik litseylar fizika kursining atom va kvant fizika bo‘limlarida “mikroob’ekt (mikrozarracha)” tushunchasi o‘quvchilar tomonidan qiyin o‘zlashtiriladigan eng murakkab kategoriyalardan biri hisoblanadi. Buning asosiy sababi shundaki, mikroolam qonuniyatlari kundalik tajriba asosida shakllangan klassik tasavvurlarga zid keladi. O‘quvchilar odatda jismlarni aniq koordinata, tezlik va traektoriya orqali tasvirlashga o‘rganib qolgan bo‘ladi. Shu sababli mikroob’ektni klassik korpuskula bilan taqqoslash jarayonida ular ko‘pincha noto‘g‘ri xulosalarga keladi yoki tushunchalarni yuzaki qabul qiladi.

Ayniqsa, mikroob’ektning to‘lqin-korpuskulyar dualizmi, ehtimollik xarakteri va noaniqlik xususiyatlari o‘quvchilar tafakkuri uchun yangilik bo‘lib, an’anaviy ma’ruza-uslubida yetarli darajada o‘zlashtirilmaydi. Masalan, Geyzenberg noaniqlik prinsipi ko‘pincha faqat o‘lchash aniqligining cheklanishi sifatida noto‘g‘ri talqin qilinadi. Aslida esa bu prinsip mikroob’ektning tabiatiga xos fundamental xususiyat bo‘lib, u bir vaqtning o‘zida aniq koordinata va impuls ega bo‘la olmasligini bildiradi. Bu farqni chuqur anglamaslik o‘quvchilarning kvant fizikaga oid masalalarni noto‘g‘ri yechishiga olib keladi.

Atom fizikasi bo‘limini o‘qitishda yana bir muhim muammo — o‘quv qo‘llanmalarda kvant fizika mavzulariga yetarli e’tibor qaratilmaganligidir. Ko‘pincha darsliklarda fotoeffekt hodisasi bilan cheklanib qolinadi, boshqa muhim tushunchalar, masalan de Broyl to‘lqini, kvant sonlar, spin, tunnel effekti kabi mavzular esa juda qisqa va yuzaki bayon etiladi. Natijada o‘quvchilarda mikroolam hodisalari haqida yaxlit tasavvur shakllanmaydi.

Bu holat ayniqsa masala yechish jarayonida yaqqol namoyon bo‘ladi. O‘quvchi formulani yod bilgan bo‘lsa ham, uning fizik ma’nosini tushunmagani sababli masalani to‘g‘ri tahlil qila olmaydi. Masalan, elektronning energiya sathlari yoki impulsini hisoblashga doir masalalarda u klassik mexanika qonunlarini qo‘llashga urinadi, bu esa xatoliklarga olib keladi. Chunki mikroob’ektlar uchun traektoriya tushunchasi qo‘llanilmaydi, ularning holati esa aniq koordinata bilan emas, balki ehtimollik orqali ifodalanadi.

Shuningdek, o‘quvchilarda makroolam va mikroolam o‘rtasidagi tub farqlar haqida ilmiy asoslangan tasavvur shakllanmasligi ham jiddiy muammo hisoblanadi. Makroolamda jismlar uzluksiz harakat qiladi va ularning holatini istalgan aniqlikda aniqlash mumkin. Mikroolamda esa jarayonlar diskret xarakterga ega bo‘lib, energiya kvantlangan bo‘ladi, zarrachalar esa bir vaqtning o‘zida ham zarracha, ham to‘lqin xossalarini namoyon qiladi. Bu farqlarni anglamaslik o‘quvchilarning fizik dunyoqarashini noto‘g‘ri shakllanishiga olib keladi.

Shu sababli atom va kvant fizika bo‘limlarini o‘qitishda faqat nazariy bayon bilan cheklanib qolmasdan, o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashini rivojlantiruvchi, ularni faol o‘quv jarayoniga jalb qiluvchi zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo‘llash zarur. Bunday yondashuv o‘quvchilarga mikroob’ektlarning o‘ziga xos xususiyatlarini chuqurroq anglash, klassik va kvant fizika o‘rtasidagi farqlarni ongli ravishda tahlil qilish hamda bilimlarini amaliy masalalarda to‘g‘ri qo‘llash imkonini beradi.

Natijada, o‘quvchilarda nafaqat nazariy bilimlar, balki mikroolam hodisalarini ilmiy asosda tushunish, tahlil qilish va umimlashtirish ko‘nikmalari shakllanadi. Bu esa zamonaviy fizikaning asoslarini puxta egallash uchun muhim poydevor yaratadi.

Zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo‘llash orqali ushbu muammoni bartaraf etish mumkin. Jumladan, muammoli o‘qitish texnologiyasi asosida o‘quvchilarga quyidagi savol qo‘yiladi: “Nima

uchun mikroob’ekt uchun traektoriya tushunchasini qo’llab bo’lmaydi?” Ushbu savol o’quvchini fikrlashga, klassik va kvant tasavvurlarni solishtirishga majbur qiladi.

Shuningdek, interfaol metodlar (klaster, Venn diagramma, “Aqliy hujum”) yordamida mikroob’ekt va klassik zarracha o’rtasidagi farqlar tahlil qilinadi. Masalan, Venn diagramma orqali quyidagi jihatlar taqqoslanadi:

-klassik zarracha: aniq koordinata va impuls, traektoriya mavjudligi;

-mikroob’ekt: noaniqlik munosabati, traektoriya yo’qligi, to’lqin xossalari.

Ayniqsa, Geyzenberg noaniqlik prinsipi ni o’qitishda zamonaviy yondashuv muhim ahamiyatga ega. Uni faqat o’lchashdagi cheklov sifatida emas, balki mikroob’ektning tabiiy xossasi sifatida tushuntirish zarur. Bu jarayonda multimedia vositalari va simulyatsiyalar yordamida zarracha holatining ehtimollik xarakteri vizuallashtirilsa, o’quvchilarning tushunchasi yanada mustahkamlanadi.

Masala yechishga yo’naltirilgan yondashuvda esa quyidagi metodlar samarali hisoblanadi:

Keys-stadi texnologiyasi: masalan, fotoeffekt yoki tunnel effekti asosida real fizik vaziyatlarni tahlil qilish;

Loyiha metodi: o’quvchilar de Broyl to’lqini yoki kvant sonlarga oid kichik tadqiqot loyihalarini bajaradilar;

Differensial ta’lim: o’quvchilarning bilim darajasiga qarab turli murakkablikdagi masalalar beriladi.

Bundan tashqari, mikroob’ektlarning klassik zarrachalardan farqini tushuntirishda quyidagi muhim jihatlarga e’tibor qaratish lozim:

- mikroob’ekt bir vaqtning o’zida aniq koordinata va impuls ega bo’la olmaydi;
- traektoriya tushunchasi qo’llanilmaydi;
- zarracha to’lqin xossalari ega;
- holat ehtimollik orqali ifodalanadi (to’lqin funksiyasi yordamida).

Ushbu tushunchalarni o’zlashtirishni kuchaytirish uchun raqamli ta’lim platformalari, virtual laboratoriyalar va animatsion modellarni qo’llash tavsiya etiladi. Bu esa o’quvchilarning abstrakt tushunchalarni aniq tasavvur qilishiga yordam beradi.

Xulosa qilib aytganda, atom fizikasi bo’limini o’qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo’llash:

- o’quvchilarda mikroolam haqidagi ilmiy dunyoqarashni shakllantiradi;
- nazariy bilimlarni amaliy masala yechish bilan bog’laydi;
- murakkab kvant tushunchalarini sodda va tushunarli qiladi.

Natijada, o’quvchilar nafaqat formulalarni biladi, balki mikroob’ektlarning mohiyatini chuqur anglay oladi va ularni klassik fizika tushunchalaridan farqlay olish ko’nikmasiga ega bo’ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Akademik litseylar uchun namunaviy o’quv dasturi - T: 2020 y.
2. Jorayev M. Fizika o’qitishda statistik g’oyalar. Metodik qo’llanma. T. “O’qituvchi”, 1996 y.
3. Тарасов Л.В. “Современная физика в средней школе” -М.: “Просвещение”, 1990 г.
4. Sattarkulov K.R. Uzluksiz ta’lim tizimida fizika fanini izchillik tamoyili asosida o’qitish. O’quv qo’llanma. Toshkent. Metodist nashriyoti. 2024 y.

EKOLOGIK BARQARORLIKNING FIZIK ASOSLARI VA ATROF MUHITNI SAQLASHDAGI ROLI

Sardor Saydaliyev

Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, O‘zbekiston

Bugungi kunda iqlim o‘zgarishi, ifloslanish va resurslarning kamayishi global muammoga aylangan. Ekologik barqarorlik — tabiatga zarar yetkazmasdan resurslardan samarali foydalanish va muhitni saqlashdir.

Bu jarayonda fizika muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, energiya saqlanish qonuni, issiqlik almashinuvi va boshqa fizik jarayonlar energiyani tejash hamda chiqindilarni kamaytirishga yordam beradi.

Quyosh va shamol kabi yangilanadigan energiya manbalaridan foydalanish orqali yoqilg‘i resurslariga ehtiyoj kamayadi va atrof-muhitga zarar qisqaradi. Shu sababli fizika ekologik muammolarni hal qilishda muhim ilmiy asos hisoblanadi.

Iqlim o‘zgarishi bugungi kunda global ekologik muammolardan biridir. Bu jarayonning asosiy sababi issiqxona gazlarining ortishi va ularning atmosferada tutib qolgan issiqligi hisoblanadi. Fizikada issiqlik almashinuvi, konveksiya, nurlanish va kondensatsiya jarayonlari haqida keng tushunchalar mavjud. Bu jarayonlarning tahlili iqlim o‘zgarishlarini tushunishda muhim ahamiyatga ega. Masalan, energiya samaradorligini oshirish va past karbonli texnologiyalarni rivojlantirish (masalan, passiv uylarda issiqlikni tejash usullari) iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashda katta yordam beradi. Dunyo miqyosidagi eng katta ekologik muammolardan biri, tabiiy energiya resurslarining kamayishi va ulardan noto‘g‘ri foydalanishdir. Bunga javoban, yangilanishi mumkin bo‘lgan energiya manbalariga, ya‘ni quyosh, shamol, geotermal energiya kabi tabiiy resurslarga bo‘lgan talab ortmoqda. Fizika, bu energiya manbalaridan samarali foydalanish uchun texnologiyalarni ishlab chiqishda yordam beradi. Masalan, quyosh panellari va shamol turbinalarining samaradorligini oshirish uchun fizikada energiyaning o‘tkazuvchanligi, elektromagnit nurlanish va elektr energiyasini saqlash texnologiyalariga asoslangan ilmiy yondoshuvlar ishlab chiqilmoqda. Suv resurslari ham yerdagi eng muhim tabiiy resurslardan biridir. Ularning noto‘g‘ri ishlatilishi va ifloslanishi dunyo miqyosida katta muammolarni keltirib chiqarmoqda. Suvni tejash va tozalash jarayonlarini yanada samarali qilish uchun fizikaviy yondoshuvlar talab etiladi. Masalan, suvni tozalashda bosim ostida membranali tozalash va elektr toki yordamida tozalash usuli kabi fizik jarayonlar samarali ishlatilmoqda. Bunday texnologiyalarni rivojlantirish suv resurslarini qayta ishlatish va tejashda muhim rol o‘ynaydi. Plastik materiallarning atrof-muhitga zararli ta’siri global ekologik muammolardan biridir. Plastikning parchalanish jarayoni uzoq vaqt davom etadi va bu ko‘plab ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Bu muammoni hal qilish uchun fizikaviy usullarni qo‘llash zarur. Masalan, Plastikni qayta ishlash jarayonlarida issiqlik (harorat) va ishqalanish bilan bog‘liq fizik jarayonlar yordamida ularni samaraliroq qayta ishlash mumkin. Shuningdek, bioplastiklar va parchalanadigan (tabiatda yo‘qoladigan) materiallarni yaratishda fizik va kimyoviy yondoshuvlardan foydalanish ushbu muammoni hal etishga samarali yechim bo‘lishi mumkin. Yaqinda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, ekologik barqarorlikka erishishda qurilish va ishlab chiqarish materiallarini mahalliy iqlimga mos ravishda tanlash va ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega. Fizikaning issiqlik o‘tkazuvchanligi, yorug‘lik yutilishi, va mexanik mustahkamlik kabi xossalari asosida materiallarning xatti-harakatini modellashtirish orqali yangi, energiya tejovchi va ekologik toza

mahsulotlar ishlab chiqish mumkin. Ushbu yondashuv ekologik texnologiyalarni mahalliyashtirish, issiqlik energiyasini tejash va issiqxonali gazlar chiqindisini kamaytirishda katta potensialga ega. O‘zbekistonda, ayniqsa, qurg‘oqchil va iliq iqlimli hududlar uchun ushbu modellashtirilgan ekologik materiallar arzon, barqaror va energiya samarali bo‘lishi mumkin.

Agar biz energiya manbalaridan samarali foydalanishni maqsad qilgan bo‘lsak, quyidagi issiqni uzatish va tepki jarayonlari asosida yangi texnologiyalarni ishlab chiqishimiz zarur. Issiqlik almashinuvi va tepki jarayonlari haqida tushuncha. Termodinamik sikl - Masalan, energiya ishlab chiqarish yoki issiqlikni saqlashda samarali ishlatiladigan termodinamik sikl (Carno sikli) energiyaning optimal uzatish va ishlash koeffitsientlarini hisoblashda yordam beradi.

$$\eta = 1 - \frac{T_{\text{cold}}}{T_{\text{hot}}}$$

bunda T_{cold} - sovuq manbaning harorati (Kelvin), T_{hot} - issiq manbaning harorati (Kelvin). Bu formulani energiya ishlab chiqarish tizimlarida optimal ishlashni ta‘minlash uchun ishlatish mumkin. Materiallarning qayta ishlanishi va ekologik ta‘sirida fizik jarayonlar nafaqat energiya ishlab chiqarish, balki materiallarning qayta ishlanishida ham samarali ishlatiladi. Misol uchun:

Plastikni qayta ishlash: Plastikni qayta ishlash jarayonlarida tribologik (ishlash yuzasi o‘rtasidagi ish va to‘qnashuv) va termomexanik jarayonlardan foydalanish mumkin. Bu jarayonlar orqali plastiklarni qayta ishlashni tezlashtirish va energiyani tejash mumkin.

Bioplastiklar: Biologik parchalanadigan materiallar (bioplastiklar) ishlab chiqishda fizik kimyo yondoshuvlaridan foydalanish mumkin. Bunday materiallar o‘zining ekologik ta‘sirini kamaytiradi va energiya sarfini optimal holatda ushlab turadi.

Xulosa qilib aytganda, ekologik barqarorlikni ta‘minlashda fizikaning roli juda katta. Energiya manbalaridan samarali foydalanish, issiqlik va energiya almashinuvi jarayonlarini yaxshilash, plastikni qayta ishlash va suv resurslarini tejash kabi masalalarda fizikaviy yondoshuvlarni rivojlantirish va qo‘llash muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, ilmiy tadqiqotlarni davom ettirib, yangi texnologiyalarni ishlab chiqish, tabiat resurslaridan yanada samarali foydalanishga imkon yaratadi. Ekologik barqarorlikka erishish uchun, fizikaviy jarayonlar va texnologiyalarni joriy etish orqali ekologik muammolarga yechimlar topish mumkin. Fizika ilm-fanining ekologik muammolarni hal qilishdagi roli, kelajakda barqaror rivojlanish uchun muhim asos bo‘ladi. Shu bilan birga, davlatlar va xalqaro tashkilotlar hamkorligida bu yondoshuvlarni qo‘llash, ekologik barqarorlikni ta‘minlashda katta ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hasanov A., G‘ulomov S. Ekologiya va tabiatni muhofaza qilish asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2019.
2. Sultonov A. Barqaror rivojlanish va ekologik xavfsizlik. – Toshkent: TDPU nashriyoti, 2021.
3. Abduqodirov A., Mavlonov R. Fizika va ekologiya integratsiyasi: nazariya va amaliyot. – Toshkent: “Ilm ziyo”, 2023.
4. Yo‘ldoshev S.K. Umumiy fizika kursi: Termodinamika va molekulyar fizika. – Toshkent: O‘qituvchi, 2018.

UZLUKSIZ TA'LIMDA KREATIV VA TANQIDIY FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISHNING INNOVATSION METODLARI

Muxabbat Miryusupova

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti, 111720 Toshkent, O'zbekiston

Bugungi globallashuv va axborot asrida bilimlarni eslab qolish emas, balki ularni tanqidiy baholay olish, yangi g'oyalar yarata olish va doimiy o'rganish eng muhim kompetensiyalardan biriga aylandi. Uzluksiz ta'lim (maktab, kollej, universitet, malaka oshirish va kundalik hayot) shaxsdan nafaqat ma'lumotlarni qabul qilishni, balki ularni qayta ishlash, muammolarni original usullarda yechish va o'z qarashlarini asoslashni talab qiladi. Biroq an'anaviy ta'lim ko'proq reproduktiv fikrlashga (takrorlash, eslab qolish) asoslangan. Shu sababli kreativ va tanqidiy fikrlashni rivojlantiruvchi innovatsion metodlarni joriy etish dolzarb masala hisoblanadi.

Kreativ fikrlash – yangi, original va foydali g'oyalar yaratish, muammoga nostandart yondashish qobiliyati. Tanqidiy fikrlash – axborotni mantiqiy tahlil qilish, dalillarni baholash, o'z pozitsiyasini asoslash, manipulyatsiyalarni farqlay olish. Uzluksiz ta'limda bu ikkala tur bir-birini to'ldiradi: tanqidiy fikrlashsiz kreativlik yuzaki bo'lib qoladi, kreativliksiz tanqidiy fikrlash esa quruq skeptisizmga aylanadi.

Innovatsion metodlardan muammoli ta'lim (Problem-Based Learning, PBL). O'quvchilarga real hayotdagi murakkab muammo (case) beriladi. Ular guruh bo'lib muammoni tahlil qiladi, farazlar ilgari suradi, ma'lumotlarni qidiradi va yechim taklif etadi. Bu usul tanqidiy fikrlashni (dalillarni saralash) va kreativlikni (bir necha yechim variantlari) bir vaqtda rivojlantiradi.

Misol. “Sizning mahallangizda suv tanqisligi muammosi bor. Buning sabablarini tahlil qiling va 3 xil innovatsion yechim taklif eting.”

Dizayn fikrlash (Design Thinking) metodi. 5 bosqichli metod: empatiya (muammoni chuqur anglash), muammoni aniqlash, g'oyalash, prototiplash va sinov. Bu jarayonda o'quvchi foydalanuvchi nuqtayi nazaridan qarashni, xatolardan o'rganishni va takroriy testlar orqali yechimni takomillashtirishni o'rganadi. Ayniqsa, loyiha ishlari va startap dasturlarida samarali.

Flipped Classroom metodi. An'anaviy “ma'ruza – uy vazifasi” modeli teskari aylantiriladi: o'quvchilar yangi mavzuni videodars yoki matn ko'rinishida uyda o'zlashtiradi, sinfda esa amaliy masalalarni yechish, bahslar va kreativ topshiriqlar bilan shug'ullanadi. Bu vaqtni tanqidiy muhokama va ijodiy faoliyatga yo'naltirish imkonini beradi.

Bahs-munozara va Suqrotcha suhbat metodi. Debat – berilgan tezisni himoya qilish va qarshi dalillarni tanqidiy tahlil qilish. Suqrotcha suhbat – ochiq savollar orqali o'quvchini o'z fikrlarining asossiz joylarini ko'rishga undash. Bu usullar mantiqiy xatolarni topish, nuqtai nazarlarni solishtirish va ijodiy argumentlar yaratish ko'nikmalarini oshiradi.

Innovatsion metodlarni joriy etishdagi o'qituvchilarning o'zi an'anaviy metodlarga o'rganib qolganligi, vaqtning cheklanganligi (ayniqsa PBL va dizayn fikrlash uzoq vaqt talab qiladi), baholash tizimining mos kelmasligi (kreativlikni test bilan o'lchash qiyin) qiyinchilik tug'diradi. Ammo o'qituvchilar uchun treninglar va mentorlik, modulli yondashuv (har bir metodni butun semestrga emas, kichik “sprint” shaklida qo'llash) portfolioga asoslangan baholash (loyiha, reflektiv hisobot, prototip) orqali bu muammolarni bartaraf qilishimiz mumkin.

Xulosa. Uzluksiz ta'limda kreativ va tanqidiy fikrlashni rivojlantirish majburiy talabdir. Innovatsion metodlar – PBL, dizayn fikrlash, teskari sinf, SCAMPER, debatlar va raqamli vositalar – bu borada yuqori samaradorlikka ega. Ular joriy etish uchun o'quv dasturlariga moslashuvchan modullar kiritish, o'qituvchilarning metodik savodxonligi oshirish, baholash tizimi reproduktiv emas, faoliyatli (loyihaviy) bo'lishi hamda raqamli va sun'iy intellekt vositalari tanqidiy va kreativ topshiriqlar bilan uyg'unlashtirilishi lozim. Faqat shundagina ta'lim tizimi nafaqat bilim beruvchi, balki doimiy

o‘rganuvchi, tanqidiy fikrlovchi va ijodkor shaxsni tarbiyalovchi mexanizmga aylanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. De Bono E. “Olti fikrlash shlyapasi” – T., 2018.
2. Petriashvili R. “Tanqidiy fikrlash: nazariya va amaliyot” – 2020.
3. Brown T. “Design Thinking for Educators” – IDEO, 2019.
4. OECD. “Fostering Creative and Critical Thinking in Education” – 2022.

METHODOLOGY OF MATHEMATICAL MODELING IN SOLVING PROBLEMS OF MOLECULAR PHYSICS

Farkhod Juraev

Chirchik State Pedagogical University, 111720 Tashkent, Uzbekistan

A model is a description that reflects the essential characteristics and regularities of the studied object, process, or phenomenon through mathematical expressions, formulas, and relationships. In developing any modeling framework, a researcher must adhere to two fundamental principles [1]: deductive and inductive. For many physical problems, the mathematical model is expressed in the form of partial differential equations [2].

We recommend the following stages of the model for solving physics Olympiad problems: 1. *Understanding the Problem Statement*. Reading the problem carefully: Identifying each condition and requirement of the problem. 2. *Drawing*. Visual representation: Drawing a diagram to better understand the physical process of the problem. 3. *Writing Physical Laws*. Identifying physical laws: Determining the physical laws relevant to the problem. 4. *Mathematical Modeling of Equations*. Constructing equations: Writing the necessary equations to solve the problem based on the obtained physical laws and applying mathematical operations. 5. *Drawing Conclusions*. Summarizing results: Stating the conclusions obtained during the problem-solving process based on the calculated results. Below, we present the methodology for solving problems through modeling.

Problem: A piston of mass m divides a fixed cylinder filled with gas into two equal parts. Initially, the pressure inside the cylinder is P . The piston is shifted a very small distance to the right and then released (see figure 1). Assuming the process is isothermal, determine the frequency of the small oscillations of the piston. The cross-sectional area of the piston is S and the total length of the cylinder is $2l$.

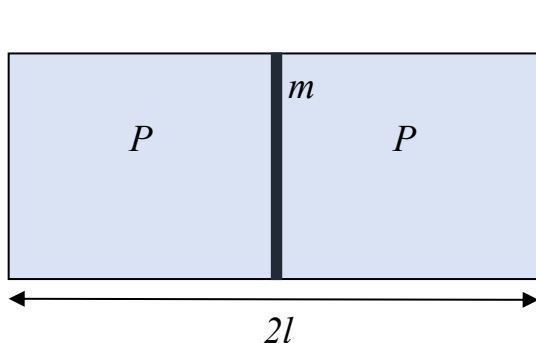


Figure 1.

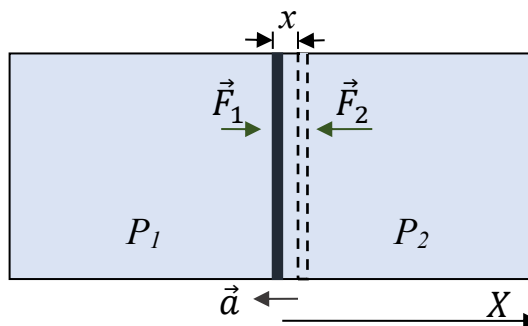


Figure 2.

Solution: We can write the following using the Boyle-Mariotte law for the initial state and the state after the piston is shifted to the right by a very small distance (fig.2):

$$\begin{cases} PSl = P_1S(l+x) \\ PSl = P_2S(l-x) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = Pl/(l+x) \\ P_2 = Pl/(l-x) \end{cases} \quad (1)$$

For the moment the piston is shifted to the right by a very small distance, we can write the following using Newton's second law: $F_1 - F_2 = ma$ (2), where $F_1 = P_1S$ (3) and $F_2 = P_2S$ (4). By substituting (3) and (4) into (2), we obtain the following: $P_1S - P_2S = ma$ (5). By substituting (1) into (5), we obtain the following: $\frac{Pl}{l+x}S - \frac{Pl}{l-x}S = ma$ (6). We use the following approximate formulas: $\xi \ll 1$ da $(1 + \xi)^\alpha \approx 1 + \xi\alpha$ (7) and $(1 - \xi)^\alpha \approx 1 - \xi\alpha$ (8). We introduce the following notation: $\xi = x/l$ (9). By

substituting (7), (8), and (9) into (6), we obtain the following: $PS(\frac{1}{(1+\frac{x}{l})} - \frac{1}{(1-\frac{x}{l})}) = ma, PS(1 - \frac{x}{l} - 1 - \frac{x}{l}) = ma; ma = -\frac{2PSx}{l}$ (10). We know that: $a = x''$ (11).

Mathematical model	Physical process: Piston oscillation
Differential equation $x'' + \omega x = 0$	$x'' + \omega x = 0$
Solution of the equation $x = A \cos(\omega t + \phi_0)$	$x = A \cos \omega t$
Dependence of the oscillation frequency on system parameters $\nu = \omega/2\pi$	$\nu = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{PS}{2ml}}$

In this model, the pressure difference resulting from small displacements of the piston is expressed through linear approximation, and the system is reduced to the harmonic oscillation equation.

REFERENCES

5. Umarova, G. A. Printsipy vpolneniya modelirovaniya pri reshenii fizicheskikh zadach [Principles of modeling in solving physical problems]. Nauchnyi vestnik FerGU, pp. 12–19.
6. Baymedova, G., Gurbanmamedova A., Matematicheskoe modelirovanie fizicheskikh protsessov [Mathematical modeling of physical processes]. Nauka i mirovozzrenie, Issue 58, Vol. 1, 2025, pp. 65–70.

UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA ANIQ VA TABIIY FANLARNI INTEGRATIV YONDASHUV ASOSIDA O'QITISH

Ziyoda Urinbayeva

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti, 111720 Toshkent, O'zbekiston

Bugungi globallashuv sharoitida ta'lim tizimiga qo'yilayotgan talablar tubdan o'zgarib bormoqda. Ayniqsa, uzluksiz ta'lim tizimida aniq va tabiiy fanlarni o'qitishda an'anaviy yondashuvlar o'rnini zamonaviy, integrativ metodlar egallamoqda. Chunki real hayotdagi muammolar bir fan doirasida emas, balki bir nechta fanlar kesishmasida hal etiladi. Shu bois fanlararo integratsiya asosida o'qitish muhim ahamiyat kasb etadi. Ta'lim tarbiya jarayonida integratsiyalashgan tarbiya va ta'limning ustuvor o'rin egallashi jamiyat va ta'lim-tarbiya o'rtasida o'zaro aloqadorlikni qaror toptiradi[1].

“Integratsiya” so'zi lotincha “integration” - tiklash, to'ldirish, “integer” butun so'zidan kelib chiqqan bo'lib, fanlararo aloqalarni o'rnatish, turli ta'lim dasturlari o'rtasidagi o'zaro ta'sir orqali ta'lim mazmunining yaxlitligiga erishish jarayoni va natijasidir.

Integratsiyaning u yoki bu darajasini ta'lim jarayonida qo'llash natijasida:

- o'quvchining vaqti va kuchi tejaladi, uning bilish imkoniyatlari kengayadi;
- ota-onalarning hamda davlatning o'qish jarayoniga sarflaydigan mablag'ini iqtisod qilish imkoniyati vujudga keladi;
- mavzulararo integratsiya asosida o'quv-biluv jarayoni natijalarini istiqbollik qilish mexanizmlari yaratiladi;
- integratsiyalashtirilgan ta'lim jarayonini boshqaradigan o'qituvchilarini tayyorlash va malakasini oshirishni yo'lga qo'yish uchun huquqiy metodik imkoniyatlar yaratiladi;
- integral dasturlar asosida o'quv-biluv jarayonining iqtisodiy jihatdan samaradorlik darajasi aniqlanadi;
- o'quv-biluv jarayonini integral dasturlar asosida tashkil etish sohasidagi xalqaro tajribalardan keng foydalanish uchun qulay imkoniyatlar tug'iladi[3].

Integrativ yondashuv – bu turli fanlar o'rtasidagi bog'liqlikni ta'minlash orqali bilimlarni yaxlit holda shakllantirishga qaratilgan pedagogik yondashuvdir. Ushbu yondashuv o'quvchilarda tizimli fikrlash, muammoni kompleks hal qilish, bilimlarni amaliyotga qo'llash ko'nikmalarini rivojlantiradi[2].

Integratsiya quyidagi yo'nalishlarda amalga oshiriladi:

- 1) mazmuniy integratsiya (fanlararo bog'lanish)
- 2) metodik integratsiya (o'qitish usullarining uyg'unligi)
- 3) faoliyat integratsiyasi (amaliy mashg'ulotlar)

Mazmuniy integratsiya — ta'limda turli fanlar yoki o'quv materiallarining o'zaro bog'liqligi, umumiy mavzu va maqsad atrofida birlashtirilishi. U bilimlar uzviyligini ta'minlab, o'quvchilarda yaxlit dunyoqarashni shakllantiradi va nazariy bilimlarni amaliy ko'nikmalar bilan bog'laydi.

Metodik integratsiya — ta'lim samaradorligini oshirish maqsadida turli fanlar, usullar va multimedia vositalarini o'zaro bog'lagan holda yaxlit ta'lim jarayonini tashkil etishdir. Bu yondashuv tizimlilik va uzviylik tamoyillariga asoslanib, o'quvchilarda tizimli fikrlash, ijodiy yondashuv va fanlararo bog'liqlikni tushunish ko'nikmalarini shakllantiradi.

Faoliyat integratsiyasi — turli xil jarayonlar, bilimlar, nazariya va amaliyotni yagona maqsad yo'lida birlashtirish, samaradorlikni oshirish va tizimli yondashuvni ta'minlashdir. Bu ta'limda nazariya va amaliyot uyg'unligi, ilm-fan va ta'lim, hamda ijtimoiy-madaniy sohalarni birlashtirishni o'z ichiga oladi.

Uzluksiz ta'lim tizimida aniq va tabiiy fanlarni o'qitishda integrativ yondashuvni qo'llash muhim didaktik ahamiyatga ega. Mazkur yondashuv ta'lim jarayonida bilimlarning uzviyligi, tizimlilik va amaliy yo'naltirilganligini ta'minlaydi. Ayniqsa, matematika, fizika, kimyo va biologiya fanlarini o'zaro

bog‘liq holda o‘qitish o‘quvchilarda yaxlit ilmiy dunyoqarashni shakllantirishga xizmat qiladi.

Aniq va tabiiy fanlarni integratsiyalash pedagogik integratsiyaning bir nechta yo‘nalishlari doirasida amalga oshiriladi. Ularning ichida asosiy o‘rinni **fanlararo integratsiya** egallaydi. Fanlararo integratsiya turli o‘quv fanlari o‘rtasidagi mazmuniy bog‘liqlikni ta‘minlash orqali bilimlarni kompleks shakllantirishga xizmat qiladi. Bu yondashuvda biror hodisa yoki jarayon turli fanlar nuqtai nazaridan tahlil qilinadi, natijada o‘quvchilar muammoni chuqurroq va kengroq anglash imkoniyatiga ega bo‘ladi. Masalan, fizik qonuniyatlarni tushuntirishda matematik formulalardan foydalanish yoki biologik jarayonlarni kimyoviy reaksiyalar orqali izohlash fanlararo integratsiyaning amaliy ko‘rinishidir.

Shu bilan birga, aniq va tabiiy fanlarni integratsiyalash **mazmuniy integratsiya** yo‘nalishiga ham kiradi. Mazmuniy integratsiya o‘quv materiallarini umumiy g‘oya va tushunchalar asosida birlashtirishni nazarda tutadi. Bunda o‘xshash yoki o‘zaro bog‘liq mavzular turli fanlarda uyg‘un holda o‘qitiladi. Masalan, “energiya”, “modda”, “harakat” kabi umumiy tushunchalar fizika, kimyo va biologiya fanlarida turlicha, ammo o‘zaro bog‘liq holda o‘rganiladi. Bu esa o‘quvchilarda bilimlarning fragmentar emas, balki tizimli shakllanishiga olib keladi.

Integratsiya jarayoni faqat mazmun bilan cheklanib qolmay, balki o‘qitish metodlariga ham ta‘sir ko‘rsatadi. Shu nuqtai nazardan, aniq va tabiiy fanlarni birgalikda o‘qitish **metodik integratsiyani** ham o‘z ichiga oladi. Metodik integratsiya turli fanlarni o‘qitishda umumiy pedagogik texnologiyalar va usullardan foydalanishni anglatadi. Masalan, loyiha metodi, muammoli o‘qitish, case-study kabi yondashuvlar orqali o‘quvchilar bir vaqtning o‘zida bir nechta fan bilimlarini qo‘llash imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bu esa ularning mustaqil fikrlashini va ijodiy yondashuvini rivojlantiradi[4].

Bundan tashqari, integratsiya **faoliyatga asoslangan yo‘nalishda** ham namoyon bo‘ladi. Faoliyat integratsiyasi o‘quvchilarning amaliy faoliyati jarayonida turli fanlarga oid bilim va ko‘nikmalarni uyg‘unlashtirishni nazarda tutadi. Ayniqsa, STEAM yondashuvi doirasida amalga oshiriladigan loyihalar bunga yaqqol misol bo‘la oladi[5].

Ushbu yondashuv fanlararo integratsiyani ta‘minlab, o‘quvchilarda muhandislik tafakkuri, muammoni hal qilish ko‘nikmalari va ijodiy yondashuvni rivojlantiradi. Masalan, amaliy loyiha asosida o‘quvchilar matematik hisob-kitoblar, fizik qonunlar va texnologik jarayonlarni uyg‘un holda qo‘llash orqali bilimlarini mustahkamlaydi.

Shuningdek, **loyiha asosida o‘qitish (Project-Based Learning)** texnologiyasi ham integrativ yondashuvni samarali amalga oshirish imkonini beradi. Ushbu metod orqali o‘quvchilar real hayotiy muammolarni hal etish jarayonida bir nechta fanlarga oid bilimlardan foydalanadi. Bu esa ularning mustaqil izlanish olib borish, tahlil qilish va xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantiradi[6].

Bundan tashqari, **interfaol metodlar** (aqliy hujum, klaster, Venn diagramma va boshqalar) o‘quvchilarning dars jarayonidagi faolligini oshirishda muhim vosita hisoblanadi. Ushbu metodlar orqali o‘quvchilar o‘z fikrlarini erkin bayon etadi, jamoaviy ishlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi va bilimlarni chuqurroq o‘zlashtiradi[7].

Zamonaviy ta‘lim jarayonida **raqamli texnologiyalardan** foydalanish ham integrativ yondashuvni qo‘llashda katta imkoniyatlar yaratadi. Virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar va onlayn platformalar yordamida murakkab jarayonlarni vizual tarzda tushuntirish mumkin. Bu esa ayniqsa aniq va tabiiy fanlarni o‘zlashtirishda samaradorlikni oshiradi[8].

Yuqoridagilardan kelib chiqib, shuni ta‘kidlash mumkinki, aniq va tabiiy fanlarni integratsiyalash pedagogik integratsiyaning ko‘p qirrali jarayoni bo‘lib, u asosan fanlararo yo‘nalishga mansubdir. Shu bilan birga, u mazmuniy, metodik va faoliyatga asoslangan integratsiya orqali amalga oshiriladi. Bunday yondashuv uzluksiz ta‘lim tizimida ta‘lim samaradorligini oshirish, o‘quvchilarda ilmiy tafakkur va amaliy kompetensiyalarni rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Bundan tashqari, zamonaviy pedagogik texnologiyalar aniq va tabiiy fanlarni integrativ yondashuv asosida o‘qitishda muhim vosita bo‘lib xizmat qiladi. Ular o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lash, mustaqil fikrlashini rivojlantirish va fanlararo aloqalarni chuqur anglashga yordam beradi. Shu bois, ushbu texnologiyalarni uzluksiz ta‘lim tizimining barcha bosqichlarida keng

joriy etish ta’lim samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. X. Tolipov, M. Usmonboyeva. Pedagogik texnologiyalar nazariyasi va amaliyoti. – T.: Fan, 2010.
2. V.P. Bepalko. Pedagogika i progressivnye texnologii obucheniya. – M.: Pedagogika, 1995.
3. G.G.Lisova, A.I.Ashtrafzyanov, T.A.Nikiforova, L.G.Prilezhaeva, N.N.Saveliyev. “Mavzu integratsiyasi ta’limni rivojlantirish manbasi sifatida” uslubiy maqolalar to’plami. ANO “Premier” o’rta maktabi. 2014-yil.
4. N.M. Muslimov. Kasbiy ta’lim nazariyasi. – T.: Fan, 2012.
5. Yakman, G. STEAM Education Framework. – 2008.
6. Thomas, J.W. A Review of Research on Project-Based Learning. – 2000.
7. M. Klarin. Innovatsion pedagogik texnologiyalar. – M., 1998.
8. Bates, A.W. Teaching in a Digital Age. – 2015.

AKADEMIK LITSEYLARDA FIZIKA KURSIDA MIKROZARRALAR HAQIDAGI BILIMLARNI SHAKLLANTIRISH VA RIVOJLANTIRISH

Komil Sattarkulov, Rustam Elmuratov

Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, O‘zbekiston

Akademik litseylar fizika kursining kvant fizikasi bo‘limida “Mikroob’ekt (mikrozarracha)” tushunchasi o‘quvchilar uchun qiyin o‘zlashtiriladigan murakkab tushunchalardan biri hisoblanadi. Bu tushunchani oydinlashtirish uchun mikrozarracha va klassik korpuskula (zarracha) orasidagi fizikaviy farqlanishni metodik tahlil etish zarur. Akademik litseylarning fizika chuqurlashtirib o‘qitiladigan yo‘nalishlari uchun asosiy adabiyot sifatida tavsiya etiladigan o‘quv qo‘llanmalarining Kvant fizika bo‘limiga juda kam joy ajratilgan, masalan: M.N.O‘lmasova tomonidan yozilgan o‘quv qo‘llanmasida atigi 9 bet ajratilgan. Asosan, fotoeffekt hodisasini o‘rganish bilan cheklanilgan. Undan tashqari moddaning to‘lqin xossalari Lui-de-Broyl to‘lqini, Geyzenberg noaniqlik munosabati, kvant mexanika haqida tushuncha, kvant sonlar, spin, Mendelev davriy sistemasi to‘g‘risida yana 10 betlik ma‘lumot berilgan.

Mavzular bayoni juda sayoz, o‘quvchilar umuman sifatli bilim olmaydi. Kvant fizika, aniqrog‘i kvant fizika faniga asos solinganligiga deyarli yuz yil bo‘ldi, kvant mexanika fani fizikaning juda tez rivojlanib borayotgan bo‘limlaridan biri sifatida zamonaviy fizikaning asosi hisoblansada, hozirgi kunda umumiy o‘rta ta‘lim maktablari va akademik litseylarda talab darajasida o‘qitilmayotganligi ko‘pchilikni ajablantirmoqda. O‘quvchilarda makroolam va mikrolam hodisalari, makrojism, mikrozarracha to‘g‘risida boshlang‘ich tasavvur, hamda ularning bir-biridan tubdan farqlanishini umumiy o‘rta ta‘limda, akademik litseylarda boshlash va shu asosda o‘quvchilarda olamning fizikaviy manzarasi to‘g‘risidagi tasavvurni to‘g‘ri shakllantirish vaqti yetib keldi. Geyzenberg noaniqliklar munosabatlarini o‘rganish bilan bog‘liq talqinlarda etishda ba‘zan mazmuniy hatolarga yo‘l qo‘yiladi. Ba‘zan noaniqliklar munosabatini mikroob’ekt (mikrozarracha) ning koordinata va impulsini bir vaqtda ixtiyoriy yuqori aniqlik bilan o‘lchash mumkin emas, koordinatani qanchalik aniq o‘lchasak, impulsni shunchalik noaniq o‘lchaymiz deb talqin etiladi. Bunday talqin talabalarda noto‘g‘ri xulosaning shakllanishiga olib keladi, ya‘ni noaniqlik munosabati $\Delta p_x \Delta x \geq h$ ifodasining mohiyatini o‘lchash jarayoniga qandaydi cheklashlar qo‘yadi deb tushinishga olib keladi. Bu holda mikrozarracha qandaydir koordinata va impulsiga ega bo‘ladi, lekin noaniqliklar munosabati ularni bir vaqtda o‘lchashimizga yo‘l qo‘ymaydi deb faraz qilishga to‘g‘ri keladi. Aslida esa, mikroob’ekt (mikrozarracha) bir vaqtda ma‘lum koordinata va unga mos impuls proektsiyasiga ega bo‘la olmaydi, agar u aniq koordinata qiymatiga ega bo‘lgan holatda joylashgan bo‘lsa, shu holatda uning impulsining shu koordinataga mos proektsiyasi aniq qiymatga ega bo‘la olmaydi. Tabiiyki bundan, mikroob’ektlarning koordinatasi va mos impuls proektsiyasini bir vaqtda, birgalikda aniqlab bo‘lmasligi to‘g‘risidagi xulosa chiqadi va bu hususiyat aynan mikroob’ekt (mikrozarracha) ning o‘ziga hosligi va makrozarrachalardan tubdan farq qilishi bilan bog‘langan. Agar mikrozarracha bir vaqtning o‘zida aniq koordinataga va unga mos impulsning proektsiyasiga ega bo‘lmasa, mikroob’ekt uchun traektoriya tushunchasini qo‘llab bo‘lmaydi. Mikroob’ektlar uchun traektoriya tushunchasini qo‘llab bo‘lmasligi esa uning to‘lqin hossalari mikroob’ektni klassik korpuskula sifatida qarashga yo‘l qo‘ymasligi bilan bog‘langan. Atomning Bor nazariyasida “Atomda elektron orbitasi” tushunchasi kiritiladi, lekin atomning o‘lchami chegarasida elektron (mikrozarracha) ning lokal mavjudligi to‘g‘risidagina gapirish mumkin. Demak atomning planetar modeli bizning atom to‘g‘risidagi tasavvurlarimizning rivojlanishidagi qandaydir dastlabki etapni tashkil etadi. Yuqoridagi fikrlardan mikroob’ektni klassik korpuskula (zarracha) sifatida tasavvur qilish mumkin emasligi ko‘rinadi. Dastavval, mikroob’ekt va klassik korpuskulaning farqini aniq tushuntirishga harakat qilish kerak. Mikroob’ekt uchun traektoriya tushunchasi tadbiq etilmasligi,

mikroob’ektning korpuskulyar xarakteristikalarini, ya’ni koordinatasi, impulsi, impuls momenti va energiya tushunchalarining kiritilishining noaniqlik munosabati bilan cheklanganligi, mikroob’ektlarning yemirilishi, spinining mavjudligi va potentsial baryerlar orqali o’tish xususiyati mikroob’ektlarning klassik korpuskuladan keskin farq qilishini ko’rsatadi. Mikroob’ektlarning klassik korpuskulalardan keskin farqi, unda to’lqin xususiyatlarining mavjudligi hisoblanadi, mikroob’ektning to’lqin xususiyatlari bilan noaniqliklar munosabati va undan kelib chiqadigan ko’plab natijalar bog’langan. Mikroob’ektlarning klassik to’lqin xossalari ega bo’lsa ham, De-Broyl g’oyalari asosida klassik to’lqindan tubdan farq qilishi ham ko’rsatiladi. Elektronning to’lqin xususiyatlariga asosan Bor nazariyasida postulat ko’rinishida kiritilgan momentning kvantlanish shartini chiqarish mumkin. Mikrozarraaning qaralayotgan hajm elementida mavjudligini to’lqin funktsiya asosida aniqlash, mikrozarraaning statistik mohiyatini ochib beradi, ya’ni klassik korpuskuladan farqli holda mikrozarra ning holati statistik metod bilan aniqlanadi. Yuqoridagi fikrlarning barchasi mikroob’ekt (mikrozarra)ni mohiyati va klassik korpuskuladan farqini ma’lum ma’noda tushuntiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Akademik litseylar uchun namunaviy o’quv dasturi - T: 2020 y.
2. Jorayev M. Fizika o’qitishda statistik g’oyalar. Metodik qo’llanma. T. “O’qituvchi”, 1996 y.
3. Тарасов Л.В. “Современная физика в средней школе” -М.: “Просвещение”, 1990 г.
4. Sattarkulov K.R. Uzluksiz ta’lim tizimida fizika fanini izchillik tamoyili asosida o’qitish. O’quv qo’llanma. Toshkent. Metodist nashriyoti. 2024 y.

STRATEGIK BOSHQARUVDA LIDERLIK VA BOSHQARUV KOMPETENSIYASINING O‘ZARO BOG‘LIQLIGI

Jamshid Raximjonov

A. Avloniy nomidagi Pedagogik Mahorat Milliy Instituti, 100069 Toshkent, O‘zbekiston

Globallashuv va shiddatli o‘zgarishlar davrida har qanday tashkilot yoki muassasaning muvaffaqiyati uning uzoq muddatli maqsadlarni to‘g‘ri belgilay olishi va ularga erishish strategiyasini ishlab chiqishiga bog‘liq. Strategik boshqaruv shunchaki rejalashtirish emas, balki kutilmagan o‘zgarishlarga moslashish va resurslarni oqilona taqsimlash san’atidir.

Ushbu murakkab jarayonda rahbarning o‘rni beqiyosdir. Bugungi kun amaliyoti shuni ko‘rsatmoqdaki, muvaffaqiyatli rahbarlik faqatgina ma’muriy vakolatlarga tayanadigan boshqaruv kompetensiyasi bilan cheklanib qolmaydi. U o‘zida kuchli liderlik (yetakchilik) salohiyatini ham mujassam etishi shart [1]. Boshqaruv kompetensiyasi va liderlik bir-birini inkor etuvchi emas, aksincha, strategik maqsadlar sari harakatlanishda bir-birini to‘ldiruvchi tushunchalardir. Mazkur ikki tushunchaning o‘zaro bog‘liqligi va ularning strategik boshqaruv samaradorligiga ta’sirini o‘rganish zamonaviy menejment va pedagogika fanining dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi.

Strategik boshqaruv, liderlik va kompetensiya tushunchalari uzoq yillardan buyon dunyo olimlarining diqqat markazida bo‘lib kelmoqda. Klassik menejment nazariyasida boshqaruv kompetensiyasi ko‘proq rejalashtirish, tashkil etish, nazorat qilish va resurslarni taqsimlash kabi funksional vazifalar bilan bog‘liq holda o‘rganilgan [2].

Biroq, XX asr oxiri va XXI asr boshlariga kelib, "Transformatsion liderlik" konsepsiyasi yuzaga keldi. K.Leithwood va D.Jantzi kabi xorijlik tadqiqotchilar o‘z ishlarida tashkilotlarda jiddiy islohotlar o‘tkazish uchun rahbar faqat ma’muriyatchilik bilan shug‘ullanmasligi, balki jamoaga ilhom beruvchi yetakchi bo‘lishi kerakligini isbotlashdi [6]. Shuningdek, D.Goleman o‘zining "Emotsional intellekt" nazariyasida rahbarning odamlar ruhiyatini tushunish va muloqot o‘rnata olish qobiliyati (liderlik) uning quruq qoidalar bilan ishlash qobiliyatidan (menejerlik) ko‘ra ko‘proq samara berishini ko‘rsatib o‘tgan [7].

O‘zbekistonlik olimlardan N.N.Azizxo‘jayeva [3] va G.Yeldasheva [4] kasbiy kompetentlik masalalarini o‘rganib, rahbar kadrlar faoliyatida shaxsiy sifatlar va yetakchilik qobiliyatining integratsiyasiga e’tibor qaratishgan. Sh.Usmenov esa o‘z ilmiy ishida boshqaruv jarayonida yuzaga keladigan nizolarni bartaraf etishda rahbarning ham professional (kompetensiya), ham psixologik (liderlik) tayyorgarligi muhim ekanligini ta’kidlaydi [5].

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, strategik boshqaruvda muvaffaqiyatga erishish uchun rahbar bir vaqtning o‘zida ham "menejer", ham "lider" sifatida namoyon bo‘lishi kerak. Ularning o‘zaro bog‘liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

Boshqaruv kompetensiyasi - barqarorlik poydevoridir. Rahbar qonun-qoidalarni bilishi, resurslarni to‘g‘ri taqsimlay olishi, tizimni tartibga solishi va nazorat mexanizmlarini ishlata olishi shart. Agar rahbarda faqat liderlik bo‘lib, boshqaruv kompetensiyasi yetishmasa, tashkilotda tartibsizlik yuzaga keladi. Liderlik - harakatlantiruvchi kuchdir. Liderlik jamoani ruhlantirish, yangi g‘oyalarni ilgari surish, o‘zgarishlardan qo‘rqmaslik va odamlarni maqsad sari ergashtira olish qobiliyatidir. Agar rahbarda faqat boshqaruv kompetensiyasi bo‘lib, liderlik yetishmasa, tashkilot rivojlanmaydi, faqat mavjud holatni

saqlab turadi xolos. Strategik integratsiya. Haqiqiy strategik boshqaruv ushbu ikki tushuncha kesishgan nuqtada vujudga keladi. Boshqaruv kompetensiyasi strategiyani qog'ozda "chizish" va rejalashtirish uchun kerak bo'lsa, liderlik ushbu strategiyani jamoaning ongiga singdirish va uni hayotga tatbiq etish uchun zarurdir.

Amalga oshirilgan nazariy va tahliliy o'rganishlar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Strategik boshqaruv faqatgina buyruqlar berish yoki hisobotlar tayyorlashdan iborat emas. U jamoaning ruhiyatini tushunish, ularni umumiy g'oya atrofida birlashtirish hamda professional menejment usullaridan foydalanish uyg'unligini talab qiladi. Boshqaruv kompetensiyasi va liderlik bir-birini inkor etmaydi, aksincha, strategik maqsadlarga erishishda bir-birini to'ldiruvchi va quvvatlovchi egizak tushunchalardir. Tadqiqot asosida strategik boshqaruv samaradorligini oshirish uchun quyidagi tavsiyalar ilgari suriladi:

Rahbar kadrlarni tayyorlash tizimini takomillashtirish: Rahbarlarning malakasini oshirish kurslari o'quv rejalariga "Menejmentda liderlik" va "Strategik rejalashtirish" kabi fanlarni integratsiya qilgan holda kiritish.

Emotsional intellektni rivojlantirish: Bo'lajak rahbarlarni saralash va tayyorlashda ularning faqat kasbiy bilimlarini emas, balki nizolarni bartaraf etish, muloqot madaniyati va jamoani safarbar qila olish kabi liderlik ko'nikmalarini ham baholash tizimini joriy etish.

Vakolatlarni taqsimlash amaliyoti: Strategik boshqaruvda rahbar hamma ishni o'zi bajarishi emas, balki vakolatlarni oqilona taqsimlab, jamoada yangi yetakchilarni tarbiyalashi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasining "Ta'lim to'g'risida"gi Qonuni. – Toshkent: Adolat, 2020. – 75 b.
2. Piter Druker. Efektivniy rukovoditel. – Moskva: Mann, Ivanov i Ferber, 2012. – 240 s.
3. Azizxo'jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: O'zbekiston yozuvchilar uyushmasi Adabiyot jamg'armasi nashriyoti, 2006. – 160 b.
4. Yeldasheva G., Karimova G. Pedagogning kasbiy kompetentligi va mahorati: o'quv-uslubiy majmua. – Toshkent: TDPU, 2020. – 180 b.
5. Usmonov Sh. Ta'lim tizimida nizoli vaziyatlarni boshqarish va xorij tajribasi // Xalq ta'limi. – Toshkent, 2019. – № 6. – B. 22-26.
6. Leithwood K., & Jantzi, D. (2006). Transformational school leadership for large-scale reform. School Effectiveness and School Improvement, 17(2), 201-227.
7. Goleman D. (2000). Leadership that gets results. Harvard Business Review, 78(2), 78-93.
8. Bush T. (2018). Instructional leadership and leadership for learning: Global perspectives. Education as Change, 22(1), 1-19.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA KENGAYTIRILGAN BORLIQ (AGUMENTED REALITY) TEKNOLOGIYASINING AHAMIYATI

Kamola Jalolova

Nizomiy nomidagi O‘zbekiston Milliy Pedagogika Universiteti, 100185 Toshkent, O‘zbekiston

Bugungi kunda ta’lim tizimini transformatsiya qilish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi hamda “Raqamli O‘zbekiston — 2030” dasturi doirasida ta’lim jarayoniga innovatsion texnologiyalarni, xususan, kengaytirilgan borliq (AR) elementlarini joriy etish belgilangan. Kengaytirilgan borliq (Augmented Reality) — bu kompyuterda yaratilgan virtual obyektlarni real vaqt rejimida haqiqiy dunyo tasviri ustiga joylashtirish texnologiyasidir. Fizika nuqtayi nazaridan AR — bu murakkab dinamik tizimlarni, masalan, elektromagnit maydonlarning kuch chiziqlarini yoki kvant darajasidagi o‘zaro ta’sirlarni real makonda modellashtirish vositasidir.

Fizikaning fundamental bo‘limlarida AR texnologiyasini qo‘llash o‘quv materialining qabul qilinishini tubdan o‘zgartiradi:

1. Mexanika va Dinamika: Nyuton qonunlarini o‘rganishda jismga ta’sir etayotgan kuch vektorlarini (og‘irlik, ishqalanish, reaksiya kuchlari) real vaqtda harakatlanayotgan jism ustida ko‘rish mumkin. Shuningdek, osmon jismlarining harakati va Kepler qonunlarini AR orqali sinf xonasi markazida quyosh tizimi modelini yaratish orqali tushuntirish samara beradi.
2. Molekulyar fizika va Termodinamika: Ideal gaz holati tenglamasini o‘rganishda bosim, hajm va haroratning molekular tezligiga ta’sirini virtual konteyner ichida kuzatish imkoniyati tug‘iladi. Bu o‘quvchiga makroskopik parametrlar va mikroskopik harakat o‘rtasidagi bog‘liqlikni intuitiv tushunishga yordam beradi.
3. Elektrodinamika va Magnetizm: Magnit maydoni induksiya chiziqlari yoki elektr maydon kuch chiziqlari tabiatan ko‘rinmasdir. AR ilovalari yordamida o‘quvchi magnit yoki tokli o‘tkazgich atrofidagi maydon konfiguratsiyasini uch o‘lchamli fazoda ko‘rishi va datchiklar yordamida maydon kuchlanganligini virtual o‘lchashi mumkin.
4. Optika va To‘lqinlar: Yorug‘likning interferensiyasi, difraksiyasi va linzalarda nurlarning sinishi kabi hodisalarni AR simulyatsiyalarida turli muhitlar (suv, shisha, havo) uchun o‘zgartirib kuzatish, an’anaviy laboratoriyaga qaraganda aniqroq vizual natija beradi.

AR texnologiyasini dars jarayoniga integratsiya qilish bir qator ijobiy pedagogik natijalarga olib kelishi ilmiy asoslangan:

- Motivatsiya va jalb qilinganlik darajasi: Zamonaviy raqamli vositalar o‘quvchilar uchun “kashfiyotchi” rolini o‘ynash imkonini beradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, AR darslari talabalarning darsga bo‘lgan qiziqishini (engagement) o‘rtacha 45-50% ga oshiradi.
- Materialni o‘zlashtirish va xotirada saqlash: Inson miyasi vizual va interaktiv ma’lumotni matnga qaraganda 60,000 marta tezroq qayta ishlaydi. Fizik jarayonni AR orqali “his qilgan” o‘quvchida uzoq muddatli xotira (long-term memory) shakllanadi. Eksperimental guruhlarda o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari nazorat guruhlariga nisbatan 35% yuqori ekanligi kuzatilgan.
- Konstruktivistik ta’lim yondashuvi: O‘quvchi shunchaki passiv tinglovchi emas, balki virtual tajribada parametrlarni o‘zgartiruvchi aktiv ishtirokchiga aylanadi. Bu esa tanqidiy fikrlash (critical thinking) va mustaqil xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.
- Gamifikatsiya elementlari: O‘quv jarayoniga o‘yin elementlarining kirib kelishi qiyin fizik masalalarni yechishni qiziqarli jarayonga aylantiradi, bu esa o‘quvchilarda “muvaffaqiyat hissi”ni shakllantiradi.

Fizika fanini o‘qitishda AR texnologiyasini joriy etish nafaqat darsning sifatini oshiradi, balki o‘quvchilarda zamonaviy texnik kompetensiyalarni shakllantiradi. Mazkur texnologiya ta’limni individuallashtirish va murakkab ilmiy tushunchalarni sodda, ko‘rgazmali va qiziqarli tarzda yetkazib berishning eng samarali yo‘lidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi. Toshkent, 2023-yil.
2. Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality.
3. Billingham, M., & Duenser, A. (2012). Augmented Reality in the Classroom.
4. Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education.

FIZIKA TA'LIMIDA PHET INTERAKTIV SIMULYATSIYALARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI

Sh. Zamonova, R. Ravshanova, S. Turdiqulova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Global axborotlashuv sharoitida fizika o'qitish samaradorligini oshirish dolzarb ilmiy-pedagogik muammolardan biri hisoblanadi. Fizika fanining eksperimental mohiyati nazariy bilimlarni amaliy tajriba asosida o'zlashtirishni talab etadi. Biroq mikrodarajadagi fizik jarayonlarni an'anaviy laboratoriya sharoitida to'liq modellashtirish imkoniyati cheklangan. Shu bois raqamli ta'lim texnologiyalaridan foydalanish fizika ta'limini modernizatsiya qilishning muhim yo'nalishiga aylanmoqda [1].

So'nggi yillarda olib borilgan xalqaro ilmiy tadqiqotlar PhET interaktiv simulyatsiyalarining o'quv jarayoniga sezilarli ijobiy ta'sir ko'rsatishini isbotlamoqda. Xususan, PhET asosidagi ta'lim o'quvchilarning akademik natijalari va motivatsiyasini oshirishi aniqlangan [2]. Shuningdek, simulyatsiyalar yordamida o'quvchilarning tanqidiy fikrlash ko'nikmalari rivojlanishi va murakkab fizik tushunchalarni chuqurroq anglash imkoniyati kengayishi ilmiy jihatdan asoslangan [3], [4]. Ayrim tadqiqotlarda, xususan Nurulfajri ishida PhET interaktiv simulyatsiyalaridan foydalanish natijasida o'quvchilarning bilim ko'rsatkichlari dastlabki 48.08 dan 64.56 gacha oshgani va ushbu o'sish statistik jihatdan ishonchli ekani ($p = 0.002$) aniqlangan [5].

Mazkur ilmiy yondashuvlar mamlakatimiz olimlarining so'nggi yillardagi tadqiqotlari bilan ham tasdiqlanadi. Jumladan, fizika ta'limida raqamli texnologiyalarni qo'llash o'quvchilarning kognitiv faolligini oshirishi va dars samaradorligini yaxshilashi ko'rsatilgan [1]. Shuningdek, muammoli ta'lim va interaktiv yondashuvlar o'quvchilarning tahliliy fikrlashini rivojlantirishda muhim didaktik omil ekani ilmiy tadqiqotlarda asoslangan bo'lib, muammoli vaziyatlar orqali o'quvchilarning mustaqil xulosa chiqarish va mantiqiy tahlil qilish ko'nikmalari shakllanishi aniqlangan [6]. PhET interaktiv simulyatsiyalari hamda algoritmik yondashuvlardan foydalanish esa fizik jarayonlarni bosqichma-bosqich modellashtirish, ularning mohiyatini chuqur anglash va nazariy bilimlarni amaliy qo'llash imkoniyatlarini kengaytirishi bilan izohlanadi [7]. Shu bilan birga, virtual laboratoriyalardan foydalanish o'quvchilarning tajriba o'tkazish, natijalarni tahlil qilish va amaliy ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qilishi tadqiqotlarda qayd etilgan [8].

Tadqiqot jarayonida kompleks yondashuv asosida pedagogik kuzatish, taqqoslash hamda tajriba-sinov metodlaridan foydalanildi. Xususan, PhET interaktiv simulyatsiyalari asosida tashkil etilgan o'quv mashg'ulotlarida muammoli ta'lim texnologiyasiga tayangan holda "Nima bo'ladi, agar...?" tamoyili asosida kognitiv faoliyatni faollashtiruvchi didaktik vaziyatlar yaratildi. Mazkur yondashuv o'quvchilarning bilish jarayonini faollashtirish, nazariy bilimlarni amaliy modellashtirish orqali mustahkamlash hamda sabab-oqibat bog'lanishlarini chuqur anglashga xizmat qildi. Natijada o'quvchilarda mustaqil fikrlash, analitik tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish kompetensiyalari tizimli ravishda shakllandi.

Tajriba-sinov ishlari natijalari shuni ko'rsatdiki, PhET simulyatsiyalaridan foydalanilgan darslarda o'quvchilarning bilimlarni o'zlashtirish darajasi sezilarli oshdi, ular murakkab fizik tushunchalarni vizual va interaktiv muhit orqali yanada chuqurroq anglay boshladilar. Shu bilan birga, o'quvchilarning mantiqiy va tanqidiy fikrlash ko'nikmalari rivojlanib, o'quv jarayoniga bo'lgan ichki motivatsiyasi va faolligi ortdi. Olingan natijalar zamonaviy xalqaro tadqiqotlar natijalari bilan mos kelib, raqamli simulyatsiyalar asosida tashkil etilgan ta'limning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.

Mazkur tadqiqot doirasida PhET interaktiv simulyatsiyalarini fizika ta'lim jarayoniga integratsiya qilishga yo'naltirilgan metodik model ishlab chiqildi. Ushbu model asosida virtual laboratoriya muhiti orqali o'quvchilarda tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish, fizik jarayonlarni vizual, matematik va eksperimental jihatdan kompleks idrok etish imkoniyati asoslab

berildi. Natijada ta’lim jarayonida nazariya va amaliyot integratsiyasini ta’minlovchi samarali mexanizm taklif etildi.

Xulosa qilib aytganda, PhET interaktiv simulyatsiyalaridan foydalanish fizika ta’limining sifat va samaradorligini oshiruvchi innovatsion pedagogik vosita sifatida namoyon bo’ladi. Ular o’quvchilarning bilimlarni chuqur o’zlashtirishini ta’minlash bilan birga, ularning ilmiy tafakkurini, mustaqil izlanish ko’nikmalarini va kreativ yondashuvini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu bois, mazkur texnologiyalarni fizika ta’limiga tizimli ravishda joriy etish zamonaviy ta’lim tizimini rivojlantirishning ustuvor yo’nalishlaridan biri sifatida qaralishi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Dehqonova O.K. Fizika ta’limida raqamli texnologiyalardan foydalanishning didaktik imkoniyatlari // *FDU ilmiy xabarлари*. – 2024.
2. Banda H.J., Nzabahimana J. The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement // *Journal of Science Education and Technology*. – 2022. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
3. Salsabila N. et al. PhET Simulation on Critical Thinking Skills in Science Learning // *Journal of Education Technology*. – 2024. <https://doi.org/10.23887/jet.v8i4.86727>
4. Diab H. Transforming Science Education through Digital Simulations // *Education Sciences*. – 2024.
5. Nurulfajri H. Optimizing Physics Learning with PhET Simulation // *Journal of Physics Education*. – 2024.
6. Zamonova Sh.S. Fizika fanini o’qitishda muammoli ta’lim texnologiyalaridan foydalanish samaradorligi // *Pedagogik mahorat*. – 2025.
7. Qodirov N.T., Ergashev M.R. Fizika fanini o’qitishda PhET simulyatsiyalari va algoritmik yondashuv // *Zamonaviy ta’lim*. – 2023.
8. Tursunov B.A., Rahimov D.Sh. Fizika ta’limida virtual laboratoriyalardan foydalanish metodikasi // *Xalq ta’limi*. – 2022.

FIZIKANI O‘QITISHDA INNOVATSION USULLAR: GAMIFIKATSIYA VA AR/VR TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH

Nigora Raxmonberdiyeva, Durdona Abdisalomova

Guliston Davlat Pedagogika Instituti, 120101 Guliston, O‘zbekiston

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi ta’lim tizimini tubdan o‘zgartirib, yangi pedagogik imkoniyatlarni vujudga keltirmoqda. Xususan, fizika fani — abstrakt qonunlar va ko‘zga ko‘rinmas jarayonlar tufayli o‘quvchilarda kognitiv qiyinchilik keltirib chiqaruvchi fanlardan biri sifatida — innovatsion o‘qitish usullarini talab qiladi. 2025–2026 o‘quv yilida O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalari raqamli transformatsiya bosqichida bo‘lib, AR/VR va gamifikatsiya kabi texnologiyalar amaliyotga joriy etilmoqda.

O‘zbekiston maktablarida fizika o‘qitishning an’anaviy uslubi asosan darslik va doska-bo‘r usulida amalga oshiriladi. Bunday yondashuvda quyidagi muammolar kuzatiladi:

- o‘quvchilarning 58% fizika kursida mavhum tushunchalarni vizuallashtirishda qiyinchilik sezadi (Milliy ta’lim sifatini baholash markazi, 2024);
- laboratoriya asbob-uskunalarining etishmasligi tufayli eksperimental tajribalar to‘liq amalga oshirilmaydi;
- o‘quvchilarning darsga motivatsiyasi pasayib bormoqda — fanning murakkabligi va o‘quv jarayonining bir xilligi bunga asosiy sabab.

Bizning tadqiqotimizning maqsadi: gamifikatsiya va AR/VR texnologiyalarini fizika ta’limiga integratsiya qilishning samaradorligini ilmiy asoslash va amaliy modelini ishlab chiqishdan iborat.

- gamifikatsiya tamoyillari (ball tizimi, raqobat, mukofotlash) va ularning o‘quvchi motivatsiyasiga ta’sirini o‘rganish;
- AR texnologiyasi (Microsoft HoloLens, smartphone-AR) yordamida fizik hodisalarni vizualizatsiya qilish imkoniyatlarini aniqlash;
- VR muhitida (Meta Quest 3, PICO 4) laboratoriya tajribalarini virtual o‘tkazish samaradorligini an’anaviy usul bilan qiyosiy tahlil qilish;
- ushbu texnologiyalarning o‘quv dasturiga integratsiya qilish modelini taklif etish.

Tadqiqot 2024–2025 o‘quv yilida Guliston shahrining ikkita umumta’lim maktabida olib borildi. Tajriba guruhida ($n=52$, 10-sinf o‘quvchilari) fizika darslarida gamifikatsiya platformasi (Kahoot!, Classcraft) va AR ilovasi (PhyAR, Labster) qo‘llandi. Nazorat guruhida ($n=50$) an’anaviy dars usuli davom ettirildi. Qiyosiy tahlil uchun quyidagi metodlar ishlatildi:

- diagnostik va yakuniy test (t-test, $p < 0.05$ ishonchlilik darajasida);
- o‘quvchi va o‘qituvchilar bilan yarim tuzilgan intervyu;
- dars jarayonini kuzatish va refleksiya varaqlari;
- Moodle platformasidagi faollik ko‘rsatkichlari tahlili.

1-jadval. An’anaviy va innovatsion yondashuvlar qiyosiy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Nazorat guruhi	Tajriba guruhi
O‘rtacha baho (100 ballik)	63,4	81,7 (+29%)
Darsga aktiv ishtirok (%)	41%	79% (+93%)
Tushunish tezligi (daqiqa)	18,2 min	11,4 min (–37%)
Motivatsiya indeksi (1–5)	2,9	4,3 (+48%)

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, gamifikatsiya elementlarini darsga kiritish o'quvchilarning ichki motivatsiyasini sezilarli oshiradi. Bu Deci va Ryan (1985) ning «O'z-o'zini belgilash nazariyasi» (Self-Determination Theory) tamoyillariga to'liq mos keladi: o'yinbop vazifalar avtonomiiya, kompetentlik va aloqa ehtiyojlarini qondiradi.

AR texnologiyasi fizik hodisalarni (elektr maydon chiziqlari, molekulyar tuzilmalar, to'lqin tarqalishi) haqiqiy muhitga proektsiya qilib ko'rsatish imkonini beradi. Labster platformasida virtual laboratoriya tajribalarini o'tkazgan o'quvchilar real laboratoriya sharoitida ham yuqori ko'rsatkich namoyon etdi (transfer samarasi: $r = 0.72$, $p < 0.01$). Bu "embodied cognition" — tana va idrok uyg'unligi nazariyasi bilan izohlanadi.

Biroq texnologik integratsiyaning muayyan cheklovlari ham mavjud: qurilmalarning narxi, o'qituvchilarning texnik tayyorgarligi va sinfxona infratuzilmasi muhim omillar sifatida qayd etildi. Bundan tashqari, o'ta qiziqarli interfeys ba'zi o'quvchilarda «texnologik ortiqcha yuk» (cognitive overload) ni keltirib chiqarishi mumkin.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar shakllandi: gamifikatsiya va AR/VR texnologiyalarini fizika ta'limiga maqsadli integratsiya qilish o'quv natijalarini 29–48% gacha oshirish imkonini beradi. Bu texnologiyalar, ayniqsa, elektrodinamika, optika va kvant fizikasi kabi murakkab mavzularni tushuntirishda alohida samarali. O'zbekiston umumta'lim maktablari uchun «gibrid model» — AR/gamifikatsiya va an'anaviy laboratorianing uyg'unlashuvi — eng maqbul yondashuv sifatida tavsiya etiladi.

Perspektiv yo'nalish sifatida sun'iy intellekt bilan boyitilgan AR tizimlari (AI-AR) va adaptiv o'quv muhitlarining keyingi tadqiqotlarda o'rganilishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Radianti R. et al. Gamification of Education and Learning: A Meta-Analysis // Journal of Educational Computing Research, 2023, Vol. 61(2), pp. 335–369.
2. Merchant Z. et al. Effectiveness of Virtual Reality-Based Instruction on Students' Learning Outcomes in K-12 and Higher Education // Computers & Education, 2024, Vol. 70, pp. 29–40.
3. Deci E.L., Ryan R.M. Self-Determination Theory: A Macrotheory of Human Motivation, Development, and Health. – New York: Guilford Press, 2023. – 412 p.
4. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining «Ta'lim muassasalarini raqamlashtirish» to'g'risidagi 2024-yil 15-maydagi 282-son Qarori.
5. Nazarova M., Toshmatov J. AR va VR texnologiyalarini maktab fizikasida qo'llash tajribasi // Pedagogika fanlari jurnali, 2024, №3, 45–53-b.
6. Tursunov B. Gamifikatsiya: O'quv motivatsiyasini oshirishning zamonaviy yo'li. – Toshkent: «Fan va texnologiya», 2024. – 156 b.

ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARNI FIZIKA TA'LIMIDA KONTEKSTLI YONDASHUV ORQALI QO'LLASH

Akmal Aliboyev

Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, O'zbekiston

Zamonaviy texnologiyalarning ta'lim tizimidagi roli har bir o'quvchi uchun ilmiy jarayonlarni yanada qulay va samarali qilishga xizmat qiladi. Bu, ayniqsa, fizika kabi murakkab fanlarda yanada ahamiyatli bo'ladi. O'quvchilarga ilmiy bilimlarni yanada chuqurroq va osonroq o'zlashtirish uchun kontekstli yondashuvni qo'llash zarur. Kontekstli yondashuv - bu o'quvchilarga o'rganayotgan materialni ular uchun tanish bo'lgan real hayotdagi muammolar bilan bog'lashga imkon beruvchi pedagogik usuldir. Bu usul zamonaviy texnologiyalar bilan qo'llanganda, o'quvchilar nafaqat nazariy bilimlarni o'zlashtiradi, balki ularga real hayotdagi fizikaviy jarayonlar va hodisalarni tushunishga yordam beradi.

Kontekstli yondashuv - bu o'quvchilarni o'rganayotgan fanlarni real hayotdagi masalalar va hodisalar bilan bog'lashga asoslangan o'qitish metodidir. Ushbu yondashuv, o'quvchilarga bilimlarni amaliy tarzda o'rganish imkonini yaratadi. Fizika fanini o'rganishda kontekstli yondashuvni qo'llash, o'quvchilarga o'zlashtirayotgan fanlarini hayotdagi holatlarda qanday qo'llanilishini tushunishga yordam beradi. Misol uchun, elektr tokining va energiyaning qanday ishlashini o'rganishda, o'quvchilarga kundalik hayotda ishlatiladigan elektron qurilmalar, masalan, mobil telefonlar, televizorlar yoki kompyuterlar orqali misollar berish, o'quvchilarga fizikaviy qonunlarni amalda qanday ishlashini ko'rsatadi.

Zamonaviy texnologiyalarni fizika ta'limida kontekstli yondashuv orqali qo'llashning bir qancha samarali usullari mavjud:

Fizika fanini o'rganishda, turli simulyatsiyalar va interaktiv dasturlardan foydalanish, o'quvchilarga murakkab fizikaviy jarayonlarni tushunishni osonlashtiradi. Misol uchun, elektr maydonlarining ta'sirini va magnitizmni simulyatsiya qilish, o'quvchilarga nazariy tushunchalarni vizual tarzda ko'rish imkonini beradi.

Mobil qurilmalar yordamida o'quvchilar fizikaviy tajribalarni onlayn platformalar orqali bajarishlari mumkin. Bu esa ularning real vaqtda tajriba olib borishlarini va natijalarni tahlil qilishlarini ta'minlaydi. Mobil ilovalar yordamida o'quvchilar o'z bilimlarini tezda tekshirib, yangi tushunchalarni mustahkamlashlari mumkin.

Virtual (VR) va kengaytirilgan (AR) realiti texnologiyalari, o'quvchilarga fizika fanining abstrakt tushunchalarini real hayotdagi vaziyatlar bilan bog'lab ko'rishga imkon beradi. Masalan, o'quvchilar magnitizm yoki optika haqidagi masalalarni interaktiv tarzda tushunishlari mumkin. Bu texnologiyalar o'quvchilarga fizikaviy jarayonlarni o'zlarining atrof-muhitlarida kuzatish va o'rganish imkoniyatini yaratadi.

Kontekstli yondashuv, o'quvchilarni ilmiy fanlarga qiziqtiradi va ularning o'rganishga bo'lgan motivatsiyasini oshiradi. Zamonaviy texnologiyalar yordamida o'quvchilarga bilimlarni kundalik hayotga tatbiq etish imkoniyati beriladi, bu esa o'quvchilarning o'rganish jarayonini qiziqarli va samarali qiladi. Misol uchun, mobil qurilmalar yordamida o'quvchilar fizikaviy qonunlarni real hayotdagi vaziyatlarda qo'llashni o'rganadilar, bu esa ularga o'zlarining bilimlarini amalda qanday ishlatishni tushunishga yordam beradi.

O'quvchilarga fizikaviy tushunchalarni real hayotdagi misollar orqali tushuntirish, ta'lim jarayonini samarali qiladi. Quyidagi misollar kontekstli yondashuvni qo'llashning samarali usullaridan biridir.

O'quvchilarga quyosh energiyasini o'rganishda, ularni quyosh batareyalari yoki quyosh energiyasini ishlatadigan qurilmalardan foydalanishga undash mumkin. Bu, o'quvchilarga energiya

tejash va ekologik muammolarni hal qilish uchun amaliy bilimlar beradi.

Mobil telefonlar, Wi-Fi tarmoqlari yoki elektromagnit to‘lqinlar yordamida magnitizmni o‘rgatish, o‘quvchilarga ularning atrofidagi texnologiyalarni tushunishga yordam beradi.

Zamonaviy texnologiyalarni fizika ta’limida kontekstli yondashuv orqali qo‘llash, o‘quvchilarga nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko‘nikmalarni ham rivojlantirish imkoniyatini beradi. Bu yondashuv ta’lim jarayonining samaradorligini oshiradi, o‘quvchilarga ilmiy fanlarni o‘rganishda motivatsiya beradi va o‘rganish jarayonini qiziqarli va amaliy qiladi. Zamonaviy texnologiyalar yordamida fizikaviy tushunchalarni o‘rgatish, o‘quvchilarga real hayotdagi masalalarni hal qilishda amaliy ko‘nikmalarni rivojlantirishga yordam beradi, bu esa ularning kelajakdagi ilmiy va texnologik faoliyatlariga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Jonassen, D. H. (2011). Learning to Solve Problems: A Handbook for Designing Problem-Solving Learning Environments. Routledge.
2. Bain, K., & Wilson, R. (2018). Using Technology to Support Teaching and Learning: A Practical Guide for Educators. SAGE Publications.
3. Mayer, R. E. (2009). Multimedia Learning. Cambridge University Press.
4. Bishop, A. J., & Clements, D. H. (2010). Technology and Education: The Role of Information Technology in the Classroom. Cambridge University Press.

INFRAQIZIL SPEKTROMETRNING ISHLASH TAMOYILLARINI MUAMMOLI O‘QITISH TEXNOLOGIYASI ASOSIDA O‘RGATISH METODIKASI

Akbar Abdinazarov, Zulayho G‘ulomjonova

Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100700 Toshkent, O‘zbekiston

Zamonaviy oliy ta’lim tizimida fizika fanlarini, xususan molekulyar fizika va spektroskopiya bo‘limlarini o‘qitishda an’anaviy yondashuvlar bilan bir qatorda innovatsion pedagogik texnologiyalarni qo‘llash muhim ahamiyat kasb etmoqda. Infraqizil (IQ) spektrometriya moddalar tarkibini aniqlash, ularning molekulyar tuzilishini tahlil qilish hamda oziq-ovqat, qishloq xo‘jaligi va sanoat sohalarida keng qo‘llanilishi bilan alohida o‘rin tutadi. Shu sababli talabalarga IQ spektrometrning ishlash tamoyillarini chuqur va amaliy asosda o‘rgatish dolzarb pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab hollarda IQ spektroskopiya mavzusi talabalarga abstrakt va murakkab ko‘rinishda yetkaziladi. Ayniqsa, Michelson interferometri, Fourier transformatsiya jarayoni va spektrlarning interpretatsiyasi kabi tushunchalar an’anaviy ma’ruza usullarida yetarlicha samarali o‘zlashtirilmaydi. Natijada talabalarda nazariy bilimlar bilan amaliy ko‘nikmalar o‘rtasida uzilish yuzaga keladi. Mazkur muammoni bartaraf etishda muammoli o‘qitish texnologiyasi samarali vosita sifatida qaraladi. Ushbu yondashuv talabalarda mustaqil fikrlashni rivojlantirish, ilmiy muammolarni tahlil qilish va yechim topish kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Muammoli vaziyat yaratish orqali talaba faqat tayyor bilimni qabul qiluvchi emas, balki bilimni faol izlovchi va yaratuvchiga aylanadi. Bu esa ayniqsa IQ spektrometr kabi murakkab fizik qurilmalar va jarayonlarni o‘rganishda muhimdir.

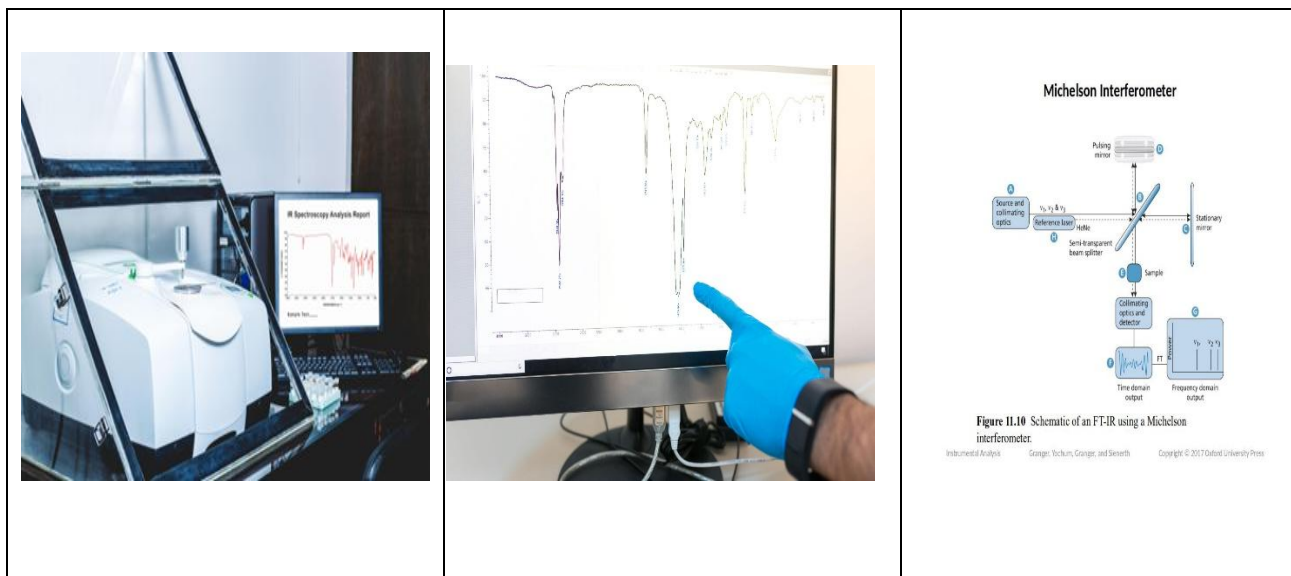


Figure 11.10 Schematic of an FT-IR using a Michelson interferometer.

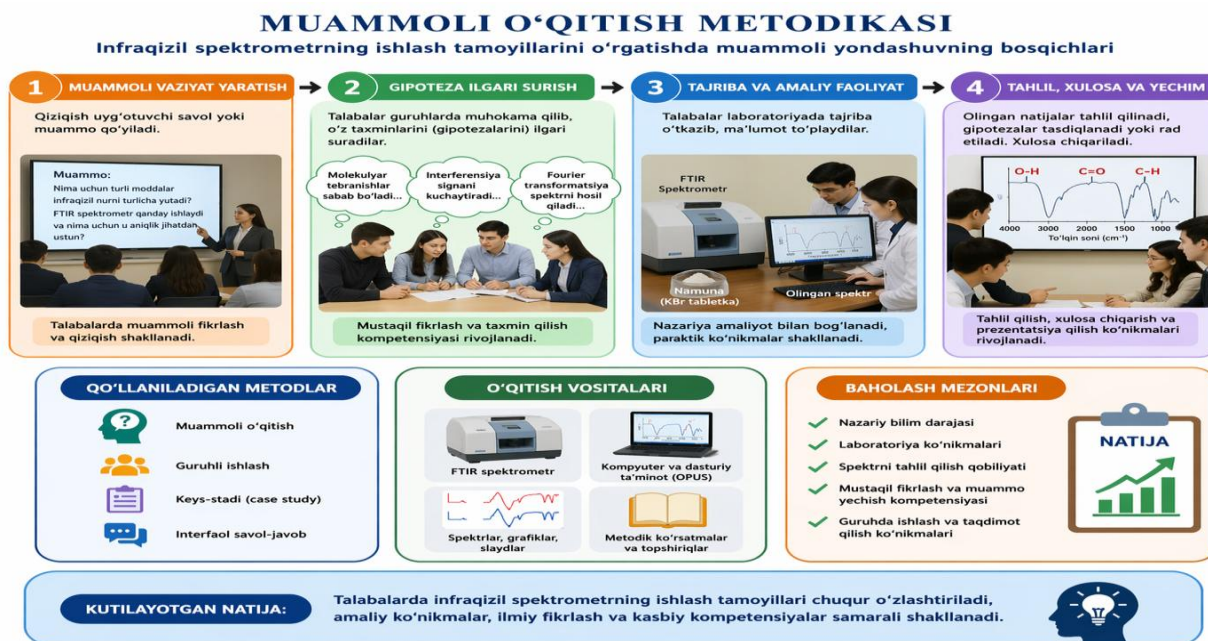
Inductance Analysis, Ganges, Yachun, Ganges, and Seneeth, Copyright © 2017 Oxford University Press

Mazkur tadqiqotda infraqizil (IQ) spektrometrning ishlash tamoyillarini o‘rgatishda muammoli o‘qitish texnologiyasiga asoslangan metodik yondashuv ishlab chiqildi. Metodika oliy ta’lim muassasalarining fizika yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, u nazariy bilimlarni amaliy ko‘nikmalar bilan integratsiyalashga qaratilgan.

Tadqiqot obyekti sifatida oliy ta’lim muassasalarida molekulyar fizika va spektroskopiya fanini o‘qitish jarayoni tanlandi. Tadqiqot predmeti – infraqizil spektrometrning ishlash tamoyillarini muammoli o‘qitish asosida o‘rgatish metodikasi. Metodik model 4 asosiy bosqichdan iborat: **(1-bosqich:** Muammoli vaziyat yaratish masalan Nima uchun ba’zi moddalar infraqizil nurni yutadi?), **(2-bosqich:** Gipoteza ilgari surish masalan Molekulyar tebranishlar infraqizil yutilishga sabab bo‘ladi), **(3-bosqich:**

Tajriba va amaliy faoliyat masalan FTIR spektrometr tuzilishini o'rganish Michelson interferometri) va (4-bosqich Tahlil va xulosa Gipotezalarini tasdiqlaydi yoki inkor qiladi Spektr cho'qqilarini interpretatsiya qiladi Real hayot bilan bog'laydi masalan, oziq-ovqat sifatini aniqlash)

Metodikaning samaradorligini aniqlash uchun tajriba-sinov ishlari o'tkazildi: “Nazorat guruhi” – an'anaviy usulda o'qitildi “Tajriba guruhi” – muammoli metodika asosida o'qitildi “Baholash mezonlari” “Nazariy bilim darajasi” “Amaliy ko'nikmalar” “Spektr tahlil qilish qobiliyati” shunday ketmaketlig bilan tushuntiriladi.



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Smith B.C. *Infrared Spectral Interpretation: A Systematic Approach*. – Boca Raton: CRC Press, 2011.
2. Stuart B. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. – Chichester: John Wiley & Sons, 2004.
3. Griffiths P.R., de Haseth J.A. *Fourier Transform Infrared Spectrometry*. – 2nd ed. – New York: Wiley-Interscience, 2007.
4. Coates J. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach // *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. – 2000. – pp. 10815–10837.
5. Hollas J.M. *Modern Spectroscopy*. – 4th ed. – Chichester: Wiley, 2004.

IQ SPEKTRAL MA'LUMOTLARGA ASOSLANGAN KLASSIFIKATSIYA MASALALARINI YECHISHDA ASOSIY KOMPONENT TAHLILINI (PCA) QO'LLASH METODIKASI

Akbar Abdinazarov, Gulasal Sulaymonova

Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100700 Toshkent, O'zbekiston

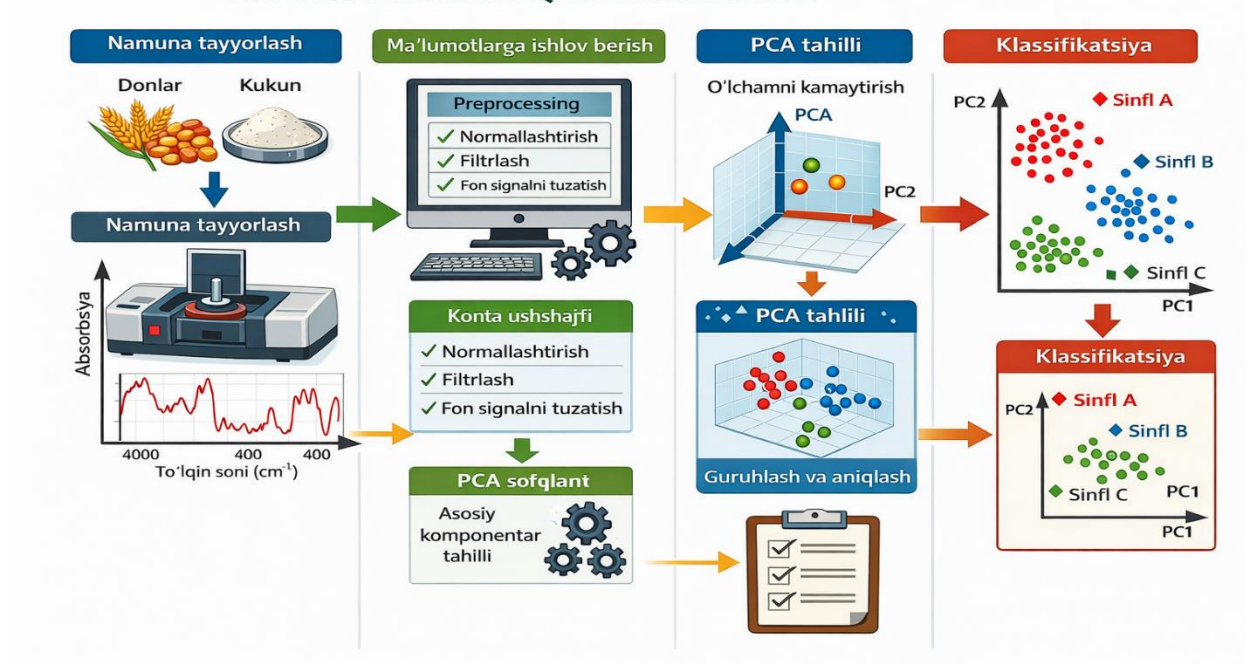
Hozirgi vaqtda qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat sanoati va materialshunoslikda IQ spektroskopiya keng qo'llanilmoqda. Ushbu usul yordamida moddalarning fizikimyoviy tarkibi tez va aniq aniqlanadi. Biroq IQ spektrlar odatda katta hajmdagi va yuqori o'lchamli ma'lumotlardan iborat bo'lib, ularni bevosita tahlil qilish qiyin. Shu sababli, Shu sababli, PCA (asosiy komponent tahlili) kabi matematik-statistik usullar yordamida: Ko'p o'zgaruvchili tahlil usullari odatda ikki guruhga bo'linadi: nazoratsiz usullar yoki nazoratsiz usullar va nazorat ostidagi usullar yoki nazorat ostidagi o'rganish usullari. Nazoratsiz usullar PCA kabi ko'rsatma (yorliqlash) mavjud bo'lmagan hollarda qo'llaniladi. Nazoratsiz usullar yorliqsiz ma'lumotlarda yashirin tuzilmalarni topish uchun juda foydali va ko'pincha katta ma'lumotlar to'plamlari bilan ishlashda nazorat ostidagi usullarning oldingi qismlari sifatida ishlatiladi. K-o'rtacha qiymatlari, ierarxik klaster tahlili (HCA) va boshqalar kabi turli xil klaster tahlili algoritmlari ham nazoratsiz usullar hisoblanadi. Nazorat ostidagi usullar nazoratsiz usullardan sinflarni belgilashi bilan farq qiladi. farqlash kerak. Nazorat qilinmagan usullardan farqli o'laroq, ikkita muhim bosqich mavjud. "O'qitish bosqichi" passiv modellashtirish bosqichi hisoblanadi, unda ma'lumotlardagi naqshlarni topish uchun "o'qitish ma'lumotlari to'plami" (yorliqlangan) ishlatiladi. O'qitish bosqichida o'rganilgan model parametrlari keyingi sinovlar uchun saqlanadi. "Bashorat qilish bosqichi" (sinov bosqichi) deb nomlangan ikkinchi bosqich faol bosqich bo'lib, unda ko'rinmaydigan ma'lumotlar (o'qitish to'plamining bir qismi bo'lmagan ma'lumotlar) birinchi bosqichda o'rganilgan model parametrlari yordamida, masalan, diskriminant tahlil (DA), ko'p chiziqli regressiya (MLR), asosiy komponent regressiyasi (PCR), qisman eng kichik kvadratlar (PLS) va qo'llab-quvvatlovchi vektor mashinalari (SVM) yordamida sinovdan o'tkaziladi.

Tadqiqot obyekti sifatida turli tarkibga ega namunalar (oziq-ovqat mahsulotlari, urug'lar yoki tuproq namunalar) tanlab olindi. Har bir namuna uchun IQ spektrlar **FTIR spektrometr** yordamida $4000-400\text{ sm}^{-1}$ diapazonda qayd etildi. Spektrlar raqamli ko'rinishda yig'ilib, keyingi matematik ishlov uchun matritsa shakliga keltirildi. *Asosiy komponentlar tahlili (PCA)*- ko'p o'lchovli fazoda yo'nalishlarni qidiradigan, ma'lumotlar taqsimotiga eng yaxshi moslashishga, ya'ni ma'lumotlarga eng yaxshi eng kichik kvadratlar yaqinlashuviga asta-sekin erishadigan proyeksiya usuli. Shuning uchun PCA ko'pincha ma'lumotlarni tahlil qilish uchun tanlanadi.

$$X = \{x_{ij}\}, i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$$

bu yerda: m — namunalar soni n — spektral nuqtalar (to'lqin sonlari) soni

IQ SPEKTROSKOPIYA ASOSIDA PCA YORDAMIDA KLASSIFIKATSIYA QILISH JARAYONI



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Stuart, B. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. John Wiley & Sons Ltd., 2004.
2. Gauglitz, G., Vo-Dinh, T. (eds.). *Handbook of Spectroscopy*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2003.
3. Tarasevich, B.N. *IR Spectra of the Main Classes of Organic Compounds: Reference Materials*. Moscow, 2012.
4. Pretsch E., Bühlmann F., Affolter K. *Structure Determination of Organic Compounds*. Mir Publishers, BINOM Knowledge Laboratory, Moscow, 2006.
5. Bellamy, L. *The Infrared Spectra of Complex Molecules*. IL Publishers, Moscow, 1963.
6. Bellamy, L. *New Data on the Infrared Spectra of Complex Molecules*. Mir Publishers, Moscow, 1971.
7. Thompson, J.M. *Infrared Spectroscopy*. Pan Stanford Publishing Pte. Ltd., 2018.

IXTISOSLASHTIRILGAN MAKTABLARDA ODAM ANATOMIYASI VA FIZIOLOGIYASI FANIDAN LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI O‘TKAZISHDA INTERFAOL METODLARDAN FOYDALANISH

S. Xakimova, B. Jumayev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bugungi kunda ta’lim tizimida o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, amaliy ko‘nikmalarni egallashi va ilmiy izlanishlarga yo‘naltirilishi asosiy talab sifatida qaralmoqda. Ayniqsa, odam anatomiyasi va fiziologiyasi kabi murakkab biologik fanlarni o‘qitishda laboratoriya mashg‘ulotlari muhim o‘rin tutadi. Biologiya fanidan metodlarni qo‘llashning samarali chiqishi o‘qituvchiga ham o‘quvchining imkoniyatiga ham bog‘liq.

Interfaol metodlar - bu jamoa bo‘lib fikrlash deb yuritiladi, ya’ni pedagogik ta’sir etish usullari bo‘lib, ta’lim mazmunining tarkibiy qismi hisoblanadi. Bu metodlarning o‘ziga xosligi shundaki, ular faqat pedagog va o‘quvchilarning birgalikda faoliyat ko‘rsatishi orqali amalga oshiriladi. Pedagogik texnologiyalar masalalari, muammolarini o‘rganayotgan o‘qituvchilar, ilmiy-tadqiqotchilar. amaliyotchilarning fikricha, pedagogik texnologiya — bu faqat axborot texnologiyasi bilan bog‘liq hamda o‘qitish jarayonida qo‘llanishi zarur bo‘lgan AKT, kompyuter, masofali o‘qish, yoki turli xil texnikalardan foydalanish deb belgilanadi.[1]

Odam anatomiyasi va fiziologiyasi fanini o‘qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalarni qo‘llash orqali uzluksiz ta’lim samaradorligini oshirishga alohida e’tibor berilmoqda. Pedagogik texnologiyalar — ta’lim berish va zamonaviy axborot texnologiyalarini qo‘llash yordamida o‘quvchilarning shaxsiy sifatlarini rivojlantirish va takomillashtirish imkoniyatini beruvchi o‘quv vositalari bo‘lib, u o‘ziga xos didaktik va uslubiy asosga ega. [3].

Odam anatomiyasi va fiziologiyasi fanini o‘qitish jarayonida qo‘llash mumkin bo‘lgan ba’zi bir treninglar (texnologiyalarga) ga tavsifnoma berib, ba’zilarini o‘tkazish tartibi to‘g‘risida metodik tavsifnoma berib o‘tamiz:

- «Tarmoqlar» metodi - o‘quvchini mantiqiy fikrlash, umumiy fikr doirasini kengaytirish, mustaqil ravishda adabiyotlardan foydalanishni o‘rgatishga qaratilgan.
- «Blits-O‘yin» metodi — harakatlar ketma-ketligini to‘g‘ri tashkil etishga, mantiqiy fikrlashga, o‘rganayotgan predmeti asosida ko‘p, xilma-xil fikrlardan, ma’lumotlardan kerakligini tanlab olishni o‘rgatishga qaratilgan.
- «Intervyu» texnikasi - o‘quvchilarga savol berish, eshita olish, to‘g‘ri javob berish, savolni to‘g‘ri tuzishni o‘rgatishga qaratilgan.
- «Ierarxiya» texnikasi — oddiydan murakkabga, murakkabdan oddiyga o‘tish usullarini qo‘llash orqali ularni mantiqiy, tanqidiy, ijodiy fikrlashga o‘rgatishga qaratilgan.
- «Bumerang» texnikasi - o‘quvchilarni dars jarayonida , darsdan tashqarida turli adabiyotlar, matnlar bilan ishlash, o‘rganilgan materialni yodida saqlab qolish, so‘zlab bera olish, fikrini erkin holda bayon eta olish hamda bir dars davomida barcha o‘quvchilarni baholay olishga qaratilgan.[4]

Ixtisoslashtirilgan maktablarda odam anatomiyasi va fiziologiyasi fanidan laboratoriya mashg‘ulotlarini interfaol metodlar asosida tashkil etish o‘quvchilarning bilim darajasini oshirish, amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish va mustaqil fikrlashini shakllantirishda samarali hisoblanadi. Shu sababli zamonaviy ta’lim jarayonida interfaol texnologiyalarni keng joriy etish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Prince, M. (2004). Does Active Learning Work?
2. Michael, J. (2006). Where’s the Evidence That Active Learning Works in Anatomy?
3. Freeman, S. et al. (2014). Active learning increases student performance.
4. Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning.
5. Biggs, J. (2011). Teaching for Quality Learning at University.
6. Wood, D. (2003). ABC of learning and teaching in medicine.

FIZIKA VA TEXNOLOGIYA FANLARIDA ENERGIYA TEJAMKOR QURILMALAR VA TIZIMLARNI O‘QITISHDA INTEGRATSIYALASHGAN YONDASHUV

Shuhrat Gadaymuratov¹, Erkinjon Voxidov²

¹Termiz Davlat Pedagogika Instituti, 190100 Termiz,

²Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, 100174 Toshkent, O‘zbekiston

Bugungi kunda ta’lim jarayonida fanlararo integratsiyaga asoslangan yondashuv dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, fizika va texnologiya fanlarini o‘zaro bog‘liq holda o‘qitish o‘quvchilarda ilmiy dunyoqarashni kengaytirish, nazariy bilimlarni amaliy faoliyatga tadbqiq etish va yangi texnologik yechimlarni izlash ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Shu nuqtai nazardan energiya tejamkor qurilmalar va tizimlarni o‘qitishda integratsiyalashgan metodlardan foydalanish katta ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasida ham energiya samaradorligini oshirish masalalari davlat siyosati darajasida hal qilinmoqda. Prezidentimiz tomonidan ilgari surilgan “Yashil energetika”, “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” bo‘yicha qabul qilingan qaror va dasturlar bu boradagi ishlarning amaliy dalilidir. Ta’lim tizimida esa energiya tejamkorlik madaniyatini shakllantirish – yoshlarning kelajakdagi faoliyatida energiya samarador texnologiyalardan oqilona foydalanish ko‘nikmalarini hosil qiladi.

So‘nggi yillarda dunyo miqyosida energiya samaradorligi va energiyani tejash masalalari global muammo sifatida qaralmoqda. Xalqaro tajribalar shuni ko‘rsatmoqdaki, maktab va oliy ta’lim bosqichida energiya tejamkorlik madaniyatini shakllantirish, yosh avlodni ekologik va iqtisodiy jihatdan ongli qarorlar qabul qilishga tayyorlash, ularning ilmiy-texnik salohiyatini rivojlantirish eng samarali yo‘llardan biridir.

Fizika ta’limida elektr energiyasi, mexanik tizimlar, issiqlik jarayonlari kabi bo‘limlarda energiya tejamkor qurilmalar misolida nazariy qonuniyatlarni tushuntirish mumkin. Texnologiya fanida esa ishlab chiqarish jarayonlari, turmush va xo‘jalik faoliyatida energiyani tejash usullari amaliy mashg‘ulotlar orqali ko‘rsatib berilishi maqsadga muvofiqdir. Bu ikki fan integratsiyasi o‘quvchilarni energiya manbalaridan oqilona foydalanishga, zamonaviy qurilmalarni sinab ko‘rishga va yangilik yaratishga rag‘batlantiradi.

Zamonaviy ta’lim jarayonida fizika va texnologiya fanlarini o‘zaro integratsiyalashgan holda o‘qitish alohida ahamiyatga ega. Bunday yondashuv o‘quvchilarga nazariy bilimlarni chuqur o‘zlashtirish, ularni amaliy faoliyat bilan bog‘lash hamda real hayotiy muammolarga yechim topish ko‘nikmalarini shakllantirishga yordam beradi. Ayniqsa, energiya tejamkor qurilmalar va tizimlarni o‘rganishda integratsion metodlardan foydalanish ta’lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Avvalo, fizika fanida energiya tejamkor qurilmalarning ilmiy asoslari keng yoritiladi. Xususan, elektr energiyasi bo‘limida LED chiroqlar, induksion pechlar hamda invertor asosida ishlovchi qurilmalar misolida elektr quvvatini tejash usullari tushuntiriladi. Issiqlik hodisalari bo‘limida esa issiqlik izolyatsiyasi, quyosh kollektorlaridan foydalanish hamda energiya samarador isitish tizimlari o‘quvchilarga amaliy misollar orqali ko‘rsatib beriladi. Mexanika bo‘limida ish, quvvat va samaradorlik kabi tushunchalar energiya samaradorligi nuqtai nazaridan tahlil qilinadi. Optika bo‘limida yorug‘lik oqimidan oqilona foydalanish va tabiiy yoritish tizimlarining afzalliklari o‘rganiladi.

Shu tarzda, o‘quvchilar nazariy qonuniyatlarni real hayotdagi amaliy qurilmalar bilan bog‘lash imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

Texnologiya fanida energiya tejamkor tizimlarning amaliy qo‘llanilishi keng ko‘lamda o‘rgatiladi. Xususan, ishlab chiqarish jarayonida energiya tejamkor motor va mexanizmlardan foydalanish, qishloq xo‘jaligida tomchilatib sug‘orish kabi suv va energiya tejovchi tizimlarni qo‘llash, maishiy hayotda energiya samarador maishiy texnika vositalaridan foydalanish kabi misollar amaliy mashg‘ulotlar davomida o‘quvchilarga namoyish etiladi. Bu esa o‘quvchilarga nafaqat nazariy bilim,

balki hayotiy tajriba berib, ularning zamonaviy texnologiyalarga bo‘lgan qiziqishini oshiradi.

Shuningdek, fanlararo integratsiya o‘quv jarayonida bir qator afzalliklarni ta‘minlaydi. Bu esa o‘quvchilarda nazariy tushunchalarning amaliyot bilan uzviy bog‘lanishi, o‘quvchilarda energiya samaradorligini baholash va tahlil qilish ko‘nikmalarining shakllanishi, ekologik ong va iqtisodiy mas‘uliyatning oshishi, innovatsion o‘qitish metodlarini joriy etish orqali ta‘lim samaradorligining kuchayishi hamda mustaqil fikrlash va ijodkorlikning rivojlanishiga xizmat qiladi.

Umuman olganda, fizika va texnologiya fanlarini integratsiyalashgan holda o‘qitish orqali energiya tejamkor qurilmalar va tizimlarni o‘rgatish - o‘quvchilarda fundamental bilimlar bilan bir qatorda amaliy faoliyat ko‘nikmalarini ham shakllantiradi. Bu esa nafaqat ta‘lim sifatini oshiradi, balki energiya tejash madaniyatini rivojlantirishda, jamiyat ehtiyojlariga mos zamonaviy va raqobatdosh mutaxassislarni tayyorlashda ham muhim omil sifatida ham xizmat qiladi.

O‘tkazilgan tadqiqotlar va kuzatuvlar shuni ko‘rsatmoqdaki, o‘quv jarayonida fanlararo integratsiya amalga oshirilgan hollarda o‘quvchilar va talabalar bilimni chuqurroq va uzviyroq o‘zlashtiradilar. Bunday yondashuv nazariya va amaliyot o‘rtasidagi tafovutni kamaytiradi, o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, muammolarga ijodiy yondashish hamda tahliliy fikrlash ko‘nikmalarining shakllanishiga xizmat qiladi.

Xususan, fizika va texnologiya fanlarida energiya tejamkorlikni integratsiyalash quyidagi natijalarga olib keladi:

1. Nazariy bilimlarning amaliy asoslanishi. Masalan, fizika darsida o‘rganilgan elektr energiyasi samaradorligi tushunchasi texnologiya mashg‘ulotlarida LED yoritgichlar orqali real tajriba asosida mustahkamlanadi. Bu nazariya va amaliyot o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni kuchaytiradi.

2. Loyihaviy faoliyat ko‘nikmalarining rivojlanishi. Talabalar kichik quyosh panellari, issiqlik izolyatsiyasi vositalari yoki mini-generatorlar yaratish orqali nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy konstruktorlik va muhandislik malakalarini ham rivojlantiradilar.

3. Ekologik ongning shakllanishi. Energiya tejamkorlik masalalari atrof-muhitni muhofaza qilish, atmosferaga chiqindilarni kamaytirish va yashil energetikaga o‘tish bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, o‘quvchilarda ekologik mas‘uliyatni va barqaror rivojlanish g‘oyalarini shakllantiradi.

4. Innovatsion kompetensiyalarning rivoji. Integratsiyalashgan darslarda STEM yondashuvi asosida loyiha va tadqiqot ishlari bajarilishi orqali o‘quvchilarda muammo hal qilish, ijodiy fikrlash, jamoaviy ishlash hamda kommunikativ ko‘nikmalar rivojlanadi.

Amaliy tajriba ko‘rsatadiki, integratsiyalashgan yondashuv asosida ta‘lim olgan guruhlarda talabalarning fizika fani bo‘yicha o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari 15–20 foizga yuqori bo‘lgan, texnologiya fanida esa ijodiy topshiriqlarni bajarish darajasi sezilarli darajada oshgan. Bu esa integratsiyalashgan holda o‘qitilishi ta‘lim samaradorligini oshirishda muhim vosita ekanini tasdiqlaydi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, fizika va texnologiya fanlarida energiya tejamkor qurilmalar va tizimlarni o‘qitishda integratsiyalashgan yondashuv zamonaviy ta‘lim jarayonining muhim yo‘nalishlaridan biri ekanligi ayon bo‘ladi. Integratsion ta‘lim nazariy bilimlarni amaliyot bilan uyg‘unlashtirish imkonini yaratadi, o‘quvchilarda energiya samaradorligi bo‘yicha ong va mas‘uliyatni shakllantiradi, ekologik barqarorlikka xizmat qiluvchi ko‘nikmalarni rivojlantiradi hamda zamonaviy ta‘lim texnologiyalarini qo‘llash orqali o‘quv jarayonini samaradorligini oshiradi.

Shu bilan birga, fanlararo integratsiya o‘qituvchilardan yangicha metodik yondashuvlarni, dars jarayonida innovatsion usullarni qo‘llashni hamda turli fan mazmunlarini o‘zaro uyg‘unlashtirishni talab etadi. Bu esa nafaqat energiya tejamkorlik bo‘yicha chuqur bilimlarni o‘zlashtirishga, balki yoshlarning ilmiy-texnik tafakkurini rivojlantirish, ularni mustaqil fikrlash va ijodiy faoliyatga yo‘naltirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, fizika va texnologiya fanlarida energiya tejamkor qurilmalar va tizimlarni o‘qitishda integratsiyalashgan yondashuv - nafaqat ta‘lim sifati va samaradorligini oshiradi, balki jamiyat uchun zarur bo‘lgan energiya tejash madaniyatini shakllantirishda muhim o‘rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi ““O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida” PF-158-son Farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabrdagi “2030 yilgacha O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tishiga qaratilgan islohotlar samaradorligini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi Qarori.
3. E.R.Voxidov. Fizika fanining “Elektrostatika” bo‘limidan amaliy va laboratoriya mashg‘ulotlarni tashkil etishda QR kodli namoyishlardan foydalanish samaradorligi //O‘zMU xabarlari, 1/6-son, 2025. 63-66 betlar.
4. M.K.Kodirov, X.Hayradov, E.R.Voxidov. Oliy ta’lim muasasalarida innovatsion muhandislar tayyorlash masalalari // “Matematika, fizika va informatika fanlarini o‘qitishning dolzarb muammolari” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallari to‘olami O‘z-FinPI, Samarqand: 2024. 18-19-oktabr, 306-308-betlar
5. Voxidov E.R. Energetika ta’lim yo‘nalishi talabalariga fizika fanining elektrostatika bo‘limini o‘qitish samaradorligini oshirish // “Innovatsion energetika: energetikaning fundamental asoslari va innovatsion muhandislik yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya UrDU, Urganch, 2025-yil 9-10-aprel., 1746-1749- betlar.
6. Voxidov E.R. Fizika fanini samarali o‘qitish orqali iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish istiqbollari // “INNOVATION ENERGETIKA: ENERGETIKANING FUNDAMENTAL ASOSLARI VA INNOVATION MUHANDISLIK YECHIMLARI” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya UrDU, Urganch, 2025-yil 9-10-aprel., 1777-1781- betlar.
7. Rasulov B.T. “Fizika fanida innovatsion texnologiyalar asosida energiya samaradorlikni o‘qitish metodikasi”: DSc dissertatsiyasi. – Nizomiy nomidagi TDPU, Toshkent, 2023.
8. E.R.Voxidov // Fizika fanini o‘qitishda fanlararo bog‘liqlik samaradorligi. O‘zMU xabarlari, 2022, 1/4-son . T.: 49-51 - betlar.
9. E.R.Voxidov, Sh.M.Gadaymoratova // Fanlararo aloqadorlik asosida o‘quvchilarning aqliy tafakkurni shakllantirish. O‘zMU xabarlari, 2022, 1/5/1-son. 64-67 - betlar.
10. Gadaymuratov Sh.M (2023). Sinfdan tashqari mashg‘ulotlarda kasbhunarga yo‘naltirish ishlarini takomillashtirish. Interpretation and researches, 2(1).
11. Gadaymuratov Shuhrat Mamayusupovich. (2022). Professional Competence Development of Future Technological Education Teachers. Journal of Intellectual Property and
12. Human Rights, 73-75.
13. Gadaymuratov Shuhrat Mamayusupovich. (2022). Bo‘lajak texnologik ta’lim o‘qituvchilarining kasbiy kompetentligini rivojlantirish. Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnali, 3(5), 5-7.

FIZIKA VA KIMYO FANLARARO INTEGRATSIYANI TASHKIL ETISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI

Ziyoda Axmedova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi globallashuv va axborotlashuv davrida ta’lim tizimiga qo‘yilayotgan talablar tubdan o‘zgarib bormoqda. An’anaviy fanlararo chegaralarni qisqartirish, bilimlarni yaxlit holda o‘zlashtirish va ularni real hayotiy vaziyatlarda qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan fizika va kimyo fanlarini integratsiyalashgan holda o‘qitish zamonaviy ta’limning ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Fanlararo integratsiya – bu turli fanlar o‘rtasidagi mazmuniy, metodik va amaliy bog‘liqlikni ta’minlash orqali bilimlarni yaxlit tizim sifatida o‘zlashtirishga xizmat qiluvchi zamonaviy pedagogik yondashuvdir. Mazkur yondashuv o‘quvchilarda alohida fanlar kesimida emas, balki tabiat hodisalarini bir butun holda anglash, sabab-oqibat bog‘lanishlarini chuqur tahlil qilish ko‘nikmasini shakllantiradi. Fizika va kimyo fanlari ayniqsa o‘zaro uzviy bog‘langan bo‘lib, moddaning tuzilishi, energiya almashinuvi, issiqlik hodisalari, elektr va atom jarayonlari kabi ko‘plab mavzular bu ikki fan kesishgan nuqtada o‘rganiladi. Masalan, molekulyar-kinetik nazariya, termodinamika qonunlari, elektrokimyoviy jarayonlar yoki kvant hodisalarini tushuntirishda fizika va kimyo bilimlari bir-birini to‘ldiradi. Shu sababli ularni integratsiyalashgan holda o‘qitish o‘quvchilarning ilmiy tafakkurini yanada rivojlantiradi.

Zamonaviy ta’lim tizimida fanlararo integratsiyani samarali tashkil etish uchun bir qator ilg‘or yondashuvlar qo‘llanilmoqda:

STEAM yondashuvi fanlarni alohida emas, balki o‘zaro uyg‘unlashgan holda o‘rganishni nazarda tutadi. Ushbu model asosida fizika va kimyo integratsiyasi o‘quvchilarda nafaqat nazariy bilimlarni, balki muhandislik tafakkuri va ijodiy yondashuvni ham rivojlantiradi.

Masalan, energiya turlari va ularning aylanishini o‘rganishda kimyoviy reaksiyalar orqali ajralib chiqadigan issiqlik energiyasini fizik qonunlar asosida izohlash mumkin. Shuningdek, materialshunoslik, nanotexnologiya yoki ekologik muammolarni o‘rganishda STEAM yondashuvi ayniqsa samarali hisoblanadi. Bu esa o‘quvchilarni real hayotga yaqin vazifalar orqali o‘qitishga xizmat qiladi.

Kompetensiyaviy yondashuv o‘quvchilarda bilim, ko‘nikma va malakalarni kompleks shakllantirishga qaratilgan. Bu yondashuvda o‘quvchi faqat ma’lumotni eslab qoluvchi emas, balki uni amaliyotda qo‘llay oluvchi shaxs sifatida shakllanadi.

Fizika va kimyo integratsiyasi asosida tashkil etilgan laboratoriya mashg‘ulotlari, tajribalar va amaliy ishlarda o‘quvchilar moddalarning xossalarini o‘rganish, o‘lchashlar o‘tkazish, natijalarni tahlil qilish kabi muhim kompetensiyalarni egallaydi. Masalan, zichlikni aniqlash, issiqlik sig‘imini o‘lchash yoki elektroliz jarayonlarini kuzatish orqali ular ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Muammoli ta’lim o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantirishda muhim vosita hisoblanadi. Bu yondashuvda o‘quvchilarga oldindan tayyor bilimlar berilmaydi, balki muammo qo‘yiladi va uni hal qilish jarayonida ular yangi bilimlarni o‘zlashtiradi.

Fizika va kimyo integratsiyasida bu usul ayniqsa samarali. Masalan, “Nima sababdan ayrim moddalar tez yonadi, boshqalari esa yo‘q?” yoki “Issiqlik ajralishi reaksiyalarning tezligiga qanday ta’sir qiladi?” kabi savollar o‘quvchilarni izlanishga undaydi. Natijada ular nazariy bilimlarni amaliy vaziyatlarga qo‘llashni o‘rganadi hamda tanqidiy va tahliliy fikrlash rivojlanadi.

Zamonaviy axborot texnologiyalari fanlararo integratsiyani yangi bosqichga olib chiqmoqda. Virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar va interaktiv dasturlar yordamida murakkab fizik-kimyoviy jarayonlarni vizual tarzda ko‘rsatish mumkin.

Masalan, atom va molekularlarning harakati, kimyoviy bog‘lanishlar hosil bo‘lishi yoki elektr tokini elektrolitlar orqali o‘tishi kabi jarayonlarni real tajribada ko‘rish qiyin bo‘lsa, raqamli vositalar orqali

aniq va tushunarli tarzda namoyish etish mumkin. Bu esa o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq anglashiga yordam beradi hamda ularning darsga bo‘lgan qiziqishini oshiradi.

Loyihaviy ta’lim o‘quvchilarning mustaqil izlanish olib borish, muammoni hal qilish va natijani taqdim etish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Bu yondashuvda o‘quvchilar ma’lum bir mavzu yuzasidan ilmiy loyiha ishlab chiqadi va unda fizika hamda kimyo bilimlaridan kompleks foydalanadi.

Masalan, ekologik muammolarni o‘rganishda suvning ifloslanish darajasini aniqlash, havoning tarkibini tahlil qilish yoki energiya tejamkor texnologiyalarni ishlab chiqish kabi loyihalar bajarilishi mumkin. Bunday faoliyat o‘quvchilarda mas’uliyat, jamoada ishlash va ijodiy yondashuvni shakllantiradi.

Yuqoridagi yondashuvlar shuni ko‘rsatadiki, fizika va kimyo fanlarini integratsiyalash nafaqat bilimlarni mustahkamlaydi, balki o‘quvchilarning ilmiy dunyoqarashi, ijodiy fikrlashi va amaliy faoliyatga tayyorgarligini oshiradi. Integratsiyalashgan ta’lim orqali o‘quvchilar real hayotdagi murakkab muammolarni hal etishga qodir, zamonaviy bilim va ko‘nikmalarga ega shaxs sifatida shakllanadi.

Xulosa qilib aytganda, fanlararo integratsiya asosida fizika va kimyo ta’limini tashkil etish zamonaviy ta’lim tizimining eng muhim va dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuv o‘quvchilarning bilimlarni alohida-alohida emas, balki o‘zaro bog‘liq holda, yaxlit tizim sifatida o‘zlashtirishiga xizmat qiladi. Natijada ular tabiat hodisalarini chuqurroq anglaydi, ilmiy dunyoqarashi kengayadi hamda real hayotiy vaziyatlarda bilimlarini qo‘llay olish kompetensiyasiga ega bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fizika fanidan umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun darsliklar. – Toshkent: “O‘qituvchi” nashriyoti.
2. Kimyo fanidan umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun darsliklar. – Toshkent: “O‘qituvchi” nashriyoti.
3. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar va STEAM ta’limiga oid ilmiy maqolalar to‘plami.

SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA FIZIKA FANINI INDIVIDUAL O'QITISH

Erkin Yusupov, Aziza Jumanazarova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Zamonaviy ta'lim tizimi raqamli transformatsiya bosqichini boshidan kechirmoqda. Fizika fani o'zining murakkab mavhum tushunchalari, matematik apparati va eksperimental xarakteri bilan o'quvchilardan yuqori darajadagi kognitiv faollikni talab qiladi. An'anaviy "hamma uchun bir xil" (one-size-fits-all) yondashuvi ko'p hollarda o'quvchilarning individual ehtiyojlarini qondira olmayapti. SI tizimlari o'quvchining bilim darajasini dinamik ravishda tahlil qiladi. Masalan, "Kinematika" bo'limi bo'yicha test topshirayotgan o'quvchi tezlanish tushunchasida xatoga yo'l qo'ysa, tizim avtomatik ravishda unga sodda misollar yoki vizual tushuntirishlarni taklif etadi. Bu kognitiv modellashirish deb atalib, o'quvchining intellektual salohiyatiga mos ravishda murakkablik darajasini boshqarish imkonini beradi. Misol: *Khan Academy* yoki *Century Tech* kabi platformalar.

Fizik jarayonlarni (masalan, kvant mexanikasi yoki astrofizika hodisalari) oddiy sharoitda kuzatish imkonsiz. SI bilan boyitilgan virtual laboratoriyalar (masalan, PhET simulyatsiyalari yoki AI-ga asoslangan VR-muhitlar) o'quvchiga xavfsiz va interaktiv tajriba o'tkazish imkonini beradi. Tizim o'quvchining har bir harakatini nazorat qilib, xato tajriba natijasida yuzaga keladigan oqibatlarni matematik modellar asosida ko'rsatib beradi. ITS – bu o'qituvchining doimiy yordamchisidir. Ular 24/7 rejimida ishlaydi va o'quvchi bilan tabiiy tilda muloqot qiladi. Murakkab masalalarni yechishda SI o'quvchiga tayyor javobni emas, balki "Yevristik yordam" (yo'naltiruvchi savollar) berish orqali mustaqil fikrlashga undaydi. Bu esa fizika fanida eng muhim bo'lgan mantiqiy fikrlashni rivojlantiradi.

Olib borilgan kuzatishlar va natijalar asosida SI dan olib borilgan ta'lim jarayonining individualligi SI dan foydalanmasdan olib borilgan ta'lim jarayoniga nisbatan yuqori natijani berdi. Bundan tashqari o'quvchilarning muammoli masalalarni yechishdagi samadorligi ham oshgani kuzatildi. Vigotskiyning "Yaqin rivojlanish zonasi" nazariyasiga ko'ra, o'quvchi mustaqil qila olmaydigan, lekin yordam bilan uddalaydigan vazifalar ustida ishlashi kerak. SI "Intellektual repetitor" sifatida o'quvchiga tayyor javobni bermaydi, balki bosqichma-bosqich yo'naltirish (scaffolding) usulini qo'llaydi. Misol: *Energiya saqlanish qonuniga* doir masalada o'quvchi to'xtab qolsa, SI: "Jismning eng yuqori nuqtasida kinetik energiyasi nimaga teng?" deb savol beradi. Bu savol o'quvchini fikrlashga majbur qiladi va fizik mantiqni mustahkamlaydi.

Sun'iy intellekt texnologiyalarini fizika faniga o'qitish jarayoniga integratsiya qilish ta'lim sifatining yuqori darajasiga chiqishiga poydevor yaratdi. Sun'iy intellektga asoslangan adaptiv o'quv platformalari har bir o'quvchining kognitiv xususiyatlarini inobatga olgan holda, shaxsiy ta'lim trayektoriyasini yaratishga qodir. Bu esa o'quv jarayonidagi "bilimlar uzilishi" (learning gaps) muammosini samarali hal qiladi. Kelajakda ushbu texnologiyalarni milliy o'quv dasturlariga bosqichma-bosqich joriy etish o'quvchi motivatsiyasini oshirish va raqobatbardosh kadrlar tayyorlashning zamonaviy strategik yo'nalishi va fizikadan fundamental bilimlarni o'zlashtirish samaradorligini yangi bosqichga olib chiqadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

7. Akmljon Aliboyev. "Sun'iy intellekt yordamida fizika fanini o'qitishda integrativ yondashuvni qo'llash" Gulison 2025
8. To'rayev, S. J, Fizika o'qitishda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning pedagogik asoslari, (2023).
9. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning (2016).

PROFESSIONLA TA'LIM TIZIMIDA DAUL TA'LIM

G'aybullat To'xtayev

S.H. Sirojiddinov nomidagi Respublika Akademik Litseyi, 100097 Toshkent, O'zbekiston

“Dual” soʻzi lotin tilidan olingan boʻlib, biror narsaning ikki qismga taalluqliligi, ikkita narsani ifodalovchi, ikki qismdan iborat, degan maʼnolarni bildiradi. Dual taʼlim – oʻquvchi va talabaga taʼlimni oʻz yoʻnalishiga mos tashkilotda mehnat qilish bilan birga olib borish imkoniyatini beruvchi tizimdir.

-Dual taʼlim dasturi — professional taʼlim muassasasi va tashkilotda taʼlim oluvchining muayyan kasb yoki mutaxassislik boʻyicha kasbiy faoliyatini va mehnat vazifalarini bajarishiga qaratilgan davlat taʼlim standarti, oʻquv rejasi, oʻquv dastur (modul)lari, oʻquv va ishlab chiqarish amaliyoti dasturlaridan iborat hujjatlar toʻplami;

-Dual taʼlimni joriy etish boʻyicha tashkilot va professional taʼlim muassasasi oʻrtasida, oʻquvchi va tashkilot oʻrtasida shartnoma rasmiylashtiriladi. Tashkilotga bir yoki bir nechta professional taʼlim muassasasi bilan va professional taʼlim muassasasiga ham bir yoki bir nechta tashkilot bilan shartnomalar rasmiylashtirishiga ruxsat beriladi;

-Tashkilot bilan oʻquvchi oʻrtasida tuzilgan shartnoma nusxasi oʻquvchi yoki tashkilot tomonidan taqdim etilgan taqdirda, professional taʼlim muassasasi oʻquvchini oʻquvchilar safiga qabul qiladi.

-Tashkilotning tegishli buyrugʻi asosida dual taʼlim boʻyicha oʻquvchi(lar)ga tashkilotning tajribali xodimlaridan ustoz birlashtiriladi. Oʻquvchiga dual taʼlim jarayonida tashkilotdagi mehnat faoliyati uchun tashkilot tomonidan qonunchilik hujjatlariga muvofiq ish haqi toʻlanadi.

-Dual taʼlimni tashkil etish Oʻzbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021 yil 29 martdagi “Professional taʼlim tizimida dual taʼlimni tashkil etish chora-tadbirlari” toʻgʻrisidagi 163-sonli qarori bilan tasdiqlangan Professional taʼlim tizimida dual taʼlimni tashkil etish tartibi toʻgʻrisidagi nizom asosida tartibga solinadi.

-Bunda oʻquvchi va talaba 2-3 kun taʼlim muassasasida nazariy bilimlarni va 3-4 kun korxona va tashkilotlarda haqiqiy ish jarayonlarida amaliy koʻnikmalarni egallaydi. Dual taʼlim shaklida tahsil olayotgan oʻquvchi va talaba korxona va tashkilotlarda ishga qabul qilinganda ularga korxona tomonidan ustoz birlashtiriladi va oylik maoshi toʻlanadi. Bugungi kunda ushbu tizim Germaniya, Avstriya, Shveysariya va Janubiy Koreya Respublikasi kabi mamlakatlarda iqtisodiyotni rivojlantirishda juda katta oʻringa ega. Germaniya davlati dual taʼlim tizimining asoschisi hisoblanadi.

Bugungi kunda Oʻzbekistonda Oliy taʼlim, fan va innovatsiyalar vazirligi, Savdo-sanoat palatasi hamda Kambagʻallikni qisqartirish va bandlik vazirligi ayni kunlarda dual taʼlim tizimini joriy etish va uni takomillashtirish yuzasida hamkorlikda faoliyat yuritmoqda. Ayni vaqtda texnik-muhandislikka ixtisoslashgan 30 dan oshiq oliygoh tomonidan ehtimoliy ish beruvchi hisoblangan jami 1 000 ga yaqin ishlab-chiqarish va sanoat korxonasi, qurilish, transport va loyiha-konstruktorlik tashkilotlari bilan bitim va shartnomalar asosida hamkorlik aloqalari oʻrnatilgan. Sanoat korxonalari bilan bir qancha hamkorlik shakllaridan (amaliyot, ixtisoslik kafedralarini tashkil etish, hamkorlikda ilgʻor muhandislik maktablari, texnoparklar faoliyatini yuritish, spin-off kompaniyalar, ilmiy laboratoriyalar tuzish, malaka oshirish kurslari) biri dual taʼlim boʻlib, bunda taʼlim jarayonining nazariy qismi oliy taʼlim tashkilotida, amaliy qismi esa korxonada (ish joyida) oʻtkaziladi.

Texnika yoʻnalishiga kirish ballari tahlil qilinganida koʻpchilik matematikadan toʻplagan ballari hisobiga toʻgʻri kelishi oydinlashdi. Fizika fanidan ball toʻplash ancha qiyin boʻlayotganligi maʼlum boʻlmoqda. Xulosa qilib aytganda, aniq fanlarni ayniqsa fizika fanini oʻzlashtirishni rivojlantirish uchun quyidagi ishlarni amalga oshirish zarur;

-fizika fani boʻyicha kadrlarni, xususan, qishloq joylardagi maktablarning oʻqituvchilarini tayyorlash, qayta tayyorlash va malakasini oshirish tizimini rivojlantirish;

-taʼlim jarayoniga zamonaviy oʻqitish uslublarini, shu jumladan axborot-kommunikatsiya

texnologiyalarini keng joriy qilish;

-pedagog kadrlar va o'quvchilarning fizika fanini bilish darajasini baholash, iqtidorli yoshlarni aniqlash hamda ularning mahalliy va xalqaro fan olimpiadalarida muvaffaqiyatli ishtirok etishi hamda sovrinli o'rinlar egallashini ta'minlash;

-oliy ta'lim muassasalarida fizika fanlarini o'qitishning integrativ prinsiplarini joriy etish, yangi va ta'lim bozorida talab yuqori bo'lgan mutaxassisliklar bo'yicha kadrlar tayyorlashni yo'lga qo'yish orqali yoshlarning fizika ta'limi bilan qamrab olish darajasini oshirish;

-fizika sohasidagi ilmiy tadqiqotlarning ishlab chiqarish bilan uzviy bog'liqligini ta'minlash, iqtisodiyot tarmoqlaridagi muammolar yechimiga qaratilgan ilmiy ishlar ko'lamini kengaytirish;

-ilmiy tadqiqotlarning va innovatsiya ishlarining natijadorligi va amaliy ahamiyatini oshirish.

Dual ta'lim tizimini o'rta maxsus ta'lim yani akademik litseylarga qanday joriy qilsa bo'ladi?

Bu sohada “Tabiiy va aniq fanlar”ga ixtisoslashtirilgan S.H.Sirojiddinov nomidagi Respublika akademik litseyida harakatlar boshlangan. Akademik litseyda jami 5 ta kafedralar mavjud bo'lib, ular o'z faoliyatlarini oliy o'quv yurtlari bilan hamkorlikda tashkil qilgan. “Fizik va astronomiya” fanlari kafedra Milliy universitet va Toshkent davlat Pedagogika universiteti fizika fakultetlari, O'zFAning “Materialshunoslik”, “Fizika-texnika” institutlari bilan hamkorlik shartnomalarini imzolagan. Bu shartnomalarda “Ta'lim to'g'risida”gi qonunni va Kadrlar tayyorlash Milliy dasturini hayotga izchillik bilan tadbiq etish, kadrlar tayyorlash samaradorligini oshirish, ta'lim turlari o'rtasidagi o'zaro integratsiya jarayonini kuchaytish hamda ular o'rtasida uzviylikni ta'minlash ko'zda tutilgan. Hamkorlik shartnomasi faoliyati ikkala tomonning kengashlarida bir o'quv yilida ikki marta ko'rib boriladi. Shartnomaga asosan o'quv fani yo'nalishida faoliyatni muvofiqlashtirish, fan dasturlarini tuzishda hamkorlik qilish, uslubiy va o'quv qo'llanma, darsliklar yaratish, seminarlar, master klass darslarini tashkil qilish, o'qituvchilarni malaka oshirish ishlarida hamkorlik qilish, ilmiy tadqiqot ishlarida yordam berish, kitoblar zaxirasidan unumli foydalanish, kelajakda ilm yo'nalishida faoliyatini davom ettiradigan o'quvchilar bilan hamkorlikda ishlash, laboratoriya imkoniyatlaridan keng foydalanish kabi faoliyatlar kiradi. Ta'lim tizimini keying boshqichini texnika yo'nalishida davom ettiradigan o'quvchilarga oliy o'quv yurti va ilmiy tekshirish institutlaridan uztozlar birlashtirildi. Ta'lim dastiridagi ba'zi laboratoriya ishlari mazkur tashkilot laboratoriyasida bajarilmoqda. Bu tashkilotlar alochi va tashabbuskor o'quvchilarga o'zlarining maxsus stipendiyalarini tashkil qilganlar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bilimlar.uz.<https://bilimlar.uz>
2. Adliya vazirligi yangiliklari <https://adliya.uz>
3. Lex.uz.<https://lex.uz>

UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA TABIIY FANLARNI O'QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI

Anor Raxmatullayeva

Chirchiq Davlat Pedagogika Universiteti, 111720 Toshkent, O'zbekiston

Uzluksiz ta'lim tizimi shaxsning butun hayoti davomida bilim olish, kasbiy rivojlanish va ijtimoiy moslashuvini ta'minlovchi muhim tizim hisoblanadi. Bugungi globallashtirish jarayonida tabiiy fanlarni o'qitishda innovatsion yondashuvlarni joriy etish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Chunki mazkur fanlar nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko'nikmalarni ham shakllantiradi [1].

Zamonaviy ta'limda asosiy e'tibor bilimlarni tayyor holda berishga emas, balki o'quvchining mustaqil o'rganish, tahlil qilish va muammo yechish kompetensiyalarini rivojlantirishga qaratilmoqda [2].

Zamonaviy metodlarning pedagogik mohiyati

Aniq va tabiiy fanlarni o'qitishda zamonaviy metodlar o'quvchilarning faol ishtirokiga asoslanadi. Jumladan, interaktiv metodlar o'quv jarayonini jonlantiradi va bilimlarni chuqur o'zlashtirishga xizmat qiladi. E.S. Polat ta'kidlaganidek, interaktiv o'qitish o'quvchining bilim olishdagi subyektiv faolligini oshiradi [3].

Shuningdek, A.V. Xutorskoy kompetensiyaga asoslangan ta'lim modelini ilgari surib, ta'lim jarayonida bilim, ko'nikma va malakalarni integratsiyalash zarurligini asoslab beradi [4].

Raqamli texnologiyalar va ularning ahamiyati

Raqamli texnologiyalar zamonaviy ta'limning ajralmas qismiga aylanib bormoqda. LMS platformalar, virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar orqali murakkab jarayonlarni vizual tarzda tushuntirish imkoniyati yaratiladi. I.V. Robertning fikriga ko'ra, axborot texnologiyalari o'quvchilarning kognitiv faoliyatini sezilarli darajada oshiradi [5].

Masalan, biologiyada hujayra jarayonlari yoki fizikada elektromagnit hodisalarni simulyatsiya orqali o'rganish o'quvchilarning tushunish darajasini oshiradi.

STEAM yondashuvi va fanlararo integratsiya

STEAM yondashuvi zamonaviy ta'limning eng muhim yo'nalishlaridan biri bo'lib, u fanlararo integratsiyani ta'minlaydi. J. Dewey ta'limni hayot bilan bog'lash zarurligini ta'kidlab, amaliy faoliyatga asoslangan o'qitish samaradorligini asoslab bergan [6].

STEAM yondashuvi orqali o'quvchilar muammolarni kompleks tarzda hal qilish, kreativ fikrlash va innovatsion g'oyalar ishlab chiqish ko'nikmalarini egallaydi.

Loyiha va muammoli o'qitish metodlari

Loyiha asosida o'qitish (Project-Based Learning) o'quvchilarning mustaqil faoliyatini rivojlantiradi. Bu metodda o'quvchilar real muammolar ustida ishlaydi va natijada aniq mahsulot yaratadi. G. Siemensning connectivism nazariyasiga ko'ra, bilim tarmoqli muhitda shakllanadi va rivojlanadi.

Muammoli o'qitish esa o'quvchilarda tahliliy fikrlashni rivojlantiradi va ularni ilmiy izlanishga yo'naltiradi.

Kollaborativ o'qitish va ijtimoiy kompetensiyalar

Kollaborativ o'qitish o'quvchilarning jamoada ishlash, fikr almashish va muhokama qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Bu yondashuv konstruktivistik ta'lim nazariyasiga asoslanadi. R. Mayer multimediya ta'lim nazariyasida ham hamkorlikda o'rganishning samaradorligini qayd etadi [7].

Natijalar

Zamonaviy metodlardan foydalanish quyidagi natijalarga olib keladi:

- o'quvchilarning bilim olish motivatsiyasi oshadi;

- nazariy bilimlar amaliy ko‘nikmalarga aylanadi;
- tanqidiy va kreativ fikrlash rivojlanadi;
- raqamli kompetensiyalar shakllanadi;
- ta’lim sifati oshadi.

Xulosa qilib aytganda, uzluksiz ta’lim tizimida aniq va tabiiy fanlarni o‘qitishda zamonaviy metodlardan foydalanish ta’lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bu metodlar o‘quvchilarni kelajak kasbiy faoliyatiga tayyorlashda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Shu sababli pedagoglar innovatsion yondashuvlarni amaliyotga keng joriy etishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

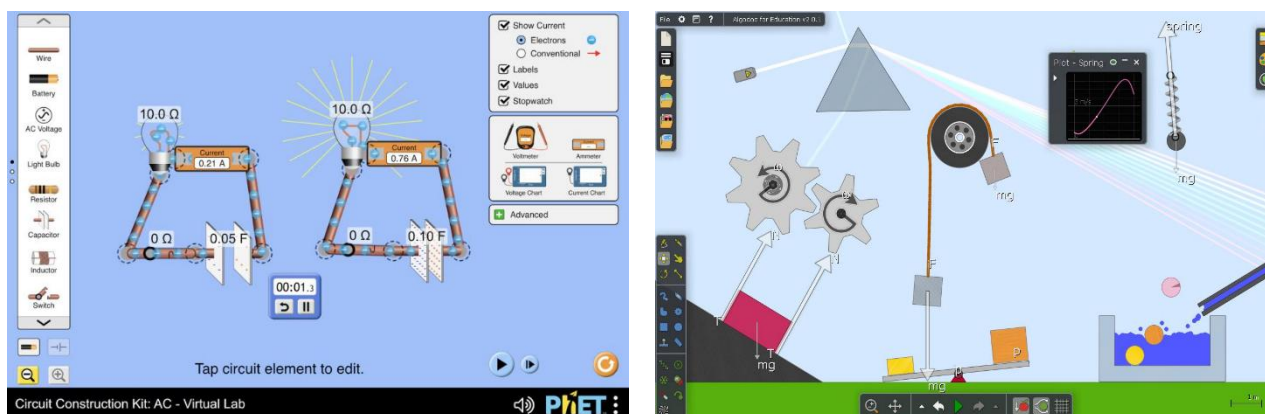
1. Джураев Р.Х. Таълим менежменти. – Тошкент: Fan, 2018. – 256 б.
2. Бегимкулов У.Ш. Педагогик таълимда инновацион технологиялар. – Тошкент, 2017. – 180 б.
3. Полат Е.С. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. – М.: Академия, 2016. – 272 с.
4. Хуторской А.В. Компетентностный подход в обучении. – М.: Эйдос, 2015. – 320 с.
5. Роберт И.В. Современные информационные технологии в образовании. – М.: Школа-Пресс, 2018. – 144 с.
6. Р.Ж. Инновацион педагогик технологиялар. – Тошкент, 2020. – 150 б.
7. . Rahmatullayeva A.Q. Tabiiy fanlarni o‘qitishda integrativ yondashuvning metodik imkoniyatlari // Pedagogik mahorat. – Toshkent, 2022. – № 3. – B. 60–66.

VIRTUAL SIMULYATSIYLAR (PHET, ALGODOO) YORDAMIDA O‘QUVCHILARNING TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISH

Sherzod Boymirov, O‘g‘iloy Mengliboyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy ta’lim paradigmasida o‘quvchilarga tayyor bilimlarni berishdan ko‘ra, ularda bilimlarni mustaqil kashf etish ko‘nikmasini shakllantirish ustuvor vazifa hisoblanadi. Biroq, real laboratoriya jihozlarining yetishmasligi yoki xavfsizlik cheklovlari o‘quvchilarning erkin tadqiqot olib borishiga to‘sqinlik qiladi [6].



1-rasm. PhET va Algodoo platformalarining imkoniyatlari.

PhET (Physics Education Technology). Kolorado universiteti tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, u murakkab fizik jarayonlarni (masalan, kvant fizikasi, molekulyar kinetika) vizuallashtirish va o‘zgaruvchilarni real vaqt rejimida boshqarish imkonini beradi [7].

Algodoo. 2D simulyatsiya dasturi bo‘lib, u sandbox (qumloq) formatida ishlaydi. Unda o‘quvchilar o‘zlarining mexanik tizimlarini noldan qurishlari va har xil fizik kuchlar (ishqalanish, gravitatsiya, elastiklik) ta’sirini sinab ko‘rishlari mumkin [11].

Virtual simulyatsiyalar yordamida o‘quvchilarning tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish mantiqiy ketma-ketlikka ega bo‘lgan yaxlit zanjir asosida amalga oshiriladi. Bu jarayon, eng avvalo, gipoteza yaratish bosqichidan boshlanadi; bunda o‘quvchi simulyatsiyadagi turli parametrlarni (masalan, massa, tezlik yoki kuch) o‘zgartirish orqali kutilayotgan natijalarni oldindan bashorat qilishni o‘rganadi [9].

Keyingi bosqichda eksperimental sinovlar o‘tkaziladi: o‘quvchi Algodoo muhitida o‘z modelini yaratadi yoki PhET laboratoriyasining virtual o‘lchov asboblari yordamida aniq ma’lumotlarni to‘playdi. To‘plangan natijalar ma’lumotlarni tahlil qilish bosqichida grafik va jadvallar shakliga keltirilib, mavjud nazariy bilimlar bilan o‘zaro solishtiriladi [5]. Jarayonning yakuniy nuqtasi xulosa yasash va optimallashtirish bo‘lib, bunda o‘quvchi yo‘l qo‘yilgan xatolar ustida ishlaydi va o‘z modelini yanada takomillashtirish orqali tadqiqotchilik qobiliyatini mustahkamlaydi [2].

Tadqiqot natijalarinin tahlili shuni ko‘rsatadiki, o‘quv jarayonida PhET va Algodoo kabi interaktiv texnologiyalardan muntazam foydalanish ta’lim sifatini yangi bosqichga olib chiqadi. Xususan, ushbu platformalar o‘quvchilarda murakkab va mavhum ilmiy tushunchalarni vizual tasavvur qilish darajasini 30-40% ga oshirishga xizmat qiladi [8].

Bundan tashqari, virtual laboratoriyalar bilan ishlash jarayonida o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashi rivojlanib, muammoli vaziyatlarda mustaqil qaror qabul qilish tezligi sezilarli darajada yaxshilanadi. Eng

muhammi, bunday innovatsion yondashuv o'quvchilarning darsga bo'lgan qiziqishini orttirib, tabiiy fanlarni o'rganishga bo'lgan ichki motivatsiyasini mustahkamlaydi [4].

Virtual simulyatsiyalar shunchaki ko'rgazmali qurol emas, balki o'quvchi uchun intellektual poligon vazifasini o'taydi. PhET va Algodoo-ni dars jarayoniga integratsiya qilish o'quvchilarni passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga aylantirishning eng samarali yo'llaridan biridir [3].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qarori. "2022-2026-yillarda xalq ta'limini rivojlantirish bo'yicha milliy dasturni tasdiqlash to'g'risida".
2. Begmatova D.M. "Fizika o'qitishda zamonaviy texnologiyalar". – Toshkent: "Noshir", 2021.
3. Jo'rayev M. "Fizika o'qitish metodikasi". – Toshkent: "O'qituvchi", 2015.
4. Ismoilov T. "STEAM ta'lim texnologiyasi: muammo va yechimlar". – Toshkent, 2022.
5. Беляев И.В. "Интеграция натурального и виртуального экспериментов в процессе обучения физике". // Журнал "Физика в школе". – Москва, 2019. – №4.
6. Капустин Ю.И. "Педагогические технологии в условиях цифровизации образования". – Москва: Академия, 2020.
7. Wieman C. E., Adams W. K., Perkins K. K. "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics". // *The Physics Teacher*, 2008. – Vol. 46.
8. Finkelstein N. D., et al. "When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment". // *Physical Review Special Topics - PER*, 2005.
9. Kozhevnikov M., et al. "The Role of Visualization in Learning Physics". // *Journal of Educational Psychology*, 2017.
10. PhET Interactive Simulations. (University of Colorado Boulder). [Elektron resurs]. URL: <https://phet.colorado.edu>.
11. Algodoo Simulation Software. (Official documentation and educational guides). [Elektron resurs]. URL: <http://www.algodoo.com>.

INTERFAOL METODLARNING O‘QUVCHILAR BILIM Olishiga TA’SIR QILISH MEXANIZMLARI

Sherzod Boymirov, Islom Do’stqobilov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Interfaol ta’lim metodlari o‘quvchilarning bilim olish jarayoniga bir necha psixologik, neyrobiologik va pedagogik mexanizmlar orqali ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu mexanizmlarni tizimli tahlil qilish interfaol yondashuvlarning an’anaviy usullarga nisbatan samaradorligini ilmiy jihatdan asoslash imkonini beradi.

Birinchi mexanizm – faol ishtirok etishning kognitiv faollikni oshirishi. Interfaol metodlarda (munozara, rolli o‘yinlar, loyiha asosida ta’lim) o‘quvchi passiv qabul qiluvchi emas, balki bilimning bevosita yaratuvchisiga aylanadi. Neyropsixologik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, o‘quvchi ma’lumotni ongli ravishda qayta ishlaganda, miyaning prefrontal korteks va temporal bo‘limlari faollashadi. Bu esa yangi axborotni uzoq muddatli xotiraga o‘tkazish tezligini 40-60 foizga oshiradi [1]. Passiv tinglashda esa asosan eshitish markazlari ishlaydi, ma’lumot esa qisqa muddatli xotira darajasida qoladi.

Ikkinchi mexanizm – ijtimoiy konstruktivizm asosida bilimni o‘zlashtirish. Vygotskiyning “yaqin rivojlanish zonasi” kontseptsiyasiga ko‘ra, interfaol metodlar o‘quvchilarga tengdoshlari va o‘qituvchi bilan hamkorlikda murakkab masalalarni yechish imkonini beradi. Bu jarayonda til va dialog vositachiligida tushunchalar ichkilashtiriladi (internalizatsiya). Empirik ma’lumotlar kooperativ ta’limda o‘quvchilarning bilimni chuqur o‘zlashtirish darajasi individual ta’limga nisbatan 1,5 baravar yuqori ekanligini tasdiqlaydi [4]. Buning sababi – o‘z fikrini tushuntirish, bahslashish va himoya qilish jarayonida o‘quvchi o‘z bilimlaridagi bo‘shliqlarni aniqlaydi va ularni to‘ldirishga majbur bo‘ladi.

Uchinchi mexanizm – multi-sensorli ta’sir asosida xotira izlarining mustahkamlanishi. Interfaol metodlar ko‘pincha vizual, eshitish, kinestetik va taktil kanallarni bir vaqtda faollashtiradi. Neyrobiologiyada “multimodal integratsiya” deb atalgan bu hodisa ma’lumotni kodlash bosqichida neyron aloqalarining zichligini oshiradi [5]. Masalan, simulyatsiya yoki rolli o‘yinda o‘quvchi nafaqat eshitadi (o‘qituvchi tushuntirishi), balki ko‘radi (visualizatsiya), harakat qiladi (motorik harakat) va hissiy tajriba orttiradi (emotsional bog‘lanish). Tadqiqotlar bunday holatda o‘zlashtirish samaradorligi bir kanalli ta’limga nisbatan 55-75 foizga yuqori ekanligini ko‘rsatadi [6].

To‘rtinchi mexanizm – tezkor fikr-mulohaza asosida kognitiv xatolarni tuzatish. An’anaviy ta’limda o‘quvchi xatosini ko‘pincha kech, test yoki imtihon natijalariga ko‘ra biladi. Interfaol metodlarda (masalan, “bir daqiqalik insho”, “flesh-kartalar”, interaktiv testlar) fikr-mulohaza deyarli real vaqt rejimida beriladi. Bu esa meta-kognitiv nazorat mexanizmini ishga tushiradi: o‘quvchi o‘z tushunchasidagi xatoni ongida qayta ko‘rib chiqadi va to‘g‘rilaydi. Kognitiv psixologiyaning tadqiqotlari tezkor fikr-mulohaza xotira konsolidatsiyasini 35 foizga kuchaytirishini va noto‘g‘ri bilimlarni (misconceptions) tuzatishda an’anaviy usullarga nisbatan 2 baravar samarali ekanligini isbotlagan [7].

Beshinchi mexanizm – motivatsion va emotsional faollashuv. Interfaol metodlar o‘quvchilarda ichki motivatsiyani kuchaytiradi, chunki ular mustaqillik, kompetentlik va aloqadorlik kabi asosiy psixologik ehtiyojlarni qondiradi [8]. Dopamin va norepinefrin kabi neurotransmitterlarning faollashuvi eslab qolish jarayonlarini modulyatsiya qiladi. Qiziqarli va qiyinchilik tug‘diruvchi interfaol topshiriqlar miyaning mukofot tizimini (nucleus accumbens) faollashtiradi, bu esa o‘quv materialiga nisbatan ijobiy emotsional munosabatni mustahkamlaydi. Uzoq muddatli kuzatuvlar interfaol metodlarda o‘quvchilarning darsga sodiqligi (engagement) an’anaviy usullarga nisbatan 2,3 baravar yuqori ekanligini va bu bevosita bilim sifatiga ta’sir qilishini ko‘rsatadi [9].

Oltinchi mexanizm – transfer va umumlashtirish qobiliyatining rivojlanishi. Interfaol metodlarda o‘quvchi bilimni faqat reproduktiv emas, balki yangi kontekstlarda qo‘llashga o‘rganadi. Muammoli ta’lim va loyiha asosidagi ta’lim o‘quvchilarda analitik va sintez qilish qobiliyatlarini rivojlantiradi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, interfaol metodlar bilan o'qigan o'quvchilar bilimni real hayotiy vaziyatlarga transfer qilishda an'anaviy usullarda o'qigan tengdoshlaridan 50 foizga yuqori natija ko'rsatadi [10].

Interfaol metodlarning ta'sir mexanizmlari kognitiv (faol ishlov berish, fikr-mulohaza), ijtimoiy (konstruktiv o'zaro ta'sir), neyrobiologik (multimodal integratsiya, dopaminerik faollashuv) va metakognitiv (o'z-o'zini nazorat qilish, transfer) darajalarda amal qiladi. Ushbu mexanizmlarning sinergiyasi bilim olish jarayonining samaradorligini an'anaviy usullarga nisbatan 35-75 foizga oshirishga olib keladi. Shuning uchun interfaol metodlarni ta'lim jarayoniga tizimli va ilmiy asoslangan holda joriy etish zamonaviy didaktikaning ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. DeKeyser, R. (2017). Practice in Second Language Learning. Cambridge University Press.
2. Hattie, J. (2019). Visible Learning for Teachers. Routledge.
10. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in Society. Harvard University Press.
11. Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2018). Cooperative Learning. Comparative Professional Pedagogy, 8(1), 62-68.
12. Shams, L., & Seitz, A. R. (2008). Benefits of multisensory learning. Trends in Cognitive Sciences, 12(11), 411-417.
13. Mayer, R. E. (2020). Multimedia Learning (3rd ed.). Cambridge University Press.
14. Butler, D. L., & Winne, P. H. (2015). Feedback and Self-Regulated Learning. Review of Educational Research, 85(3), 245-291.
9. Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2017). Self-Determination Theory. Guilford Press.
10. Fredricks, J. A., Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (2019). Handbook of Student Engagement Interventions. Academic Press.
11. Barrett, T. (2017). A New Model of Problem-based Learning. Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning, 11(2), 11-19.

FIZIK JARAYONLARNI VIZUALLASHTIRISHDA RAQAMLI MODELLASHTIRISHNING AN’ANAVIY LABORATORIYA ISHLARI BILAN INTEGRATSIYASI

Sh. Zamonova, N. Qobulova, S. Farmonova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bugungi kunda fizika ta’limida faqat an’anaviy asbob-uskunalar bilan cheklanish ko‘pincha mikrodunyo yoki juda tez sodir bo‘ladigan jarayonlarni (masalan, kvant effektlari, elektromagnit to‘lqinlar tarqalishi) to‘liq anglash imkonini bermaydi. Raqamli modellashtirish va real eksperiment integratsiyasi o‘quv jarayonini interaktiv va samarali qilishning asosiy omilidir [3].

Fizika ta’limida raqamli modellashtirish va an’anaviy laboratoriya ishlarining integratsiyasi o‘quv jarayonining samaradorligini oshirishda bir necha asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha namoyon bo‘ladi. Birinchi navbatda, gibrid laboratoriya modeli o‘quvchilarga nazariya va amaliyot o‘rtasidagi bog‘liqlikni chuqur anglash imkonini beradi. Bunda o‘quvchi dastlab real asbob-uskunalar yordamida tajriba o‘tkazib, tabiiy muhitdagi o‘lchash xatoliklari va tashqi omillar ta’sirini kuzatadi. So‘ngra raqamli modelga o‘tib, fizik parametrlarni (masalan, ishqalanish koeffitsientini nolga tushirish yoki gravitatsiya kuchini o‘zgartirish) erkin boshqarish orqali jarayonning ideal holatini tahlil qiladi. Bunday qiyosiy yondashuv real va nazariy natijalar orasidagi tafovutni aniqlash hamda xatoliklar sababini tushunish ko‘nikmasini shakllantiradi [7].

Ikkinchi muhim yo‘nalish - ko‘zga ko‘rinmas fizik jarayonlarni vizuallashtirishdir. An’anaviy laboratoriya sharoitida elektr tokining oqimi, magnit maydon chiziqlari yoki molekulalarning xotik harakati kabi yashirin hodisalarni bevosita kuzatish imkonsiz. Raqamli simulyatsiyalar esa ushbu abstrakt tushunchalarni dinamik grafiklar va animatsiyalar shakliga o‘tkazib, o‘quvchining vizual tasavvurini boyitadi [5]. Bu nafaqat fanga bo‘lgan qiziqishni oshiradi, balki murakkab qonuniyatlarni oson o‘zlashtirishga xizmat qiladi.

Nihoyat, integratsiya xavfsizlikni ta’minlash va resurslarni tejash masalalarida ham hal qiluvchi ahamiyatga ega. Yuqori kuchlanishli elektr zanjirlari, radioaktiv yemirilish yoki portlash ehtimoli bo‘lgan kimyoviy-fizik jarayonlarni bevosita real laboratoriyada o‘rganish xavfli bo‘lishi mumkin. Bunday hollarda virtual modellar talabalar uchun xavfsiz mashg‘ulot maydonini yaratadi [6]. Shu bilan birga, qimmatbaho reaktivlar va noyob asbob-uskunalar bo‘lgan ehtiyojni kamaytirish orqali ta’lim muassasasi xarajatlarini optimallashtirishga imkon beradi.

Integratsiyalashgan laboratoriya ishlari zamonaviy ta’lim jarayonida o‘ziga xos didaktik platforma bo‘lib xizmat qiladi va bir-birini to‘ldiruvchi quyidagi muhim funksiyalarni bajaradi:

Kognitiv (bilish) funksiyasi. Raqamli modellashtirish yordamida murakkab va abstrakt fizik qonuniyatlar (masalan, elektromagnit maydon dinamikasi) aniq vizual obrazlarga aylantiriladi [9]. Bu talabalarga hodisaning ichki, bevosita kuzatib bo‘lmaydigan mexanizmlarini ko‘z oldiga keltirish va nazariy bilimlarni chuqur anglash imkonini beradi. Natijada, fizik tushunchalar xotirada mustahkam va tizimli shakllanadi.

Evristik (tadqiqotchilik) funksiyasi. Mazkur yondashuv o‘quvchini passiv axborot qabul qiluvchidan faol tadqiqotchiga aylantiradi. Interaktiv simulyatsiyalar orqali talaba "Agar tizim parametrlarini o‘zgartirsam, natija qanday bo‘ladi?" degan savolga real vaqt rejimida javob topadi [8]. Bunday tezkor qayta aloqa mustaqil ilmiy farazlarni ilgari surish, ularni tekshirish va muammoli vaziyatlarni tahlil qilish orqali kreativ fikrlashni rivojlantiradi.

Metodik va amaliy funksiyasi. Real eksperimentni raqamli texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirish talabalarda muhandislik tafakkuri va IT-savodxonlikni sinxron tarzda o‘stiradi [4]. Real asbob bilan ishlashda amaliy ko‘nikmalar shakllansa, raqamli model bilan ishlashda ma’lumotlarni interpretatsiya qilish va algoritmash malakasi oshadi. Bu esa bo‘lajak mutaxassislarining texnologik jarayonlarni boshqarish hamda ilmiy ma’lumotlar bilan ishlash bo‘yicha professional kompetensiyalarini yangi sifat

bosqichiga olib chiqadi.

Ushbu tahlillar va metodik yondashuvlar shuni ko'rsatadiki, raqamli modellashtirish va an'anaviy eksperimentlarning sintezi zamonaviy fizika ta'limining eng samarali modelini tashkil etadi. Mazkur integratsiyalashgan yondashuv, birinchi navbatda, nazariya va amaliyotning mustahkam uyg'unligini ta'minlaydi [6]. An'anaviy laboratoriya ishlari o'quvchilarda real asboblardan ishlash va tabiiy jarayonlarni bevosita his qilish ko'nikmasini shakllantirsa, raqamli modellar ushbu jarayonlarning ideal va nazariy asoslarini ko'rsatib beradi. Bu ikki yondashuvning birlashishi o'quvchida dunyoning fizik manzarasi haqida yaxlit va fundamental tasavvur uyg'otishga xizmat qiladi.

Shu bilan birga, integratsiyalashgan muhit talabalarning tadqiqotchilik kompetensiyasini yangi bosqichga ko'taradi. O'quvchi endilikda shunchaki tayyor natijalarni qayd etuvchi ijrochi emas, balki mustaqil farazlar tuzuvchi va ularni virtual hamda real muhitda tekshiruvchi faol tadqiqotchiga aylanadi [2]. Bu esa muammoli ta'lim tamoyillarini amaliyotga tatbiq etish va o'quvchining intellektual salohiyatini ro'yobga chiqarish imkonini beradi. Mazkur jarayonda nafaqat fizik bilimlar, balki bugungi kun uchun hayotiy zarur bo'lgan IT-savodxonlik, algoritmik fikrlash va muhandislik tafakkuri kabi zamonaviy ko'nikmalar ham sinxron tarzda rivojlanadi.

Ta'lim samaradorligi nuqtai nazaridan qaraganda, vizualizatsiya imkoniyatlarining kengayishi va xavfsiz virtual muhitning mavjudligi murakkab mavzularni o'zlashtirish vaqtini sezilarli darajada qisqartiradi hamda o'quv motivatsiyasini oshiradi. Yakuniy xulosa sifatida aytish mumkinki, raqamli modellashtirish an'anaviy laboratoriyaning o'rnini bosuvchi vosita emas, balki uni yangi intellektual darajaga ko'taruvchi kuchli didaktik vositadir. Ushbu metodikani keng joriy etish yuqori malakali, texnologik fikrlaydigan va zamonaviy tadqiqotchilik ko'nikmalariga ega kadrlarni tayyorlashning muhim shartidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qarori. "2022-2026-yillarda xalq ta'limini rivojlantirish bo'yicha milliy dasturni tasdiqlash to'g'risida".
2. Begmatova D.M. "Fizika o'qitishda zamonaviy texnologiyalar". – Toshkent: "Noshir", 2021.
3. Jo'rayev M. "Fizika o'qitish metodikasi". – Toshkent: "O'qituvchi", 2015.
4. Ismoilov T. "STEAM ta'lim texnologiyasi: muammo va yechimlar". – Toshkent, 2022.
5. Беляев И.В. "Интеграция натурального и виртуального экспериментов в процессе обучения физике". // Журнал "Физика в школе". – Москва, 2019. – №4.
6. Капустин Ю.И. "Педагогические технологии в условиях цифровизации образования". – Москва: Академия, 2020.
7. Wieman C. E., et al. "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics". // The Physics Teacher, 2008.
8. Finkelstein N. D., et al. "When learning about the real world is better done virtually". // Physical Review Special Topics - PER, 2005.
9. Kozhevnikov M., et al. "The Role of Visualization in Learning Physics". // Journal of Educational Psychology, 2017.

TABIIY FANLAR YO‘NALISHIDA TA‘LIMNING INNOVATSION USULLARINI JORIY ETISH METODIKASI

Baxtiyor Abdullayev

Guliston Davlat Universiteti, 120100 Guliston, O‘zbekiston

Fan va texnika taraqqiyoti, innovatsion texnologiyalarni o‘zlashtirish bilan bog‘liq bo‘lgan o‘zgarishlar yangi ijtimoiy-iqtisodiy, siyosiy va madaniy o‘zgarishlarni keltirib chiqarmoqda. Bunday o‘zgarishlar globallashtirish sharoitida barcha sohalarida kuchli raqobat muhitini shakllantirib, o‘z navbatida ta‘lim sohasiga nisbatan yangi talablarni qo‘ymoqda. Masalan, tabiatni o‘rganishga bo‘lgan intilish insoniyatning ibtidoiy jamoa tuzumidan boshlangan va bugungi kunda ilm-fanning yuksak darajadagi taraqqiyot darajasi qaramasdan, hozirda ham o‘rganilmoqda. U paytlarda tabiat haqidagi ilmiy ma‘lumotlarning yetarli emasligi insonlarning axborot bilan ta‘minlanish imkoniyati cheklangan bo‘lsa, bugungi kunda axborotlar hajmining o‘ta kengligi ular orasidan muhimlarini ajratib olish muammosini keltirib chiqarmoqda. Mazkur muammo pedagogik qarashlar, ta‘limdagi yondashuvlarning modernizatsiya qilishni ya‘ni, ta‘lim tizimiga innovatsion usullarni joriy etishni talab qiladi.

Bugungi kundagi ta‘lim tizimi faoliyatini takomillashtirish zarurati, umumiy o‘rta ta‘limni sifat bosqichiga ko‘tarish, raqobatbardosh kadrlarni tayyorlab berish masalasi ilg‘or xorijiy tajribalari, xalqaro baholash dasturlari talablarini inobatga olgan holda o‘qitish metodikasi pedagogik-psixologik jihatdan muhim hisoblanadi.

Jumladan, evristik o‘qitish metodini qo‘llashda o‘qituvchi o‘quvchilar bilan hamkorlikda hal etilishi zarur bo‘lgan masalani aniqlab oladi. O‘quvchilar esa mustaqil ravishda taklif etilgan masalani tadqiq etish jarayonida zaruriy bilimlarni o‘zlashtirib oladilar va uning yechimi bo‘yicha boshqa vaziyatlar bilan taqqoslaydi. O‘rnatilgan masalani yechish davomida o‘quvchilar ilmiy bilish metodlarini o‘zlashtirib tadqiqotchilik faoliyatini olib borish ko‘nikmasi tajribasini egallaydilar. O‘quvchilarga mavzuni mustahkamlash uchun sodda fikrlashga undaydigan va isbot talab qiladigan topshiriq berish kerak. Masalan: Qish faslida ovchi ovga chiqibdi. Uchib ketayotgan g‘ozlar galasiga ko‘zi tushibdi va ulardan birini nishonga olib o‘q uzibdi. Mahoratli ovchi nishonda adashmabdi. G‘oz ucha olmay muz bilan qoplangan daryoning o‘rtasiga qulabdi. Ovchi daryo bo‘yiga kelibdi, qarasa g‘oz daryoning o‘rtasida yotgan ekan. Muz ovchini ko‘tara olmaydi. Ovchi g‘ozni olishi kerak. Ovchining qo‘lida quroldan boshqa narsa yo‘q, faqat bitta iloji bor daryoga tushishi kerak.

Ovchi qanday qilib muzlagan daryoning o‘rtasida yotgan yaralangan g‘ozni olib chiqadi?

O‘quvchilar tomonidan berilgan masala tahlil qilinadi va o‘tilgan mavzuga tayangan holda javob beriladi. Ovchining og‘irligi bitta nuqtaga ya‘ni kichik yuzaga emas katta yuzaga taqsimlanishi kerak. U uchun ovchi muzga yotgan holda tushishi kerak, shundagina og‘irlik butun tanaga taqimlanadi va muz yorilib ketmaydi. Yani ovchi muzni yormasdan daryoga tushib g‘ozni olib chiqishi kerak. Formuladan ko‘rindiki $P = F/S$ yuza qancha katta bo‘lsa bosim shuncha marta kichik bo‘ladi. F kuch bu yerda og‘irlik kuchi ya‘ni mg ga teng. $F=mg$. F ovchining og‘irligiga teng. Ovchining og‘irligi esa ko‘rilayotgan masalamizda o‘zgarmasdir. Muz yorilmasligi uchun bosim kichik bo‘lishi kerak. Ushbu masalani yechish jarayonida o‘quvchilar “Bosim va uning yuzaga bog‘liqligi” mavzusini mustahkamlaydi, formulaning mazmunini tahlil qilishda o‘zlashtira olmagan o‘quvchilar ham o‘zlashtirib olishiga erishiladi.

“Jismlarning aylanishi” mavzusidan quyidagi fikr to‘g‘irligi so‘rash orqali o‘quvchilarni bilimi tekshiriladi. “Biz oyni to‘liq ko‘ramiz. Berilgan fikrga munosabatingiz qanday? Fikr to‘g‘rimi?”

1. Fikrning to‘g‘ri yoki to‘g‘ri emasligini bir nechta mulohazalar bilan tushuntiring.
2. Javobingizni qaysi fizik qonunlarga asoslanib aytayotganingizni to‘liq bayon qiling.

O‘quvchi mavzuni va formulalarni fizik ma‘nosini tushungan bo‘lsa tahlil qila oladi.

Ya‘ni:

Avvalo yer va oylarning o‘z o‘qida aylanishini hisoblaymiz.

$$F = ma \quad (1) \quad F = G \frac{m \cdot M}{r^2} \quad (2) \quad a = \frac{v^2}{r} \quad (3)$$

(2) va (3) larni (1) olib borib qo‘yamiz. Va quyidagini olamiz:

$$v^2 = G \frac{M}{r} \quad (4)$$

$v = \frac{2\pi r}{T}$ ni (4) ga olib qo‘yamiz va bu yerdan T ni topamiz.

$$T^2 = \frac{2\pi r^3}{GM} \quad (5)$$

(5) formuladan oy va yer uchun aylanish davrlarini topamiz. Hisoblab ko‘rilsa ikkalasinining aylanish davrlari teng chiqadi.

Demak, yer sharining ixtiyoriy nuqtasida turgan odam oyning faqat bir tomonini ko‘ramiz. Sabab shuki, aylanish davrlari teng bo‘lgandan keyin ularning o‘z o‘qlari atrofida aylanishi bir xil bo‘ladi. Natijada oy yer bilan bir xil aylanadi.

Evristik metod o‘qituvchilardan ijodiy xususiyat kasb etuvchi yuqori darajadagi bilish faoliyatini tashkil eta olish ko‘nikma va malakalariga ega bo‘lishni taqozo etadi. Buning natijasida o‘quvchilar mustaqil ravishda yangi bilimlarni o‘zlashtira oladilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Isabel Gedgrave “Modern Teaching of Physics”. 2009
2. Abdullayev B.A. Tabiiy fanlar yo‘nalishida ta’lim sifatini oshirishda ta’limning innovatsion shakllari va usullarini joriy etish. Ped.fan. (PhD) diss.avtoreferati. Namangan, 2025.
3. <http://www.physics.ox.ac.uk>
4. <http://www.phy.cam.ac.uk>

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA MEDIA TA’LIM ORQALI MUSTAQIL O‘QISH KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

U.H. Omonqulova, S.O. Ergasheva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy ta’lim tizimida fizika kabi fundamental fanlarni o‘qitish nafaqat nazariy bilimlarni berish, balki ularni real hayotiy jarayonlar bilan bog‘lashni talab etadi. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlari ko‘pincha tayyor yo‘riqnomalar asosida “nusxa ko‘chirish” xarakteriga ega bo‘lib qolmoqda, bu esa talabalarda ijodiy yondashuvni cheklaydi.

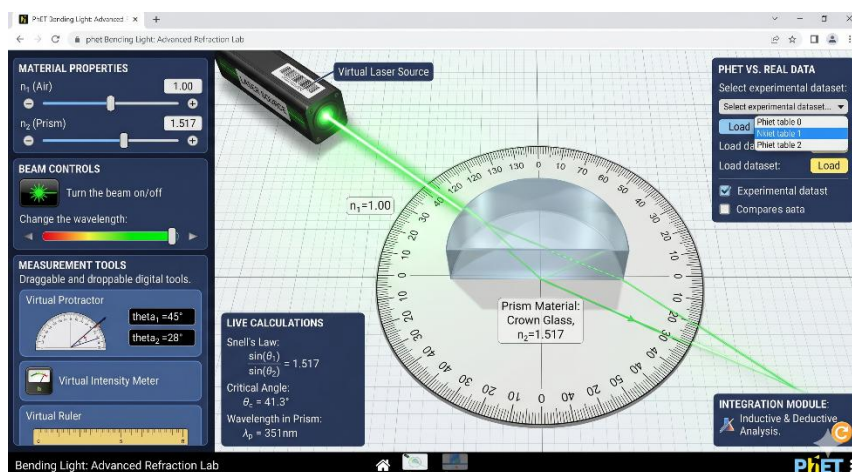
Loyiha usuli esa talabani markazga qo‘ygan holda, unga aniq bir fizik muammoni mustaqil tadqiq qilish imkonini beradi. Bu usul yordamida laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish o‘quvchilarning nafaqat laboratoriya jihozlari bilan ishlash malakasini, balki ma’lumotlarni tahlil qilish, xulosalar chiqarish va jamoada ishlash kabi muhim kompetensiyalarini shakllantiradi.

O‘quvchilarning mustaqil izlanuvchanlik faoliyatini tashkil etishda PhET interaktiv simulyatsiyalari kabi mediata’lim resurslari nazariy bilimlarni vizuallashtirishning asosiy vositasi bo‘lib xizmat qiladi

Mavzuni o‘qitishda didaktik samaradorlikka erishish va mustaqil ta’limni tashkil etishda quyidagi bosqichlarni amalga oshirishni taklif etamiz:

1. *Vizual kuzatish.* PHET simulyatsiyalari an’anaviy laboratoriyada ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan mikrodunyoni va abstrakt jarayonlarni vizuallashtiradi. Vizual kuzatish bosqichida talaba real qurilmada ilg‘ab bo‘lmaydigan parametrlar (masalan, elektronlar oqimi, magnit maydon chiziqlari) ustida sifat tahlilini olib boradi. Bu esa nazariy modelni vizual xotira bilan mustahkamlaydi.

2. *Tanqidiy tahlil.* Simulyatsiya shunchaki rasm emas, balki interaktiv tajriba maydonidir. Bu yerda talaba agar bunday qilsam, nima bo‘ladi? degan savol orqali tahlil yuritadi. Tanqidiy tahlil jarayonida virtual o‘lchash asboblari yordamida olingan ma’lumotlarning aniqligi tekshiriladi. Talaba simulyatsiya yaratgan ideal sharoit bilan real laboratoriyadagi xatoliklar (instrumental va tasodifiy) o‘rtasidagi farqni tahlil qilib, fizik jarayonning tub mohiyatini anglaydi.



1-rasm. Yorug‘likning sinishi mavzusiga doir virtual laboratoriya.

3. *Nazariy yakun.* Loyiha usulining yakuniy bosqichi bo‘lib, bunda barcha vizual va tahliliy ma’lumotlar ilmiy xulosaga keltiriladi. Nazariy yakun bosqichida loyiha ishtirokchilari PHET simulyatsiyasidan olingan empirik bog‘liqliklarni matematik modellashtiradilar. Masalan, yorug‘likning sinish ko‘rsatkichi muhitning tabiati va to‘lqin uzunligiga bog‘liqligi haqida ilmiy asoslangan xulosalar

shakllantiriladi. Bu jarayon talabalarda induktiv va deduktiv fikrlashni integratsiyalashga xizmat qiladi.

Fizika laboratoriya mashg‘ulotlarini loyiha usuli va PHET simulyatsiyalari asosida tashkil etish, ta’lim sifatini oshirishning strategik yo‘nalishidir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy “ko‘rsatmali” laboratoriyadan “tadqiqotchi” modeliga o‘tish talabalarning mustaqil fikrlash darajasini sezilarli darajada oshiradi. Vizual kuzatish jarayonlarining raqamli modellar bilan boyitilishi, murakkab fizik qonuniyatlarni (optika, kvant fizikasi) tushunishni osonlashtiradi. Tanqidiy tahlil va nazariy yakun bosqichlari esa nazariya va amaliyot o‘rtasidagi “bo‘shliqni”

to‘ldirib, talabalarda amaliy kompetensiyalarni shakllantiradi. Xulosa qilib aytganda, ushbu yondashuv bo‘lajak mutaxassislarni innovatsion muhandislik va ilmiy faoliyatga tayyorlashning eng samarali vositasidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kramer, S. (2014). Project-Based Learning in the Science Classroom. Educational Leadership.
2. Turdiyev, M. A. (2020). Fizika laboratoriya mashg‘ulotlarida virtual stendlardan foydalanish metodikasi. O‘zbekiston Milliy universiteti xabarlar.
3. Ismoilov, N. (2023). Zamonaviy fizika ta’limida STEM yondashuvi: Muammo va yechimlar. Pedagogik mahorat jurnali.
5. [Phet.colorado.edu](https://phet.colorado.edu) — Interactive Simulations for Science and Math. (Elektron resurs).

FIZIKANI O‘QITISHDA KOMPETENSIYAVIY YONDASHUVNING NAZARIY ASOSLARI VA AMALIY YECHIMLARI

Sh. Zamonova, J. Toshpo‘latov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi globallashuv sharoitida ta’lim tizimi oldiga o‘quvchini har tomonlama rivojlantirish, uning mustaqil fikrlashi hamda egallagan bilimlarini amaliy faoliyat jarayonida samarali qo‘llay olish qobiliyatini shakllantirish vazifasi qo‘yilmoqda. Fizika o‘qitishning ustuvor maqsadi o‘quvchilarda tayyor bilimlarni shakllantirish bilan cheklanib qolmay, balki ularning ilmiy tafakkurini, muammoni hal qilish kompetensiyasini va amaliy faoliyatga tayyorgarligini rivojlantirishdan iboratdir. Shu nuqtai nazardan, kompetensiyaviy yondashuv ta’limning metodologik asosi sifatida qaraladi.

Kompetensiya tushunchasi xalqaro ilmiy tadqiqotlarda shaxsning murakkab faoliyatni samarali bajarishga tayyorligini ifodalovchi integrativ sifat sifatida talqin etiladi va Organisation for Economic Co-operation and Development tomonidan ishlab chiqilgan yondashuvga ko‘ra, u bilim, ko‘nikma, munosabat va qadriyatlarning uyg‘unlashuvi asosida shakllanib, murakkab vazifalarni hal etish qobiliyatini ifodalaydi [1].

Kompetensiyaviy yondashuvning nazariy asoslari konstruktivizm, ya’ni bilimni o‘quvchi tomonidan faol ravishda qurish g‘oyasiga asoslangan ta’lim nazariyasiga tayanadi. Fizika ta’limida bu jarayon tajriba, kuzatish va modellashtirish orqali amalga oshiriladi. David Hestenes tomonidan ishlab chiqilgan modeling instruction nazariyasiga ko‘ra, fizik tushunchalarni modellar orqali o‘zlashtirish o‘quvchilarning konseptual bilim darajasini oshirishda samarali vosita hisoblanadi [2]. Zamonaviy tadqiqotlarda konseptual bilim darajasi o‘quvchilarning fizik tushunchalar va qonunlarning mazmunini anglash hamda ularni turli vaziyatlarda qo‘llay olish qobiliyati sifatida qaraladi.

Shu bilan birga, fizika ta’limida representativ kompetensiya o‘quvchilarning bilimni turli shakllarda ifodalash qobiliyati sifatida muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Shaaron Ainsworth tomonidan ishlab chiqilgan multiple representations nazariyasiga ko‘ra, bilimlarni grafik, diagramma va formulalar orqali ifodalash tushunchaviy o‘zlashtirishni chuqurlashtiradi va muammoni hal qilish samaradorligini oshiradi [3]. Nazariy asoslardan kelib chiqib, fizika ta’limida kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirish muammoli o‘qitish, modellashtirish va loyiha asosida o‘qitish texnologiyalariga tayanadi. Joseph Krajcik tomonidan asoslangan loyiha asosida o‘qitish modeli o‘quvchilarda ilmiy izlanish va tahliliy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi [4].

Nazariy asoslardan kelib chiqib, fizika ta’limida kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirishning amaliy yechimlari sifatida muammoli vaziyatlarga asoslangan o‘qitish, modellashtirish, loyiha asosida o‘qitish, laboratoriya mashg‘ulotlarini kengaytirish, raqamli texnologiyalarni joriy etish hamda differensial yondashuvni qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi. Zawacki-Richter va boshqalar tomonidan o‘tkazilgan sistematik tahlil natijalariga ko‘ra, sun‘iy intellekt asosidagi ta’lim texnologiyalari o‘quvchilarning individual xususiyatlarini hisobga olgan holda ta’lim samaradorligini oshiradi [5]. Ushbu yondashuvlar o‘quvchilarning konseptual bilim darajasi, muammoni hal qilish ko‘nikmasi va amaliy faoliyat kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi hamda tadqiqotning eksperimental qismida kompleks tarzda qo‘llanildi.

Mazkur nazariy va metodik yondashuvlarning samaradorligini aniqlash maqsadida tajriba – sinov ishlari Surxondaryo viloyati Sho‘rchi tumani umumta’lim maktabining 10-sinf o‘quvchilari ishtirokida olib borildi. Tadqiqotda 10-“A” sinf nazorat guruhi (26 nafar) sifatida an‘anaviy metod asosida, 10-“B” sinf esa tajriba guruhi (27 nafar) sifatida kompetensiyaviy yondashuv asosida, ya’ni muammoli ta’lim, modellashtirish va loyiha asosida o‘qitish, raqamli texnologiyalarini qo‘llagan holda tashkil etildi. Baholash mezonlari sifatida o‘quvchilarning konseptual bilim darajasi, muammoni hal qilish ko‘nikmasi hamda amaliy faoliyat kompetensiyasi tanlandi.

Tadqiqot natijalari kompetensiyaviy yondashuv asosida tashkil etilgan ta'lim jarayonining yuqori samaradorligini ko'rsatdi. Xususan, tajriba guruhida o'quvchilarning konseptual bilim darajasi 47,8% dan 69,4% gacha oshgan bo'lsa, nazorat guruhida bu ko'rsatkich 48,5% dan 56,2% gacha o'sdi. Shu bilan birga, tajriba guruhida o'quvchilarning muammoni hal qilish ko'nikmalari va amaliy faoliyat kompetensiyasining rivojlanish darajasi sezilarli darajada yuqori bo'lgani kuzatildi. Ushbu natijalar kompetensiyaviy yondashuvning ta'lim samaradorligini oshirishdagi ustunligini tasdiqlaydi. Zamonova Sh.S. tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda ham muammoli ta'lim texnologiyalarining o'quv kompetensiyalarini rivojlantirishdagi samaradorligi ilmiy asoslab berilgan [6].

O'tkazilgan tadqiqot natijalariga asoslanib, fizika ta'limida kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirishning amaliy yo'naltirilgan integratsion modeli ishlab chiqildi. Ushbu model muammoli ta'lim, modellashtirish va loyiha asosida o'qitish, raqamli texnologiyalarning o'zaro uyg'unlashuvi asosida tashkil etilib, o'quvchilarning konseptual bilimlari va amaliy kompetensiyalarini kompleks rivojlantirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, fizika ta'limida kompetensiyaviy yondashuv nazariy jihatdan konstruktivizmga, metodik jihatdan muammoli va loyiha asosida o'qitishga, amaliy jihatdan esa eksperimental faoliyatga tayanadi. Mazkur yondashuvni tizimli joriy etish o'quvchilarning ilmiy tafakkurini rivojlantirish va ta'lim sifatini oshirishning muhim omili hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. OECD. The Future of Education and Skills: Education 2030. – Paris: OECD Publishing, 2021.
2. Hestenes D. Modeling theory for math and science education. – American Journal of Physics, 2021, Vol. 89(1), pp. 8–16.
3. Ainsworth S. DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. – Learning and Instruction, 2006, Vol. 16, pp. 183–198.
4. Krajcik J.S., Blumenfeld P.C. Project-based learning. – Cambridge Handbook of the Learning Sciences. – Cambridge University Press, 2022.
5. Zawacki-Richter O., Bond M., et al. Systematic review of research on artificial intelligence applications in education. – Computers & Education, 2019, Vol. 140.
6. Zamonova Sh.S. Bo'lajak fizika o'qituvchilarini muammoli ta'lim texnologiyalari asosida o'qitish kompetensiyalarini rivojlantirish // Fizika, matematika va informatika xalqaro ilmiy-uslubiy jurnal. – Toshkent, 2025, №1, B. 16–22.

UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA TABIIY FANLARNI O'QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI

Muxlisa Shaymardanova, Bahora Rajabboyeva

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti Aniq Fanlar Oliy Pedagogika Maktabi, Shahrisabz, O'zbekiston

Bugungi kunda ta'lim tizimida sifatli ta'lim berish va o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashini rivojlantirish dolzarb masalalardan biridir. Fizika va astronomiya fanlari tabiat va koinot qonuniyatlarini o'rganishga xizmat qiladi. Ushbu fanlarni o'qitishda zamonaviy metodlardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshiradi.

Fizika va astronomiya fanlarini o'qitishda zamonaviy pedagogik metodlar o'quvchini ta'lim jarayonining faol ishtirokchisiga aylantiradi. Interfaol metodlar — “Aqliy hujum”, “Klaster”, “Insert” kabi usullar o'quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantiradi.

Fizika fanida tajriba va laboratoriya ishlari muhim o'rin tutadi. Real va virtual laboratoriyalar orqali o'quvchilar fizik qonuniyatlarni amaliy jihatdan o'rganadilar. Astronomiya fanida esa kuzatuv metodlari asosiy ahamiyatga ega bo'lib, teleskop va planetariy dasturlari yordamida osmon jismlarini kuzatish imkoniyati yaratiladi. STEAM yondashuvi fanlar integratsiyasini ta'minlab, nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'laydi. Masalan, Nyuton qonunlarini raketa modeli yoki oddiy konstruktsiyalar orqali tushuntirish mumkin.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari yordamida murakkab jarayonlarni vizual tarzda ko'rsatish, virtual tajribalar o'tkazish va simulyatsiyalarni qo'llash ta'lim sifatini oshiradi.

Xulosa qilib aytganda, zamonaviy metodlardan foydalanish fizika va astronomiya fanlarini o'qitish samaradorligini oshiradi. Bu esa o'quvchilarda ilmiy tafakkur, mustaqil fikrlash va amaliy ko'nikmalarni rivojlantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Djo'rayev M. Fizika o'qitish metodikasi. Toshkent, 2015.
2. Karlibayeva G.E. Fizika o'qitish metodikasi samaradorligini oshirish yo'llari. Toshkent, 2014.
3. O'zbekiston Respublikasi Davlat ta'lim standartlari (fizika va astronomiya).
4. Kerimbayev N. va boshqalar. Methodical aspects of informatization of physics education. 2015.
5. Yavoruk O. Concept learning in physics classroom. 2018.

ARXIMED QONUNI MAVZUSINI O‘RGANISHDA EVERISTIK METODDAN FOYDALANISH

Zamira Avulova¹, Zuhra Boltayeva¹, Charos Eshboyeva¹

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O‘zbekiston

Fizika fanida suyuqliklar va gazlar mexanikasi muhim o‘rin tutadi. Shu bo‘limning asosiy qonunlaridan biri — Arximed qonuni hisoblanadi. Bu qonun jismlarning suyuqlik yoki gaz ichida qanday harakatlanishini, suzishini yoki cho‘kishini tushuntirib beradi. Arximed qonuni nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham juda katta ahamiyatga ega. Shu sababli uni o‘quvchilarga to‘g‘ri va samarali o‘rgatish muhim pedagogik vazifalardan biridir.

Arximed qonunining mazmuni va mohiyati.

Suyuqlik yoki gaz ichiga to‘liq yoki qisman botirilgan jismga yuqoriga yo‘nalgan ko‘taruvchi kuch ta‘sir qiladi va bu kuch jism siqib chiqargan suyuqlik (yoki gaz) og‘irligiga teng bo‘ladi. Matematik ifodasi:

$$F_a = \rho \cdot g \cdot V$$

Bu yerda: F_a — Arximed kuchi, ρ — suyuqlik zichligi, g — erkin tushish tezlanishi, V — jism siqib chiqargan suyuqlik hajmi

Ko‘taruvchi kuch doimo yuqoriga yo‘nalgan. Jismning shakliga emas, hajmiga bog‘liq. Suyuqlik zichligi ortsa, kuch ham ortadi. Gazlarda ham amal qiladi. Arximed qonuni kundalik hayotda keng qo‘llaniladi. Kemalar suzishi. Katta temir kemalar suvdan og‘ir bo‘lsa ham, ular ichidagi bo‘shliq sababli umumiy zichligi kichik bo‘ladi va suzadi. Havo sharlarining uchishi. Issiq havo sharlarida zichlik kamayadi, natijada ko‘taruvchi kuch ortadi. Suv osti kemalari. Suv osti kemalari suvni qabul qilish yoki chiqarish orqali o‘z zichligini o‘zgartirib, cho‘kadi yoki ko‘tariladi. Arximed qonuni yordamida jismlarning zichligi aniqlanadi.

Arximed qonunini o‘qitishning maqsadi. O‘quvchilarga quyidagilarni tushuntirish. Ko‘taruvchi kuch tushunchasi. Suzish va cho‘kish shartlari

Zichlik va hajm o‘rtasidagi bog‘liqlik

Arximed qonunini o‘qitish metodikasi. Tushuntirish metodi. O‘qituvchi qonunni oddiy hayotiy misollar bilan tushuntiradi. Yog‘och suvda suzadi. Temir esa cho‘kadi. Ko‘rgazmali metod. Quyidagi tajribalar o‘tkaziladi: Suvga turli jismlarni tashlab kuzatish. Dinamometr yordamida og‘irlikni o‘lchash. Suvga botirilganda og‘irlik kamayishini ko‘rsatish.

Tajriba metodi. O‘quvchilar mustaqil tajriba o‘tkazadi. Jismni havoda va suvda tortib farqini toppish. Muammoli o‘qitish. Savollar orqali o‘quvchini o‘ylantirish. Nega kema cho‘kmaydi? Nega odam suvda yengilroq bo‘ladi? Interfaol metodlar, “Aqliy hujum”, “Klaster”, “Savol-javob”, Guruhlarda ishlash Darsni tashkil etish bosqichlari.

Arximed qonuni fizikaning muhim qonunlaridan biri bo‘lib, u ko‘plab tabiiy va texnik jarayonlarni tushuntiradi. Uni samarali o‘qitish uchun nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy tajribalar, interfaol metodlar va hayotiy misollardan foydalanish zarur. Shunda o‘quvchilar mavzuni chuqur va oson o‘zlashtiradi. Arximed qonunining asosiy afzalligi shundaki, u faqat nazariy tushuncha bo‘lib qolmay, balki kundalik hayot bilan bevosita bog‘liqdir. Kemalarning suzishi, suv osti kemalarining harakati, havo sharlarining osmonga ko‘tarilishi kabi jarayonlar aynan shu qonun asosida izohlanadi. Shu jihatdan, bu mavzuni o‘qitishda real hayotiy misollarni keltirish o‘quvchilarning qiziqishini oshiradi va bilimni mustahkamlaydi. Umuman olganda, Arximed qonuni va uni o‘qitish metodikasi o‘zaro chambarchas bog‘liq bo‘lib, to‘g‘ri tashkil etilgan dars jarayoni orqali o‘quvchilar ushbu mavzuni oson, tushunarli va qiziqarli tarzda o‘zlashtirishi mumkin. Natijada esa ular nafaqat nazariy bilimga ega bo‘ladi, balki uni amaliyotda qo‘llash qobiliyatiga ham ega bo‘lib yetishadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta’limi vazirligi. Fizika fani bo‘yicha umumiy o‘rta ta’limning davlat ta’lim standarti va o‘quv dasturi. – Toshkent, 2021.
2. R. Xudoyberdiyev, A. Jo‘rayev. Fizika (7–9-sinflar uchun darslik). – Toshkent: O‘qituvchi nashriyoti, 2020.
3. M. Ismoilov, Sh. Qodirov. Fizika o‘qitish metodikasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018.
4. A. P. Ryabov. Fizika kursi (mexanika va molekulyar fizika). – Moskva, 2016.
5. D. Halliday, R. Resnick, J. Walker. Fundamentals of Physics. – Wiley, 2014.
6. I. V. Savelyev. Umumiy fizika kursi. – Moskva, 2010.

GEOMETRIK OPTIKA BO‘LIMINI O‘QITISHDA INNOVATSION TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Hasan Soatov, Madina Xaqnazarova, Zebo Ulasheva, Matluba Saydaliyeva

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O‘zbekiston

Geometrik optika – optikaning yorug‘likning yo‘nalishini, aks ettirishini, sinishini va turli optik hodisalarni o‘rganadigan bo‘limidir. Geometrik optika o‘qitishda klassik pedagogik metodlar bilan bir qatorda innovatsion texnologiyalarni qo‘llash o‘quvchilarning bilim darajasini oshirish va o‘rganish jarayonini yanada samarali qilish imkonini beradi. Ushbu tezisda geometrik optika bo‘limini o‘qitishda innovatsion texnologiyalarni qo‘llashning metodikasi va uning samaradorligini oshirish yo‘llari tahlil qilinadi.

Geometrik optika bo‘limini o‘qitishda innovatsion texnologiyalardan foydalanishning ahamiyati haqida fikr yuritsak, innovatsion texnologiyalar ta‘lim jarayonini interaktiv, qiziqarli va samarali qilish imkonini beradi. Geometrik optika o‘qitishda bu texnologiyalar o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy ko‘nikmalarga aylantirishga yordam beradi.

Geometrik optika – yorug‘likning sinishi va qaytishi kabi jarayonlar bo‘lib, ularni aniq tushuntirish uchun vizualizatsiya va interaktiv modellar zarur. Geometrik optikadagi ko‘plab hodisalar va jarayonlar – ayniqsa, yorug‘likning sinishi va qaytishi kabi tushunchalar matematik modellardan ko‘ra ko‘proq vizuallashtirishga asoslangan. Bu jarayonlarni o‘quvchilarga aniq va sodda tushuntirish uchun innovatsion texnologiyalar zarur.

Geometrik optika bo‘limida o‘quvchilarni virtual laboratoriyalarda tajriba qilishga jalb etish, optik hodisalarni o‘z ko‘zlari bilan ko‘rishga yordam beradi. Virtual laboratoriyalar yordamida o‘quvchilarga optik asboblardan ishlashni simulyatsiya qilish, ularni amaliyotda sinash imkoniyatini yaratadi.

Optik hodisalar, masalan, nurning sinishi, aks ettirilishi va yorug‘likning prizma orqali o‘tishi kabi jarayonlarni multimedia vositalari yordamida ko‘rsatish mumkin. Bu hodisalarni animatsiyalar va 3D modellar yordamida vizualizatsiya qilish o‘quvchilarga murakkab tushunchalarni osonroq qabul qilish imkonini beradi.

Innovatsion texnologiyalar yordamida o‘quvchilarni onlayn ta‘lim platformalari orqali o‘qitish mumkin. Bu platformalar o‘quvchilarga turli optik tajribalarni bajarishga imkon beradigan simulyatsiyalarni taqdim etadi. Interaktiv dasturlar yordamida o‘quvchilar bilimlarini tekshirish va baholash imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

Innovatsion texnologiyalarni geometrik optika darslarida qo‘llashning afzalliklari shundaki, ular o‘quvchilarning qiziqishini oshirishadi. Innovatsion texnologiyalar yordamida darslarni yanada qiziqarli va interaktiv qilish mumkin. O‘quvchilarni optika bo‘limiga jalb qilish uchun multimedia vositalari, 3D modellar va simulyatsiyalarni qo‘llash motivatsiyani oshiradi. Darslarning qiziqarli va tushunarli bo‘lishi o‘quvchilarning o‘qishga bo‘lgan qiziqishini oshiradi, natijada ularning ta‘limda faol ishtirok etishiga yordam beradi.

Innovatsion texnologiyalar yordamida o‘quvchilarning bilim darajasi va yutuqlarini tez va samarali baholash mumkin. Bunday baholash tizimi o‘quvchilarning rivojlanishiga yordam beradi, chunki ular o‘z xatolarini tezda aniqlab, ularni to‘g‘rilash imkoniyatiga ega bo‘ladilar. O‘quvchilar tomonidan o‘rganilayotgan materiallarni interaktiv va vizual tarzda ko‘rish orqali, bilimlarning mustahkamlanishiga erishiladi.

Innovatsion texnologiyalarni qo‘llash, o‘qituvchilarni yanada samarali o‘qitishga tayyorlaydi. O‘qituvchilar uchun yangi texnologiyalarni qo‘llash o‘zlarini rivojlantirish va yangi pedagogik metodlarni qo‘llash imkonini yaratadi. O‘qituvchilar texnologiyalarni o‘quvchilarning individual xususiyatlariga mos ravishda qo‘llashlari mumkin, masalan, ko‘rgazmali va interaktiv darslarni amalga

oshirish orqali o'quvchilarning turli o'qish usullariga moslashish mumkin bo'ladi.

Innovatsion texnologiyalarni dars rejasiga aniq kiritish zarur. Har bir texnologiyaning maqsadga muvofiqligini aniqlash va ularni o'quvchilarga qanday ta'sir ko'rsatishini baholash kerak. Texnologiyalarni dars jarayoniga kiritishda, o'quvchilarning o'rganish uslubi va bilim darajalariga mos ravishda tanlash lozim.

O'qituvchilarni yangi texnologiyalar bilan tanishtirish va ularni pedagogik jarayonda qanday samarali qo'llashni o'rgatish zarur. O'qituvchilarga innovatsion texnologiyalarni qo'llashni o'rgatadigan maxsus kurslar tashkil etilishi kerak. O'qituvchilarni innovatsion texnologiyalarni samarali qo'llashga tayyorlash, ularning pedagogik samaradorligini oshiradi va o'quvchilarning ta'lim jarayonini yaxshilaydi.

Geometrik optika bo'limini o'qitishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish, o'quvchilarning bilimlarini samarali mustahkamlash, ta'lim sifatini oshirish va o'rganish jarayonini ko'proq interaktiv qilish imkonini beradi. Zamonaviy texnologiyalarni qo'llash, o'quvchilarga murakkab optik tushunchalarni tushunishda yordam beradi va ularni amaliy tajriba orqali o'rganishga imkon yaratadi. Geometrik optika bo'limini o'qitishda innovatsion texnologiyalarni to'g'ri qo'llash, ta'limni samarali va zamonaviy qilishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hecht E. *Optics*. – Boston: Pearson Education, 2017.
2. Serway R.A., Jewett J.W. *Physics for Scientists and Engineers*. – Boston: Cengage Learning, 2018.
3. Ishmuhamedov R., Abduqodirov A. *Ta'limda innovatsion texnologiyalar*. – Toshkent, 2018.
4. Tolipov O'., Usmonboyeva M. *Pedagogik texnologiyalar: nazariya va amaliyot*. – Toshkent, 2017.
6. Azizxo'jayev N. *Pedagogik texnologiya va pedagogik mahorat*. – Toshkent, 2016.
7. Robinett R.D. *Physics Simulations and Virtual Labs in Education*. – New York, 2019.

UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA FIZIKA FANINI O'QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI

Zohid Murtazayev, Matluba Saydaliyeva, Zebo Ulasheva, Madina Xaqnazarova

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O'zbekiston

Bugungi kunda jahon ta'lim tizimida aniq va tabiiy fanlarni o'qitish sifatini yangi bosqichga ko'tarish, ayniqsa, fizika fanidan nazariy va amaliy bilimlarni uzviy bog'lash strategik ahamiyat kasb etmoqda. O'zbekiston Respublikasida uzluksiz ta'lim tizimini isloh qilish jarayonida fizika fanini o'qitish metodikasini modernizatsiya qilish, o'quvchi va talabalarda muhandislik tafakkuri hamda innovatsion dunyoqarashni shakllantirish ustuvor vazifa qilib belgilangan.

Fizika-texnik taraqqiyotning asosi hisoblanadi. Biroq, an'anaviy ta'lim usullari ko'p hollarda murakkab fizik jarayonlarni tushunishda va formulalarni amaliyotga tatbiq etishda yetarli samara bermayapti. Shu sababli, uzluksiz ta'lim tizimining barcha bosqichlarida (maktab, litsey, OTM) fizika fanini o'qitishning zamonaviy metodlarini qo'llashga bo'lgan ehtiyoj kundan-kunga ortib bormoqda. Raqamli iqtisodiyot va sanoat 4.0 davrida fizik qonuniyatlarni chuqur o'zlashtirgan kadrlar tayyorlash-mamlakatning texnologik mustaqilligini ta'minlashning bosh omilidir.

Hozirgi kunda fizika ta'limida asosiy muammolardan biri-nazariy bilimlarning amaliy tajribalardan uzilib qolganligidir. Ko'p hollarda o'quv laboratoriya bazasining yetishmasligi yoki mavjud uslublarning ma'nan eskirganligi talabalarning fanga bo'lgan qiziqishi pasayishiga olib kelmoqda. Uzluksiz ta'lim tizimida o'quvchi o'rta maktabdan boshlab Oliy ta'limga qadar fizik bilimlarni tizimli va mantiqiy ketma-ketlikda olishi, bunda har bir bosqich bir-birini inkor etmasdan, balki boyitib borishi lozim.

1. Interfaol metodlarning pedagogik asosi. Fizika darslarida interfaol metodlardan foydalanish o'quvchining passiv tinglovchidan faol ishtirokchiga aylanishini ta'minlaydi. Ayniqsa, muammoli vaziyatlarni yaratish orqali fizik qonuniyatlarni kashf etish o'quvchi xotirasida bilimlarning uzoq muddat saqlanishiga xizmat qiladi. Bu jarayonda o'qituvchi tayyor ma'lumotni bermaydi, balki yo'naltiruvchi savollar orqali talabani mustaqil xulosa chiqarishga undaydi.

2. Virtual laboratoriya va modellash. Hozirgi zamon fizikasi juda kichik (mikroolam) yoki juda katta (makroolam) masshtabdagi jarayonlarni o'rganadi. Bunday hodisalarni oddiy maktab laboratoriyasida ko'rsatish imkonsiz bo'lgani uchun virtual laboratoriyalar va kompyuter modellaridan foydalanish zarurati tug'iladi. Masalan, atomning tuzilishi, yadro reaksiyalari yoki relyativistik effektlarni vizuallashtirishda axborot texnologiyalari yagona samarali vositadir.

3. Tajriba va nazariya uyg'unligi. Fizika-tajribaga asoslangan fan. Har qanday nazariy xulosa amaliy tajriba bilan tasdiqlanishi shart. Uzluksiz ta'lim tizimida o'quvchi tajriba o'tkazish davomida asboblardan ishlash, o'lchov xatolarini hisoblash va olingan natijalarni tahlil qilish ko'nikmalarini egallaydi. Bu esa ularda muhandislik va texnik fikrlash qobiliyatini shakllantiradi.

4. Masala yechishda innovatsion yondashuv. Fizikadan masala yechish nafaqat matematik amallarni bajarish, balki fizik jarayonning mohiyatini tushunishdir. Masalalarni yechishda grafik usullardan, algoritmlardan va mantiqiy zanjirlardan foydalanish talabani tahliliy tafakkurini o'stiradi. Ayniqsa, hayotiy vaziyatlarga asoslangan (keys-stadi) masalalar o'quvchilarda fanga bo'lgan yuqori qiziqishni uyg'otadi.

5. Fanlararo uzviylik: Fizika va Matematika bog'liqligi. Fizik qonuniyatlarni matematik ifodalarsiz tasavvur qilib bo'lmaydi. Zamonaviy metodikaning muhim qismi bu fizik jarayonni matematik modellashdir. O'quvchi fizik kattaliklar orasidagi bog'liqlikni funksiya, grafik va differensial tenglamalar yordamida ifodalashni o'rganishi kerak. Masalan, harakat tenglamalarini yechishda hosila va integraldan foydalanish talabaga fizikaning naqadar aniq va mantiqiy fan ekanligini ko'rsatib beradi.

6. Fizika va Ekologik ta'lim integratsiyasi. Uzluksiz ta'limning muhim vazifalaridan biri ijtimoiy mas'uliyatli shaxsni tarbiyalashdir. Fizika darslarida energiya tejash, qayta tiklanuvchi energiya manbalari (quyosh, shamol energetikasi) va atrof-muhit muhofazasiga oid masalalarni yoritish dolzarb hisoblanadi.

Amaliy misol: Issiqlik dvigatellarining foydali ish koeffitsientini o'rganishda ularning atmosferaga ta'sirini tahlil qilish talabada ham fizik, ham ekologik dunyoqarashni bir vaqtda shakllantiradi. Talabalarga o'z ishlarini mezonlar asosida tekshirish imkonini berish ularda mas'uliyat va tanqidiy fikrlashni shakllantiradi.

Uzluksiz ta'lim tizimida fizika fanini o'qitish samaradorligini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, zamonaviy metodik yondashuvlar ta'lim sifatini oshirishning yagona kafolatidir. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida shunday xulosaga kelindiki, an'anaviy ta'lim modelidan voz kechib, talabalarni faol tadqiqotchiga aylantiruvchi innovatsion texnologiyalarga o'tish davr talabidir. Xususan, fizika darslarida virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalarni qo'llash murakkab fizik jarayonlarni vizuallashtirishga, talabalarining fanga bo'lgan qiziqishini orttirishga va nazariy bilimlarni amaliyot bilan mustahkamlashga xizmat qiladi. STEM va STEAM yondashuvlari esa fizika fanining boshqa aniq va tabiiy fanlar bilan uzviyligini ta'minlab, bitiruvchilarda zamonaviy muhandislik tafakkurini shakllantiradi. Shuningdek, "Flipped Classroom" va loyihaviy ta'lim metodlari o'quvchi va talabalarining mustaqil bilim olish qobiliyatini rivojlantirib, dars vaqtidan unumli foydalanish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari va olingan xulosalarga tayanib, tizimni yanada takomillashtirish bo'yicha quyidagi amaliy takliflar ilgari suriladi. Birinchidan, uzluksiz ta'lim darsliklarida nazariy materiallar hajmini optimallashtirib, ko'proq real hayotiy va ishlab chiqarish vaziyatlariga asoslangan key-masalalarni kiritish zarur. Ikkinchidan, o'quv jarayonida real laboratoriya jihozlari va raqamli simulyatsiyalarning gibrid modelini yaratish lozim, bu esa talabalarga ham asboblardan foydalanishni, ham virtual modellashtirishni o'rganish imkonini beradi. Uchinchidan, fizika o'qituvchilarining zamonaviy AKT vositalari va interfaol o'yin texnologiyalari (gamifikatsiya) bo'yicha malakasini oshirish tizimini muntazam yo'lga qo'yish lozim. To'rtinchidan, baholash tizimini qayta ko'rib chiqib, talabalarni faqat faktik bilimi uchun emas, balki ularning tanqidiy fikrlash darajasi, ijodiy yondashuvi va fizik tajribalarni mustaqil bajara olish qobiliyati bo'yicha baholash mexanizmini joriy etish tavsiya etiladi. Xulosa qilib aytganda, fizika o'qitish metodikasini modernizatsiya qilish bu shunchaki yangi asbob-uskunalaridan foydalanish emas, balki ta'lim mazmuni va o'qituvchi bilan talaba o'rtasidagi muloqotni yangi, demokratik va kreativ bosqichga ko'tarish demakdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. To'ychiyev, N., & O'lmasova, M. (2021). Fizika o'qitish metodikasi. Toshkent: "O'qituvchi" nashriyoti.
2. Перышкин, А. В. (2018). Методика преподавания физики в средней школе. Москва: Просвещение.
3. Knight, R. D. (2017). Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching. Pearson Education.
4. Jo'rayev, M. (2019). Fizika o'qitishda zamonaviy texnologiyalar. Toshkent: "Niso Poligraf".
5. Mazur, E. (2021). Peer Instruction: A User's Manual. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
6. Каменецкий, С. Е., & Пурешева, Н. С. (2020). Теория и методика обучения физике: инновационные подходы. Москва: Академия.
7. Ismoilov, B. (2022). Pedagogik innovatsiyalar va uzluksiz ta'lim. Samarqand: "Universitet" nashriyoti.
8. Redish, E. F. (2019). Teaching Physics with the Physics Suite. Wiley & Sons.
9. Разумовский, В. Г. (2019). Физика в системе непрерывного образования: проблемы и решения. Санкт-Петербург: Наука.

10. Karimov, H., & Qodirov, A. (2020). Umumiy fizika kursi: Laboratoriya mashg'ulotlari. Toshkent: "Yangi asr avlodi".
11. Meltzer, D. E., & Shaffer, P. S. (2020). Teacher Education in Physics: Research, Development, and Practice. American Physical Society.
12. Ларионов, В. В. (2021). Интерактивные методы обучения физике в вузе. Томск: Издательство ТПУ.
13. Begmatova, D. A. (2020). Fizika o'qitishda innovatsion texnologiyalardan foydalanish metodikasi. Buxoro: "Durdona" nashriyoti.

UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA FIZIKA FANINI O'QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI VA INNOVATSION DASTURLARDAN FOYDALANISH

Zohid Murtazayev, Jamila Yo'ldosheva, Odinabonu Shamsiyeva

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O'zbekiston

Bugungi kunda ta'lim tizimida olib borilayotgan islohotlar zamonaviy bilim va ko'nikmalarga ega bo'lgan mutaxassislarni tayyorlashni talab etmoqda. Fizika fani esa tabiiy fanlar ichida muhim o'rin egallab, ilmiy dunyoqarashni shakllantirishda asosiy vosita hisoblanadi. Shu bois uzluksiz ta'lim tizimida fizika fanini o'qitishda zamonaviy metodlardan foydalanish dolzarb masalaga aylangan.

Uzluksiz ta'lim tizimida fizika fanini o'qitish samaradorligi, avvalo, qo'llanilayotgan metod va vositalarga bog'liq. An'anaviy o'qitish usullarida o'quvchi ko'proq tayyor bilimni qabul qiluvchi sifatida ishtirok etsa, zamonaviy metodlarda u faol ishtirokchiga aylanadi. Shu jihatdan interaktiv metodlar muhim ahamiyat kasb etadi.

Muammoli o'qitish metodi o'quvchilarda ilmiy izlanish ko'nikmalarini shakllantiradi. Bu usulda o'qituvchi muayyan muammoni qo'yadi va o'quvchilar uni mustaqil ravishda hal qilishga harakat qiladi. Natijada ularning mantiqiy fikrlashi va tahlil qilish qobiliyati rivojlanadi. Loyiha asosida o'qitish esa o'quvchilarning ijodkorligini oshiradi hamda nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lash imkonini beradi.

Zamonaviy ta'lim jarayonida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining o'rni beqiyosdir. Multimediali taqdimotlar, elektron darsliklar, animatsiyalar va videomateriallar murakkab fizik jarayonlarni sodda va tushunarli shaklda ifodalashga xizmat qiladi. Ayniqsa, virtual laboratoriyalar o'quvchilar uchun katta imkoniyat yaratadi.

Simulyatsiya dasturlari yordamida fizik hodisalarni modelashtirish mumkin. Bu esa o'quvchilarning mavzuni chuqurroq anglashiga yordam beradi.

Bundan tashqari, STEAM yondashuvi fizika fanini boshqa fanlar bilan integratsiyalashgan holda o'rganishni ta'minlaydi. Bu yondashuv o'quvchilarda kompleks fikrlashni rivojlantiradi hamda ularni real hayotdagi muammolarni hal qilishga tayyorlaydi.

Xulosa qilib aytganda, uzluksiz ta'lim tizimida fizika fanini samarali o'qitish zamonaviy metodlar va innovatsion dasturlardan keng foydalanishni talab etadi. Interaktiv usullar, axborot texnologiyalari va integratsiyalashgan yondashuvlar o'quvchilarning bilimini chuqurlashtirib, ularning ilmiy va ijodiy salohiyatini rivojlantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zaharov, P. (2004). Fizika o'quv metodikasi. Tashkent: O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi.

2. Zukov, A. M., & Makarov, V. N. (2005). Fizika. O‘qitish metodikasi va tajribalar. Tashkent: Toshkent Davlat Pedagogika Universiteti.
3. Efimov, S. P., & Karpov, A. N. (2010). Fizikani o‘qitish usullari. Moscow

GORIZANTAL BURCHAK OSTIDA OTILGAN JISM HARAKATINI O‘RGANISHDA EVERESTIK METODDAN FOYDALANISH

Zohid Murtazayev, Raufova Ruhshona, Ziyadullayeva Charos

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O‘zbekiston

Gorizantal otish, evristik metod, fizika, harakat, tezlik, tezlanish, o‘quv jarayoni, innovatsion yondashuv.

Fizika fanida mexanika bo‘limi asosiy o‘rinlardan birini egallaydi. Unda jismlarning harakati va o‘zaro ta’siri o‘rganiladi. Gorizantal burchak ostida otilgan jism harakati esa o‘quvchilar uchun murakkab mavzulardan biri hisoblanadi.

Zamonaviy ta’lim tizimida o‘quvchilarning faolligini oshirish, ularni mustaqil fikrlashga o‘rgatish muhim vazifalardan biridir. Shu sababli evristik metoddan foydalanish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Bu metod o‘quvchini tayyor bilimni qabul qiluvchi emas, balki bilimni mustaqil ravishda izlovchi subyekt sifatida shakllantiradi.

Evristik metod — bu o‘quvchilarning izlanish faoliyatini rag‘batlantiruvchi metod bo‘lib, u orqali o‘quvchilar muammoli vaziyatlarni hal etadi.

Gorizantal otilgan jism harakatini tushuntirishda quyidagi savollar orqali darsni tashkil etish mumkin:

- Jism qanday trayektoriya bo‘ylab harakat qiladi?
- Gorizantal va vertikal harakatlar qanday bog‘langan?
- Harakat tezligi vaqt o‘tishi bilan qanday o‘zgaradi?

Mazkur savollar o‘quvchilarda mustaqil fikrlashni shakllantiradi.

Gorizantal otishda jism ikki xil harakatni bajaradi: gorizantal yo‘nalishda tekis harakat va vertikal yo‘nalishda erkin tushish. Bu tushunchani o‘quvchilar tajribalar orqali mustaqil ravishda anglab yetadi.

Evristik metodning asosiy afzalliklari:

- o‘quvchilarning faolligini oshiradi;
- mustaqil fikrlashni rivojlantiradi;
- bilimlarni chuqur o‘zlashtirishga yordam beradi;
- darsga qiziqishni kuchaytiradi.

Shuningdek, bu metod yordamida o‘quvchilar o‘z xulosalarini chiqarishni o‘rganadi.

Amaliy mashg‘ulotlar davomida o‘quvchilarga turli tajribalar o‘tkazish topshiriladi. Masalan, bir vaqtning o‘zida bir jismni tashlab yuborish va boshqasini gorizantal yo‘nalishda otish orqali ularning yerga tushish vaqtini solishtirish mumkin. Natijada o‘quvchilar vertikal harakatning mustaqil ekanligini tushunadi. Bunday yondashuv o‘quvchilarning ilmiy tafakkurini rivojlantiradi va ularni real hayotiy vaziyatlarga tayyorlaydi.

Evristik metod yordamida gorizantal otilgan jism harakatini o‘rganish o‘quvchilarning bilim olish jarayonini sezilarli darajada yaxshilaydi. Ular nafaqat nazariy bilimlarga ega bo‘ladi, balki ularni amaliyotda qo‘llashni ham o‘rganadi.

Shu sababli zamonaviy ta’lim tizimida evristik metodlardan keng foydalanish muhim hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. Yuksak ma’naviyat – yengilmas kuch. Toshkent, 2008.
2. Tolipov O‘., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalar. Toshkent, 2012.
3. Ishmuhamedov R. Innovatsion pedagogika. Toshkent, 2017.

O‘TKAZGICHLARNI KETMA-KET ULASH MAVZUSINI O‘QITISHNI MODELLASHTIRISH

Avulova Zamira, Eshmaxamatova Sarvara, Ne‘matullayeva Guzal

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O‘zbekiston

Hozirgi kunda ta’lim tizimida fizika fanini o‘qitish samaradorligini oshirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, elektr hodisalari bo‘limiga oid mavzularni o‘quvchilarga tushunarli va qiziqarli tarzda yetkazish muhim ahamiyat kasb etadi. O‘tkazgichlarni ketma-ket va parallel ulash mavzusi elektr zanjirlari haqidagi asosiy bilimlarni shakllantirishda muhim o‘rin tutadi hamda keyingi murakkab mavzularni o‘zlashtirish uchun poydevor vazifasini bajaradi.

Mazkur mavzuni o‘qitishda o‘quvchilarda elektr toki, kuchlanish va qarshilik tushunchalarini shakllantirish, ularning o‘zaro bog‘liqligini anglatish hamda amaliy qo‘llash ko‘nikmalarini rivojlantirish zarur. An’anaviy o‘qitish usullari ko‘pincha nazariy tushunchalarni yetkazish bilan cheklanib qoladi, bu esa o‘quvchilarning mavzuni chuqur anglashiga to‘sqinlik qilishi mumkin. Shu boisdan, zamonaviy pedagogik texnologiyalar, xususan modellashtirish usulidan foydalanish orqali o‘quv jarayonini samarali tashkil etish muhimdir. Modellashtirish yordamida o‘quvchilar elektr zanjirlarini vizual tarzda tasavvur qilish, sxemalar bilan ishlash va tajriba asosida bilim olish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Bu esa ularning mustaqil fikrlashini rivojlantiradi va nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lashga yordam beradi.

Asosiy qism. Ushbu tezisda o‘tkazgichlarni ketma-ket ulash mavzusini o‘qitishda modellashtirish usulining ahamiyati, uni qo‘llash yo‘llari hamda ta’lim samaradorligiga ta’siri tahlil qilinadi. O‘tkazgichlarni ketma-ket ulash elektr zanjirlarining eng oddiy va muhim ko‘rinishlaridan biri bo‘lib, unda barcha elementlar bir zanjir bo‘ylab ketma-ket joylashadi. Bunday ulanishda elektr toki barcha o‘tkazgichlardan bir xil qiymatda o‘tadi, umumiy kuchlanish esa alohida qismlarga taqsimlanadi. Shu bilan birga, umumiy qarshilik har bir o‘tkazgich qarshiliklarining yig‘indisiga teng bo‘ladi.

$$R_{um} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Mazkur mavzuni o‘qitishda modellashtirish usuli muhim ahamiyat kasb etadi. Modellashtirish orqali o‘quvchilar nazariy bilimlarni aniq tasavvur qilish imkoniga ega bo‘ladilar. Dars jarayonida elektr zanjirining oddiy modeli — batareya, lampochka va o‘tkazgich simlardan iborat sxema tuzilib, u ketma-ket ulanish asosida ishlashi ko‘rsatib beriladi. Bu orqali o‘quvchilar tokning uzluksiz oqimi va elementlar o‘zaro bog‘liqligini amalda kuzatadilar.

Shuningdek, modellashtirish jarayonida sxematik tasvirlardan foydalanish ham muhimdir. O‘quvchilar elektr zanjirlarini chizish, belgilar yordamida ifodalash va tahlil qilishni o‘rganadilar. Masalan, bir nechta rezistorlar ketma-ket ulanganda umumiy qarshilik qanday ortishini grafik va hisoblash asosida tushuntirish mumkin. Bu esa ularning mantiqiy fikrlashini rivojlantiradi.

Interaktiv metodlar, xususan guruhli ishlash va muammoli vaziyatlar yaratish orqali o‘quvchilarning faolligi oshiriladi. Masalan, “Agar zanjirdagi bitta lampochka uzilsa nima bo‘ladi?” kabi savollar orqali o‘quvchilar mustaqil xulosa chiqarishga undaladi. Tajriba asosida ular zanjir uzilganda tok o‘tmasligini amalda ko‘radilar.

Bundan tashqari, zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish, ya’ni virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar orqali ketma-ket ulanishni modellashtirish yanada samarali natija beradi. Bunday yondashuv o‘quvchilarning mavzuga qiziqishini oshiradi hamda bilimlarni mustahkamlashga xizmat qiladi. Natijada, o‘tkazgichlarni ketma-ket ulash mavzusini modellashtirish asosida o‘qitish o‘quvchilarning nazariy bilimlarini chuqurlashtiradi, amaliy ko‘nikmalarini rivojlantiradi va ta’lim jarayonining samaradorligini oshiradi.

O‘tkazgichlarni ketma-ket ulash mavzularini o‘qitishda modellashtirish usulidan foydalanish o‘quvchilarning nazariy bilimlarini mustahkamlash va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu mavzularni ko‘rgazmali tajribalar, sxematik tasvirlar va virtual modellar

yordamida o‘rgatish o‘quvchilarning elektr zanjirlari haqidagi tushunchalarini aniq va chuqur shakllantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. To‘ychiyev, N., & O‘lmasova, M. (2021). Fizika o‘qitish metodikasi. Toshkent: "O‘qituvchi" nashriyoti.
2. Knight, R. D. (2017). Five Easy Lessons: Strategies for Successful Physics Teaching. Pearson Education.
3. Перышкин, А. В. (2018). Методика преподавания физики в средней школе. Москва: Просвещение.
4. Mazur, E. (2021). Peer Instruction: A User’s Manual. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
5. Jo‘rayev, M. (2019). Fizika o‘qitishda zamonaviy texnologiyalar. Toshkent: "Niso Poligraf".
6. Redish, E. F. (2019). Teaching Physics with the Physics Suite. Wiley & Sons.
7. Каменецкий, С. Е., & Пурешева, Н. С. (2020). Теория и методика обучения физике. Москва: Академия.
8. Ismoilov, B. (2022). Pedagogik innovatsiyalar va uzluksiz ta’lim. Samarqand: "Universitet".

FIZIKADA MODELLASHTIRISHNING O‘RNI

Hasan Soatov

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O‘zbekiston

Fizika fani tabiatning eng fundamental qonuniyatlarini tushunishga intiluvchi fan sifatida modellashtirishni muhim metodik vosita sifatida ishlatadi. Ilmiy modellar, tabiiy jarayonlarning abstrakt yoki ideallashtirilgan tasvirlarini yaratishda yordam beradi. Fizikada modellashtirish ob’ektlarning haqiqiy tavsiflarini yanada aniqroq va tushunarliroq shaklda ifodalash imkonini beradi. Shu bilan birga, modellashtirish nafaqat ilmiy sohada, balki ta’lim jarayonida ham talabalar uchun abstrakt tushunchalarni sodda va aniq tushunishga yordam beradi.

Modellashtirish tushunchasi va uning ilmiy-innovatsion ahamiyati shundaki, modellashtirish – bu tabiiy jarayonlarning, ob’ektlarning yoki tizimlarning ixtiyoriy, tasavvur qilinadigan shakllarda aks ettirilishi. V. A. Shtoff va V. V. Davydovlarning ta’kidlashicha, model fizik ob’ektlarning obyektiv mazmunini tavsiflash vositasi sifatida namoyon bo‘ladi, ya’ni fizik modellarning asosiy vazifasi – ilmiy tadqiqotlar orqali ob’ektlar va jarayonlarning muhim bog‘lanishlarini ko‘rsatishdir. Modelning yordamida biz tabiiy hodisalarni abstrakt shaklda ko‘rishimiz va ularning xususiyatlarini tasavvur qilishimiz mumkin. Bu, o‘z navbatida, ilmiy izlanishlar va yangiliklarni kashf qilishda asosiy vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Fizika ta’limida modellashtirishning o‘rni beqiyosdir. Yu. A. Voronin modellashtirishni "bilish subyekting vazifalar doirasida asl obyektning ixtiyoriy tabiatiga xos xususiyatlarini aks ettiruvchi tizim" deb ta’riflaydi. Bu ta’rif, modellashtirishning umumiy jarayonlar va tizimlar haqida fikr yuritishda qanchalik muhim ekanligini ko‘rsatadi. Modellashtirish o‘quvchilarga yangi ilmiy tushunchalarni osonroq va samaraliroq o‘zlashtirishda yordam beradi. Fizikada ob’ektlarni modellashtirish nafaqat bilimlarni yanada chuqurroq o‘zlashtirishga, balki yangiliklarni yaratish va yangi ilmiy g‘oyalarni aniqlashga xizmat qiladi.

Fizikada modellashtirish jarayonining kengayishi, ilmiy izlanishlar va eksperimentlarning samaradorligini oshiradi. Model orqali biz fizik jarayonlarni osonroq tushunishimiz, tasvirlashimiz va qiyoslashimiz mumkin. Modellashtirish ob’ektlarni ideal yoki ideallashtirilgan shaklda ifodalashga imkon beradi, bu esa tabiiy fanlar uchun yangi ilmiy yondashuvlarni ishlab chiqishda muhim vositadir. Shunday qilib, fizikada modellashtirish nafaqat ilmiy tadqiqotning zaruriy qismi, balki ta’lim jarayonida ham mustahkam o‘rin egallaydi.

Zamonaviy texnologiyalar va hisoblash imkoniyatlarining rivojlanishi bilan modellashtirishning yangi imkoniyatlari paydo bo‘ldi. Kompyuter simulyatsiyalari va raqamli modellashtirish yordamida ilmiy tadqiqotlar yanada tezkor va samarali amalga oshirilmoqda. Bu, o‘z navbatida, fizika fanining rivojlanishiga katta ta’sir ko‘rsatmoqda. Modellashtirishning rivojlanishi ilmiy metodlarni takomillashtirishga, yangi nazariyalar va yondashuvlarni yaratishga imkon beradi.

Fizikada modellashtirishning o‘rni beqiyosdir. Ilmiy modellar, tabiiy jarayonlarning murakkabligini sodda va tushunarli shakllarda aks ettiradi, shuningdek, o‘qitishda talabalarga yangi ilmiy tushunchalarni o‘zlashtirishda yordam beradi. Fizikada modellashtirishning rivojlanishi ilmiy va ta’lim sohalarida yangiliklar yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun modellashtirish fizika fani uchun zaruriy metodik vosita bo‘lib, uning samarali qo‘llanilishi ilmiy tadqiqot va ta’limning rivojlanishiga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Shtoff, V. A., & Davydov, V. V. (1989). Fizik modellar: Obyektiv mazmunni tavsiflash vositalari. Fizika fani, 62-bet.

2. Voronin, Yu. A. (1995). Modellastirishning ilmiy tizimi: Yangi ilmiy tushunchalarni o'zlashtirishda samarali vosita. Fizika o'qitish metodikasi, 11-bet.
3. Shtoff, V. A., & Davydov, V. V. (1990). Ilmiy modellar va modellastirishning metodik asoslari. Fizika va ilmiy tadqiqotlar, 282-bet.
4. Voronin, Yu. A. (2002). Modellastirish va ilmiy izlanishlar: Yangi ilmiy g'oyalar yaratish va rivojlantirish. Fizika va ilmiy metodika, 24-bet.
5. Korolev, A. P. (2007). Zamonaviy texnologiyalar va raqamli modellastirish. Fizikaning zamonaviy yondashuvlari, 50-bet.

OZIQ-OVQAT TEXNOLOGIYALARI YO‘NALISHI TALABALARINING KASBIY KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISHDA FIZIKA FANI QONUNIYATLARIDAN FOYDALANISH

Yusuf Yuldashev, Ro‘zimurod Soqiboyev

Toshkent Davlat Agrar Universiteti, 100140 Toshkent, O‘zbekiston

Oliy ta’lim muassasalarining oziq-ovqat texnologiyasi yo‘nalishi talabalarini kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishda fizika fanini bilan integratsiyalash orqali ta’lim samaradorligini oshirish muhim ahamiyat kasb etadi. Jumladan Infraqizil spektroskopiya, issiqlik almashinuvi va namlik jarayonlari fizikaviy qonuniyatlar asosida ishlab chiqilgan uslubiy yondashuvlar talabalarning amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Bugungi kunda oliy ta’lim tizimida talabalarni nafaqat nazariy bilimlar bilan qurollantirish, balki ularning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish muhim vazifa hisoblanadi. Ayniqsa, agrar sohaning oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va qayta ishlashi yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun fizik bilimlarni amaliy jarayonlar bilan bog‘lash dolzarb masaladir [1].

Oziq-ovqat mahsulotlari fizikasi – bu mahsulotlarning issiqlik, optik, mexanik va dielektrik xossalarni o‘rganadigan fan sohasi bo‘lib, u ishlab chiqarish, qayta ishlash va saqlash jarayonlarini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega [2]. Mazkur yo‘nalishdagi talabalarni mutaxassislik fanlarini o‘qitishda fizika fanining yutuqlarini zamonaviy pedagogik texnologiyalari asosida bilimini mustahkamlash ularning kasbiy tayyorgarligini oshirishga yordam beradi.

Mazkur tadqiqotda kompetensiyaga yo‘naltirilgan ta’lim, muammoli o‘qitish (Problem-Based Learning), hamda amaliy tajribalarga asoslangan yondashuvlar qo‘llanildi [3]. Shuningdek, oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash va qayta ishlashda fizika elementlarini o‘quv jarayoniga integratsiya qilish asosiy uslub sifatida tanlandi.

Uslubiy model quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

1. Nazariy tayyorgarlik bosqichi – fizik qonunlar va tushunchalarni o‘rganish
2. Amaliy tajriba bosqichi – real mahsulotlar bilan ishlash
3. Tahlil bosqichi – olingan natijalarni baholash
4. Integratsiya bosqichi – bilimlarni kasbiy faoliyatga qo‘llash [4].

Tajribalarda infraqizil spektroskopiya, issiqlik o‘tkazuvchanlik va namlik o‘zgarishlarini o‘rganish uslublari qo‘llanildi.

O‘quv jarayonida oziq-ovqat texnologiyasi yo‘nalishi talabalariga fizika fani qonuniyatlari asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar talabalarning bilim darajasi va amaliy ko‘nikmalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi.

Masalan, infraqizil spektroskopiya yordamida talabalar mahsulot tarkibini aniqlashni o‘rganadilar. Bu usul orqali mevalar, don mahsulotlari va boshqa oziq-ovqatlarning sifat ko‘rsatkichlari tahlil qilinadi. Natijada talabalar nazariy bilimlarni real obyektlarda qo‘llash imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

Issiqlik jarayonlarini o‘rganishda quritish, sovitish va saqlash jarayonlari tahlil qilinadi. Talabalar issiqlik o‘tkazuvchanlik va bug‘lanish jarayonlarini amaliy misollar orqali tushunib yetadilar.

Shuningdek, namlikning mahsulot sifati va saqlanishiga ta’siri bo‘yicha tajribalar olib boradilar. Bu jarayonlar orqali talabalar oziq-ovqat mahsulotlarini saqlashning fizik asoslarini o‘zlashtiradilar.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, integratsiyalashgan uslublar talabalarning:

- mustaqil fikrlash qobiliyatini
- muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini
- amaliy bilim darajasini sezilarli darajada oshirdi.



Fizikasi fani qonuniyatlari asosida oziq-ovqat texnologiyasi yo‘nalishi talabalarini kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish maqsadida ishlab chiqilgan uslub samarali vosita hisoblanadi. Fizika fanini real hayotiy jarayonlar bilan bog‘lash orqali ma‘lumotlar berish ta‘lim sifatini oshirishi va talabalarning kelajak kasbiy faoliyatiga tayyorlanishiga amaliy ko‘nikmalar beradi.

Mazkur yondashuvni oliy ta‘lim muassasalarida keng joriy etish, ayniqsa agrar sohaning oziq-ovqat yo‘nalishlarida yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sodiqov Q.S. Umumiy fizika. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
2. Raxmatullayev B.R. Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi asoslari. – Toshkent: Tafakkur, 2021.
3. Smith J. Food Physics and Engineering. – New York: Academic Press, 2020.
4. Rahmonov A. Oziq-ovqat texnologiyasi asoslari. – Toshkent, 2021.

TA'LIM JARAYONIDA GENDER TENGLIK TAMOYILLARINI QO'LLASH VA BAHOLASH

Dilafroz Xolmuminova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Zamonaviy ta'lim tizimida gender tenglikni ta'minlash dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ta'lim jarayoni orqali jamiyatdagi ijtimoiy stereotiplar shakllanadi yoki bartaraf etiladi. Shu sababli ta'lim tizimida gender tenglikni ta'minlash nafaqat pedagogik, balki ijtimoiy ahamiyatga ham ega. Xalqaro tashkilotlar ta'limda gender tenglikni barqaror rivojlanishning muhim omili sifatida e'tirof etadi. Shu nuqtai nazardan, ta'lim tizimida gender tenglik tamoyillarini joriy etish zarurati tobora ortib bormoqda.

Hozirgi kunda ta'lim tizimida gender tenglikni ta'minlash bo'yicha turli yondashuvlar mavjud. Bular qatoriga o'quv dasturlarini moslashtirish, o'qituvchilarni tayyorlash va inkluziv muhit yaratish kiradi. Biroq ushbu yondashuvlar amaliyotda har doim ham samarali natija bermaydi. Gender tenglik ko'pincha faqat nazariy darajada qolib ketadi. Baholash tizimining yetarli darajada ishlab chiqilmaganligi ham asosiy muammolardan biridir. Shuningdek, yashirin stereotiplar va pedagogik yondashuvdagi noaniqliklar gender tenglikni to'liq ta'minlashga to'sqinlik qiladi.

Mazkur tadqiqotda tahliliy, taqqoslash va sintez metodlaridan foydalanildi. Xalqaro tashkilotlar hisobotlari va ilmiy manbalar o'rganildi. Gender tenglikni baholash uchun kvantitativ va sifat indikatorlari ishlab chiqildi. Kvantitativ indikatorlar statistik ma'lumotlarga asoslangan bo'lsa, sifat indikatorlari ta'lim muhitining ichki xususiyatlarini baholashga qaratilgan.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, gender tenglikni ta'lim tizimiga joriy etish o'quvchilarning akademik natijalarini sezilarli darajada oshiradi. Shuningdek, teng muhitda ta'lim olayotgan o'quvchilar o'z fikrini erkin ifoda etish imkoniyatiga ega bo'ladi. Bu esa ularning ijodiy va tanqidiy fikrlashini rivojlantiradi. Gender tenglikni baholashda faqat statistik ma'lumotlar bilan cheklanmaslik kerak. Sifat ko'rsatkichlari ham muhim ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqot gender tenglikni baholashning kompleks modelini taklif etadi. Ushbu model ta'lim tizimida gender tenglikni chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Natijalar ta'lim muassasalarida gender siyosatini takomillashtirish va pedagogik yondashuvni modernizatsiya qilish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, gender tenglikni ta'lim tizimiga joriy etish zamonaviy ta'limning muhim sharti hisoblanadi. Ushbu jarayonni samarali tashkil etish uchun kompleks yondashuv zarur. Gender tenglikni baholash tizimini takomillashtirish esa ta'lim sifatini oshirishga xizmat qiladi. Kelgusida ushbu yo'nalishda chuqurroq tadqiqotlar olib borish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoyev. Yangi O'zbekiston strategiyasi. - Toshkent "O'zbekiston", 2021.
2. Ta'limda gender tenglik asoslari. G.T. Ismoilova. Fan va texnologiya, 2020.
3. Global Education Monitoring Report. UNESCO, 2019.
4. Gender Equality in Education. OECD. OECD Publishing, 2020.
5. Gender Equality and Development. World Bank, 2020.

KATTA SONLAR QONUNI VA UNING AMALIY AHAMIYATI

A. Jovliyev, Q. Ergashev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika fanlarining rivojlanishida katta sonlar qonuni alohida o‘rin egallaydi. Ushbu qonun tasodifiy hodisalar ustida olib borilgan ko‘p sonli tajribalar natijasida ma’lum qonuniyatlar yuzaga kelishini tushuntiradi. Katta sonlar qonuni ilk bor Yakob Bernulli tomonidan isbotlangan bo‘lib, u ehtimollar nazariyasining fundamental teoremasi hisoblanadi [1]. Mazkur qonun yordamida tasodifiy jarayonlarda barqaror natijalarga erishish mumkinligi ilmiy jihatdan isbotlangan.

Tarif (Katta sonlar qonuni). Agar $X_1, X_2, \dots, X_n$ o‘zaro bog‘liqsiz va bir xil taqsimlangan tasodifiy miqdorlar bo‘lib, ularning matematik kutilmasi μ mavjud bo‘lsa, u holda ularning o‘rtacha arifmetik qiymati aniqlanadi:

$$\bar{X}_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Kuchsiz katta sonlar qonuniga ko‘ra:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} P(|\bar{X}_n - \mu| < \varepsilon) = 1, \quad (\varepsilon > 0)$$

Kuchli katta sonlar qonuni esa quyidagicha ifodalanadi [3]:

$$P\left(\lim_{n \rightarrow \infty} \bar{X}_n = \mu\right) = 1,$$

Qonunning mohiyati [4].

Katta sonlar qonunining mohiyati shundan iboratki, tajribalar soni ortishi bilan tasodifiy og‘ishlar kamayadi va natijalar barqarorlashadi. Dastlabki kichik tajribalarda natijalar o‘zgaruvchan bo‘lishi mumkin, ammo tajribalar soni oshgani sari o‘rtacha qiymat aniq bir miqdor atrofida jamlanadi.

Oddiy misol sifatida tangani tashlashni ko‘rib chiqish mumkin. Agar tanga kam marta tashlansa, natijalar notekis bo‘ladi, ammo ko‘p marotaba takrorlanganda gerb tushish ehtimoli 0.5 ga yaqinlashadi. Bu katta sonlar qonunining amaliy ifodasidir.

Katta sonlar qonuni turli sohalarda keng qo‘llaniladi:

2. Statistika sohasida. Statistik tadqiqotlar va tanlanma asosida umumiy xulosalar chiqarish aynan ushbu qonunga asoslanadi. Tanlanma hajmi katta bo‘lsa, natijalar ishonchligi oshadi [2].
3. Sug‘urta tizimida. Sug‘urta kompaniyalari ko‘plab mijozlar asosida risklarni baholaydi. Katta sonlar qonuni yordamida zarar ehtimoli aniqlanadi va moliyaviy barqarorlik ta’minlanadi.
4. Moliya va investitsiya. Diversifikatsiya orqali risk kamaytiriladi. Ko‘p aktivlardan tashkil topgan portfel umumiy xavfni pasaytiradi.
5. Axborot texnologiyalari. Katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlashda (big data) statistik qonuniyatlar aniqlanadi. Ma’lumotlar ko‘paygan sari natijalar aniqligi ortadi.
6. Ishlab chiqarish. Sifat nazorati jarayonlarida katta sonli kuzatuvlar asosida mahsulot sifati baholanadi [2].

Katta sonlar qonuni ehtimollar nazariyasining muhim qonuni bo‘lib, tasodifiy hodisalarda yashirin qonuniyatlarni aniqlash imkonini beradi. Ushbu qonun ilmiy tadqiqotlar, iqtisodiyot, sug‘urta va zamonaviy texnologiyalarda muhim ahamiyatga ega. U orqali noaniqlik sharoitida ham aniq va asosli qarorlar qabul qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yakob Bernulli — *Ars Conjectandi* (1713).
2. William Feller — *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*.

EHTIMOLLAR NAZARIYASIDA KORRELYATSIYA VA REGRESSIYA BOG‘LANISHLARI

A. Jovliyev, G. Mamasaxatova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Ehtimollar nazariyasi va matematik statistikaning muhim bo‘limlaridan biri tasodifiy miqdorlar o‘rtasidagi bog‘lanishlarni o‘rganishdir. Amaliy tadqiqotlarda ko‘pincha ikki yoki undan ortiq o‘zgaruvchilar o‘rtasida qanday bog‘liqlik mavjudligini aniqlash zarur bo‘ladi. Bu jarayonda korrelyatsiya va regressiya tushunchalari asosiy o‘rin tutadi [1].

Korrelyatsiya — ikki tasodifiy miqdor o‘rtasidagi statistik bog‘liqlik darajasini ifodalaydi. U o‘zgaruvchilarning birgalikdagi o‘zgarish yo‘nalishi va kuchini ko‘rsatadi.

Pearson korrelyatsiya koeffitsienti. Chiziqli bog‘lanishni o‘lchash uchun ishlatiladi:

$$r = \frac{Cov(X, Y)}{\sigma_X \sigma_Y}$$

bu yerda: $Cov(X, Y)$ — kovariatsiya, σ_X, σ_Y — standart og‘ishlar [2].

Qiymati: $r = 1 \rightarrow$ to‘liq musbat bog‘lanish. $r = -1 \rightarrow$ to‘liq manfiy bog‘lanish

$r = 0 \rightarrow$ chiziqli bog‘lanish yo‘q.

Spearman korrelyatsiyasi tartib (rank) asosida aniqlanadi va chiziqsiz, lekin monoton bog‘lanishlarni ham aniqlay oladi:

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

bu yerda d_i — ranglar farqi, n — kuzatuvlar soni [3].

Regressiya tushunchasi. Regressiya — bir o‘zgaruvchining (bog‘liq o‘zgaruvchi Y) boshqa o‘zgaruvchi(lar)ga (X) bog‘liqligini matematik model orqali ifodalash usuli.

Chiziqli regressiya. Eng oddiy ko‘rinish:

$$Y = a + bX + \varepsilon$$

bu yerda: a — ozod had, b — regressiya koeffitsienti, ε — tasodifiy xatolik.

Chiziqsiz regressiya. Agar bog‘lanish chiziqli bo‘lmasa, quyidagi modellardan foydalaniladi:

Kvadratik: $Y = a + bX + cX^2$. Eksponensial: $Y = ae^{bX}$.

Logarifmik: $Y = a + b \ln(X)$.

Korrelyatsiya va regressiya o‘rtasidagi farq va bog‘liqlik. Korrelyatsiya va regressiya bir-biriga yaqin tushunchalar bo‘lsa ham, ularning vazifalari turlicha:

Korrelyatsiya faqat bog‘lanish kuchi va yo‘nalishini ko‘rsatadi.

Regressiya esa aniq funksional bog‘lanishni ifodalaydi va bashorat qilish imkonini beradi.

Bog‘liqlik jihati shundaki, chiziqli regressiya koeffitsienti korrelyatsiya bilan bevosita bog‘liq.

Amaliy misollar

1. Iqtisodiyotda. Reklama xarajatlari (X) va sotuv hajmi (Y) o‘rtasida kuchli musbat korrelyatsiya kuzatiladi. Regressiya modeli yordamida reklama oshsa, sotuv qancha oshishini taxmin qilish mumkin [4].

2. Statistika va ta’lim sohasida. Talabaning darsga qatnashishi (X) va uning imtihon natijasi (Y) o‘rtasida ijobiy bog‘lanish mavjud. Spearman korrelyatsiyasi bu tartib asosida ham aniqlanishi mumkin.

3. Tibbiyotda. Bemorning yoshi (X) va qon bosimi (Y) o‘rtasida ko‘pincha musbat korrelyatsiya kuzatiladi. Regressiya yordamida xavf darajasini prognoz qilish mumkin [4].

Korrelyatsiya va regressiya ehtimollar nazariyasi va statistikaning asosiy vositalaridan biri bo‘lib, ular o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘lanishni o‘rganishda muhim rol o‘ynaydi. Korrelyatsiya bog‘lanish kuchini aniqlasa, regressiya esa matematik model orqali bashorat qilish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Гнеденко Б.В. “Курс теории вероятностей” Москва: Наука, 1988.
2. Вентцель Е.С. “Теория вероятностей” Москва: Высшая школа, 2001.
3. Hogg R.V., McKean J., Craig A.T. “Introduction to Mathematical Statistics”
Pearson Education, 2013.
4. Rice J.A. “Mathematical Statistics and Data Analysis” Cengage Learning, 2007.

UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA TABIIY FANLARNI O'QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI

Hasan Soatov, Rayhona Tolipova, Go'zal Olimova

Shahrisabz Davlat Pedagogika Instituti, 181300 Shahrisabz, O'zbekiston

Zamonaviy jamiyat taraqqiyoti bilim va innovatsiyalar bilan chambarchas bog'liq bo'lib, bu jarayonda uzluksiz ta'lim tizimining o'zni beqiyosdir. Uzluksiz ta'lim tizimi insonning butun hayoti davomida bilim olish, malaka oshirish va kasbiy rivojlanishni ta'minlaydi. Ayniqsa, tabiiy fanlar — fizika, kimyo va biologiya — ilmiy tafakkurni shakllantirishda, texnologik taraqqiyotga mos kadrlar tayyorlashda muhim rol o'ynaydi.

Bugungi kunda an'anaviy o'qitish metodlari o'rnini zamonaviy, innovatsion yondashuvlar egallamoqda. Chunki o'quvchilarni faqat tayyor bilim bilan ta'minlash yetarli emas, balki ularni mustaqil fikrlashga, muammolarni hal qilishga va ijodiy yondashuvga o'rgatish zarur va u tabiiy fanlarni o'qitishda zamonaviy metodlardan foydalanish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Zamonaviy pedagogik metodlar o'quvchi shaxsini rivojlantirishga qaratilgan bo'lib, ta'lim jarayonida faol ishtirokni ta'minlaydi. Bu metodlar o'quvchining bilimni tayyor shaklda emas, balki mustaqil izlanish orqali egallashiga yordam beradi.

Zamonaviy metodlarning asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- o'quvchi markazli yondashuv;
- mustaqil fikrlashni rivojlantirish;
- muloqot va hamkorlikni kuchaytirish;
- nazariya va amaliyot uyg'unligi.

Bu metodlar orqali o'quvchilarda faqat bilim emas, balki kompetensiyalar — ya'ni bilimni amalda qo'llash ko'nikmalari ham shakllanadi.

Interfaol metodlar zamonaviy ta'limning asosiy yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bu metodlar o'quvchilarni faol fikrlashga undaydi va dars jarayonida ularning ishtirokini oshiradi.

Eng keng tarqalgan interfaol metodlar:

- **“Aqliy hujum”** – tezkor fikrlashni rivojlantiradi;
- **“Klaster”** – tushunchalarni tizimlashtirishga yordam beradi;
- **“Venn diagramma”** – taqqoslash va tahlil qilish ko'nikmasini shakllantiradi;
- **“BBB” (Bilaman – Bilmoqchiman – Bildim)** – o'quv jarayonini bosqichma-bosqich tashkil etadi.

Mazkur metodlar tabiiy fanlarni o'qitishda ayniqsa samarali bo'lib, murakkab tushunchalarni osonroq o'zlashtirishga xizmat qiladi.

Muammoli ta'lim o'quvchilarning tafakkurini rivojlantirishda muhim o'rin tutadi. Bu metodda o'qituvchi o'quvchilarga tayyor javob bermaydi, balki ularni muammoli vaziyatga olib kiradi.

Muammoli ta'limning afzalliklari:

- analitik fikrlashni rivojlantiradi;
- ilmiy izlanish ko‘nikmasini shakllantiradi;
- bilimlarning mustahkam o‘zlashtirilishini ta‘minlaydi.

Bugungi kunda ta‘lim jarayonini AKT vositalarisiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Kompyuter texnologiyalari, virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar orqali murakkab jarayonlarni vizual tarzda tushuntirish mumkin.

AKTning afzalliklari:

- ko‘rgazmalilikni oshiradi;
- vaqtni tejaydi;
- o‘quvchilarning qiziqishini kuchaytiradi.

Bundan tashqari. STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) yondashuvi zamonaviy ta‘limning innovatsion yo‘nalishlaridan biridir. Bu yondashuv fanlarni integratsiyalash orqali o‘quvchilarning kompleks fikrlashini rivojlantiradi.

STEAM yondashuvi orqali o‘quvchilar muammolarni kompleks hal qilishni, kreativ fikrlashni, texnologiyalar bilan ishlashni o‘rganadilar. Bu esa ularni zamonaviy mehnat bozoriga tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Uzluksiz ta‘lim tizimida tabiiy fanlarni o‘qitishda zamonaviy metodlardan foydalanish ta‘lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Interfaol metodlar, muammoli ta‘lim, loyihaviy yondashuv, AKT va STEAM texnologiyalari o‘quvchilarning bilim olish jarayonini faollashtiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy yondashuv ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Shu bilan birga, mazkur metodlarni samarali qo‘llash o‘qituvchining kasbiy mahorati va innovatsion yondashuviga bog‘liqdir. Kelajakda ta‘lim tizimini yanada takomillashtirish uchun zamonaviy metodlarni keng joriy etish va ularni amaliyotda qo‘llash muhim vazifa bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. Yuksak ma‘naviyat – yengilmas kuch. Toshkent, 2008.
2. Tolipov O‘., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalar. Toshkent, 2012.
3. Ishmuhamedov R. Innovatsion pedagogika. Toshkent, 2017.
4. Zimnyaya I.A. Pedagogik psixologiya. Moskva, 2010.

QATTIQ JISMLAR FIZIKASI KURSIDA INNOVATSION LABORATORIYA ISHLARINI LOYIHALASHNING METODOLOGIK ASOSLARI

U. Omonqulova, S. Allanazarova, Sh. Ikromiddinova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Qattiq jismlar fizikasi zamonaviy kondensirlangan holat fizikasi, mikroelektronika va nanotexnologiyalarning fundamental asosi sifatida texnologik taraqqiyotning strategik yo‘nalishini belgilab beradi. Biroq, ushbu sohaning o‘qitilishida ob‘yektlarning mikrotuzilishi va ularda kechadigan kvant-mexanik jarayonlarning murakkabligi o‘quvchilar tomonidan materialni o‘zlashtirishda yuqori darajadagi kognitiv abstraksiyani va intellektual yuklamani talab etadi [9]. Xususan, kristall panjarasining fazoviy simmetriyasi, energetik zonalar nazariyasi, Fermi sathi hamda yarimo‘tkazgichlardagi zaryad tashuvchilarning diffuziya va dreyf jarayonlarini an‘anaviy didaktik metodlar yordamida vizualizatsiya qilish kutilgan pedagogik samarani bermaydi.

An‘anaviy laboratoriya sharoitida mikroskopik obyektlarning dinamikasini bevosita kuzatishning imkonsizligi o‘quvchida nazariy bilim va amaliy tajriba o‘rtasida ontologik uzilishni keltirib chiqaradi [5]. Shu munosabat bilan, innovatsion laboratoriya ishlarini loyihalashda mikrostrukturaviy vizualizatsiya (mikrodunyo parametrlari) va makroskopik fizik xossalalar (elektr o‘tkazuvchanlik, issiqlik sig‘imi, magnit singdiruvchanlik) o‘rtasidagi determinant bog‘liqlikni ko‘rsatish markaziy metodologik masala hisoblanadi [6]. Innovatsion laboratoriya loyihasi doirasida interaktiv simulyatsiya, kompyuterli modellashtirish va raqamli augmentatsiya texnologiyalarining integratsiyasi fizik jarayonlarni shaffoflashtirish imkonini beradi. Bu jarayonda o‘quvchi shunchaki asboblardan manipulyatsiya qiluvchi ijrochi emas, balki kristall panjarasidagi nuqsonlarni sun‘iy yaratish orqali moddaning fizik xarakteristikalarini o‘zgarishini bashorat qiluvchi tadqiqotchi-muhandis subyektiga aylanadi.

Ilmiy asoslangan ushbu yondashuv o‘quvchilarning proektiv tafakkurini rivojlantirib, ularda fundamental fizik qonuniyatlarining amaliy texnologik yechimlarga transformatsiyalanish mexanizmini tushunish ko‘nikmasini shakllantiradi [2]. Binobarin, qattiq jismlar fizikasini o‘qitishda innovatsion laboratoriyalar - mavhum nazariyani real muhandislik amaliyoti bilan bog‘lovchi kognitiv ko‘prik vazifasini o‘taydi. Qattiq jismlar fizikasi kursida innovatsion laboratoriya ishlarini loyihalash jarayoni ta‘limning mazmuni, shakli va metodlarini tubdan isloh qilishga qaratilgan bir necha fundamental metodologik tamoyillarga tayanadi. Ushbu yondashuvlar o‘quvchining kognitiv faoliyatini nazariy bilimlarni passiv o‘zlashtirishdan, murakkab kondensirlangan tizimlarni aktiv modellashtirish va tadqiq etishga yo‘naltiradi [4].

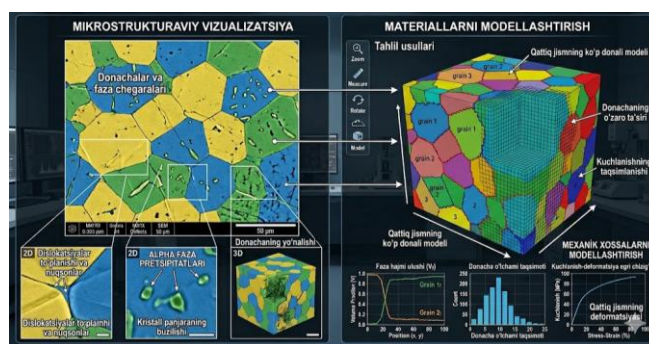
1. *Gibrid ta‘lim modeli va multimodal vizualizatsiya.* Qattiq jismlar fizikasini o‘qitishda gibrid ta‘lim modeli real fizik eksperiment va raqamli simulyatsiyaning sinergetik integratsiyasini ta‘minlaydi [8]. Masalan, yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligini o‘rganishda real laboratoriya qurilmasidan olingan empirik ma‘lumotlar bir vaqtning o‘zida PhET, Algodoo yoki maxsus dasturiy muhitlarda yaratilgan mikroskopik model bilan qiyoslanadi. Bu o‘quvchiga makroskopik o‘lchov natijalarini kristall panjaradagi elektronlar va kovaklarning dinamikasi (mikrodunyo) bilan bog‘lash imkonini beradi [7]. Raqamli modellashtirish an‘anaviy asboblardan o‘lchash imkoni bo‘lmagan kvant jarayonlarini interaktiv vizualizatsiya qilish orqali o‘quvchining tasavvur ko‘lamini kengaytiradi.

2. *Muammoli ta‘lim va gipotezaga asoslangan izlanish.* Innovatsion laboratoriya ishlari ko‘rsatmani bajarish paradigmasidan voz kechib, muammoli izlanish metodiga tayanadi [3]. Bunda ish mazmuni aniq bir fizik gipotezani tekshirish yoki konstruktorlik muammosini hal qilish shaklida loyihalanadi. Masalan, o‘quvchiga *"Berilgan qotishmaning temperatura koeffitsiyenti nima uchun kutilganidan farq qiladi?"* kabi muammoli topshiriq beriladi. O‘quvchi mustaqil ravishda tadqiqot algoritmini ishlab chiqadi, kristall panjaradagi nuqsonlarning ta‘sirini modellashtiradi va eksperiment natijalari asosida argumentli xulosalar chiqaradi. Bu jarayon talabalarda evristik tafakkurni va ilmiy

xulosalash madaniyatini shakllantiradi.

3. *STEM integratsiyasi va amaliy muhandislik.* Qattiq jismlar fizikasi laboratoriyalarini loyihalashda STEM yondashuvi fizika qonuniyatlarini real texnologik yechimlar bilan bog'laydi [4]. Laboratoriya ishi nafaqat fizik hodisani o'rganish, balki aniq bir muhandislik vazifasini bajarishga qaratiladi. Matematik apparat tajriba natijalarini statistik tahlil qilish va prognozlashtiruvchi modellarni qurish uchun xizmat qilsa, muhandislik qismi o'quvchida materiallarning xossalarini maqsadli o'zgartirish ko'nikmasini rivojlantiradi. Ushbu integratsiya o'quvchining fundamental fizikani zamonaviy ishlab chiqarish va nanotexnologiyalar asosi sifatida idrok etishini ta'minlaydi.

4. *Didaktik dizayn va proektiv kompetensiya.* Laboratoriya ishining ilmiy dizayni o'quvchining proektiv kompetensiyasini — ya'ni kelajakdagi texnologik jarayonlarni loyihalash qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi [1]. Qattiq jismlar fizikasiga oid innovatsion mashg'ulotlar doirasida o'quvchi ob'ektning tarkibiy qismlarini o'zgartirish orqali yangi funksional xossalarga ega materiallarni loyihalash tajribasiga ega bo'ladi. Bu esa o'quv jarayonini akademik doiradan chiqarib, amaliy professional faoliyat darajasiga ko'taradi.



1-rasm. Materiallar mikrotuzilmasini vizuallashtirish va kompyuterda modelashtirish.

Qattiq jismlar fizikasini o'qitishda innovatsion laboratoriya ishlarini loyihalash shunchaki texnik vositalarni yangilash emas, balki ta'limning mazmuni va falsafasini tubdan o'zgartiruvchi strategik yondashuvdir. O'tkazilgan metodologik tahlillar shuni ko'rsatadiki, mikro va makro dunyo o'rtasidagi kognitiv ko'priknining yaratilishi integratsiyalashgan ta'limning eng asosiy yutug'idir. An'anaviy laboratoriyalarda kuzatib bo'lmaydigan kvant-mexanik jarayonlarning raqamli vizuallashtirilishi talabalardagi ontologik uzilishni bartaraf etib, real eksperimentdan olingan empirik natijalarning virtual modellar bilan qiyoslanishi o'quvchiga moddaning makroskopik xossalari uning mikrotuzilishiga qanchalik bog'liqligini chuqur anglash imkonini beradi. Kristall panjaradagi nuqsonlarni modelashtirish yoki material xossalarini maqsadli o'zgartirish orqali olingan tajriba talabalarda evristik tafakkurni va proektiv kompetensiyalarni shakllantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Беляев И.В. "Моделирование процессов в конденсированном состоянии при обучении физике". // Журнал "Физика в школе". – Москва, 2020. – №2.
2. Капустин Ю.И. "Виртуализация физического эксперимента в высшей школе". – Москва: Академия, 2019.
3. Киттель Ч. "Введение в физику твердого тела". – Москва: Наука, 1978. (Didaktik adaptatsiya uchun fundamental asos).
4. Wieman C. E., et al. "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics". // *The Physics Teacher*, 2008. – Vol. 46.
5. Finkelstein N. D., et al. "When learning about the real world is better done virtually: Simulation vs. Lab". // *Physical Review Special Topics - PER*, 2005.

OLIIY TA'LIM MUASSASALARIDA INNOVATSION TA'LIM MUHITINI SHAKLLANTIRISHDA PEDAGOGIK INNOVATSIYALARNING ROLI TO'G'RI SIDA

Mumin Kadirov, Xayrillo Xaydarov

Sharof Rashidov nomidagi Samarqand Davlat Universiteti, 140104 Samarqand, O'zbekiston

Jamiyat va texnologiyalarning jadal rivojlanishi sharoitida ta'lim tizimi yangi muammo va muammolarga duch kelmoqda. Mutaxassislarni tayyorlashga qo'yiladigan zamonaviy talablar nafaqat bilimlarni uzatishni, balki talabalarning mustaqil fikrlash, ma'lumotlarni tahlil qilish va olingan bilimlarni amalda qo'llash qobiliyatini rivojlantirishni ham o'z ichiga oladi. Shu munosabat bilan o'quv jarayonini takomillashtirishga qaratilgan pedagogik yangiliklar alohida ahamiyatga ega.

Pedagogik innovatsiyalar - bu ta'lim faoliyati samaradorligini oshirishga yordam beradigan yangi g'oyalar, usullar, texnologiyalar va ta'limni tashkil etish shakllarini joriy etish. Ular o'qishga an'anaviy yondashuvlarni yangilash va talabalarning o'quv jarayonida faolroq ishtirok etishlari uchun sharoit yaratish imkonini beradi. O'qitishning innovatsion usullaridan foydalanish o'quvchilarning bilim faolligini, mustaqilligini va ijodiy tafakkurini rivojlantirishga yordam beradi[1].

Pedagogik innovatsiyalarning dolzarbligi an'anaviy o'qitish usullari har doim ham zamonaviy jamiyat talablariga javob bermasligi bilan bog'liq bo'lib, axborot makonida talabalar juda katta miqdordagi ma'lumotlarga duch keladilar, shuning uchun ta'limning muhim vazifasi talabada bu ma'lumotlarni tahlil qilish, tanqidiy fikrlash va bilimlarni mustaqil izlash ko'nikmalarini rivojlantirishdir.

Zamonaviy pedagogika ta'lim samaradorligini oshirishga qaratilgan yangi ta'lim texnologiyalarini faol rivojlantirmoqda va joriy etmoqda. Bunday texnologiyalarga o'qitishning interaktiv usullari, loyiha faoliyati, masofaviy o'qitish texnologiyalari, raqamli resurslardan foydalanish va boshqalar kiradi. Ushbu usullar o'quv jarayonini yanada moslashuvchan va talabalar ehtiyojlariga yo'naltirilgan bo'ladi. O'qituvchi pedagogik innovatsiyalarni amalga oshirishda muhim rol o'ynaydi. U nafaqat bilimlarni uzatishi, balki talabalarning faol bilim faoliyati uchun sharoit yaratishi kerak. O'qituvchi o'quv jarayonining tashkilotchisi sifatida ishlaydi, bu o'quvchilarni mustaqil ravishda bilim izlashga va ijodiy salohiyatini rivojlantirishga undaydi.

Pedagogik innovatsiyalarning eng keng tarqalgan yo'nalishlaridan biri bu interfaol o'qitish usullaridan foydalanishdir. Ushbu usullar o'qituvchi va talabalar, shuningdek, talabalarning o'zlari o'rtasidagi faol o'zaro muloqotni o'z ichiga oladi. Interfaol usullarga munozaralar, guruhda ishlash, aqliy hujum va biznes o'yinlari kiradi. Boshqa yana bir muhim yo'nalish-bu loyiha faoliyati. Loyiha asosida o'qitish doirasida talabalar mustaqil ravishda ma'lum bir muammoni o'rganadilar, ma'lumot to'playdilar va tahlil qiladilar, so'ngra o'z ishlarining natijalarini taqdim etadilar. Ushbu yondashuv tadqiqot ko'nikmalarini rivojlantirishga va faoliyat natijasi uchun mas'uliyatni shakllantirishga yordam beradi.

Pedagogik innovatsiyalarni amalga oshirishda o'qituvchining faoliyati alohida ahamiyatga ega. U nafaqat bilim manbai, balki o'quvchilar shaxsini rivojlantirishga qaratilgan o'quv jarayonining tashkilotchisi sifatida ham harakat qilishi kerak. O'qituvchining uzluksiz kasbiy rivojlanishi va zamonaviy ta'lim texnologiyalaridan foydalanish ta'limda innovatsiyalarni muvaffaqiyatli amalga oshirishning muhim shartidir.

Shunday qilib, pedagogik innovatsiyalar ta'lim tizimini modernizatsiya qilishning muhim vositasidir. Ulardan foydalanish ta'lim sifatini oshirishga va zamonaviy jamiyatda muvaffaqiyatli ishlashga qodir mutaxassislarni tayyorlashga yordam beradi[1].

Yana shuni ta'kidlash lozimki, pedagogning innovatsion faoliyatiga o'qituvchining ta'lim oluvchilarni o'qitish va tarbiyalash amaliyotida pedagogik innovatsiyalarni yaratish, rivojlantirish va ulardan foydalanish, OTMlarda ma'lum bir innovatsion muhitni yaratish kiradi[2].

Shunday qilib, OTMlarning o'quv jarayoniga innovatsiyalar va texnologiyalarni joriy etish mehnat

bozorida talabga ega bo‘ladigan bo‘lajak mutaxassislarni tayyorlash sifatini ta‘minlashning zaruriy shartidir. Ta‘lim faoliyatining mavjud ijobiy amaliy tajribasiga tayanmasdan turib, innovatsion texnologiyalar va loyihalarni ishlab chiqish va amalga oshirish mumkin emas. Natijada, talabaning raqobatbardoshligi uning raqobat kuchayib borayotgan mehnat bozori sharoitida korporativ zinapoyadan muvaffaqiyatli ko‘tarilish istiqboli bilan OTMda o‘qishni tugatguniga qadar o‘z mutaxassisligi bo‘yicha kafolatlangan ishga ega bo‘lish qobiliyatining muhim tarkibiy qismidir[2].

Darslarda barcha talabalarni boshqarish, umumiy maqsadga erishishda ta‘lim sifatini oshirish muhim hisoblanadi [3]. Bugungi kun yoshlarini zamonaviy chaqiriqlarga javob bera oladigan, shuningdek, ertangi noaniq sharoitlarda yashash va faoliyat yuritishi uchun zarur sharoit yaratishimiz lozim. Bunday shaxs real sharoitlarda moliyaviy savodxonlikdan tortib, tanqidiy fikrlashgacha bo‘lgan bilimlarni qo‘llay olish qobiliyatiga ega bo‘lishi kerak [4].

Pedagogik innovatsiyalar oliy ta‘lim muassasalarining (OTM) innovatsion muhitini shakllantirishda, an‘anaviy ta‘limni interaktiv, individuallashtirilgan jarayonga aylantirishda muhim rol o‘ynaydi. Bu jarayon o‘qituvchilarning ijodiy faoliyatini ro‘yobga chiqishini rag‘batlantiradi, yangi usul va texnologiyalarni (raqamlashtirish, faol o‘rganish) joriy etadi, bu esa o‘z navbatida ta‘lim sifatini va OTMlarning bozor talablariga moslashishini oshiradi.

Pedagogik innovatsiyalar rolining asosiy jihatlari:

- *O‘quv jarayonini o‘zgartirish:* passiv bilimlarni uzatishdan faol usullarga o‘tish, tanqidiy fikrlash va talabalarning mustaqilligini rivojlantirish.
- *Pedagogning innovatsion madaniyatini rivojlantirish:* pedagoglar yangi o‘quv mahsulotlari, dasturlari va texnikalarini yaratishda, o‘z malakalarini oshirishda faol ishtirok etadilar.
- *Ta‘lim muhitini shakllantirish:* innovatsiyalar ilmiy tadqiqotlar, o‘qituvchilarning ijodkorligi va yangi axborot texnologiyalarini yagona rivojlanayotgan tizimga birlashtiradi.
- *Zamon talablariga moslashish:* pedagogik innovatsiyalardan istiqbolli ta‘limni loyihalashda masofaviy va raqamli vositalarni joriy etishda foydalaniladi.

Pedagogik innovatsiyalar orqali yaratilgan innovatsion muhit zamonaviy mehnat bozori uchun zarur bo‘lgan bilim va malakalarning yangilanishini ta‘minlaydi. Ma‘ruzada oliy ta‘lim muassasalarida innovatsion ta‘lim muhitini shakllantirishda Sharof Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti tajribasi bayon etiladi. Bunda universitetda ta‘lim sohasini xorijiy tajribalar asosida transformatsiya qilish, biznes va ish beruvchilarning talab va ehtiyojlarini inobatga olib yangi ta‘lim yo‘nalishlarini ochish, dual ta‘lim asosida muhandis fizik kadrlar tayyorlashni yo‘lgan qo‘yish, universitetning ilmiy texnik bazasi, professor-o‘qituvchilarning salohiyati, o‘quv-uslubiy resurslar, infratuzulmalar, xorijiy aloqalar, akademik almashunuvchanlik va malaka oshirishlar ko‘zda tutiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sultanova M.T. Педагогические инновации в современном образовании. Yangi o‘zbekiston, yangi tatqiqotlar jurnali. Vol.4 No.3 (2026).
2. Дауткалиева П.Б., Жунисбекова Ж.А., Сахиева Ф.А., Сихымбаев К.С., Кумарова А.К. “Роль инновации в вузовском образовании”. Халқаро талабалар илмий бюллетени, Казахстан. 2019 й.
3. Kodirov M.K., Eshburiev R.M., Xaydarov X.S. Kafolatlangan ta‘limga erishishda ta‘lim mazmunini takomillashtirish masalalari. Pedagogik mahorat: Ilmiy-nazariy va metodik jurnal, - Buxoro, 2025-yil, aprel, №4.
4. Boboyeva G. Fizika darslarida innovatsion texnologiyalar qo‘llash. - Toshkent: Yoshlar nashriyoti, 2021.

ALFA-ZARRALAR IZLARINI VILSON KAMERASI YORDAMIDA NAMOYISH ETISH METODIKASI

U. Omonqulova, Sh. Ikromiddinova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Yadro fizikasi va radioaktivlik hodisalarini o‘qitishda fundamental didaktik muammo ob’ektlarning mikroskopik tabiati va ularning inson sezgi a’zolari idrok eta olmaydigan energetik darajalarda mavjudligidir. Mikrodunyo qonuniyatlari makroskopik tajribalarga mos kelmasligi sababli, o‘quvchilarda kvant ob’ektlarining real borligiga nisbatan kognitiv shubha yoki mavhum tasavvurlar yuzaga keladi. Shu nuqtai nazardan, Vilson kamerasi fizikani o‘qitish metodikasida ko‘rinmasni ko‘rinadigan qiluvchi eng muhim evristik va didaktik ko‘prik vazifasini o‘taydi. Mazkur qurilma yordamida radioaktiv nurlanishning nafaqat borligini, balki har bir alohida zarraning individual trayektoriya shaklidagi izini bevosita vizuallashtirish imkoniyati tug‘iladi, bu esa talabalarda mikrodunyo ob’ektlarining real mavjudligiga fundamental ishonch hosil qiladi [5].

Vilson kamerasining ilmiy-metodik asosi termodinamika va atom fizikasi qonuniyatlarining sintezi bilan tavsiflanadi. Uning ishlash mexanizmi o‘ta to‘yingan bug‘ning adiabatik kengayishi natijasida kondensatsiyalanish jarayoniga tayangan bo‘lib, bunda uchib o‘tayotgan alfa yoki beta zarralar havo molekulalarini ionlashtiradi. Hosil bo‘lgan ionlar bug‘ tomchilari uchun kondensatsiya markazlari bo‘lib xizmat qiladi, natijada zarra harakat qilgan chiziqli bo‘ylab o‘quvchi kozi bilan ko‘ra oladigan tuman izlari hosil bo‘ladi. Bu hodisani dars jarayonida namoyish etish o‘quvchilarning mavhum nazariyani real fizik dalillar bilan bog‘lashiga, ya’ni ontologik uzilishning bartaraf etilishiga xizmat qiladi [1]. Ilmiy asoslangan bu yondashuv orqali izlarning yo‘g‘onligi, uzunligi va egriligiga qarab zarraning massasi, energiyasi va ionlashtirish qobiliyatini tahlil qilish, hatto zarraning magnit maydonidagi og‘ishini kuzatish mumkin.

Binobarin, Vilson kamerasi bilan o‘tkaziladigan eksperimentlar o‘quvchilarda kognitiv aktivlikni oshirib, ularni passiv kuzatuvchidan faol tadqiqotchi darajasiga ko‘taradi. O‘quvchi radioaktiv yemirilishning statistik tabiatini, ya’ni zarralarning tasodifiy vaqtlarda va turli yo‘nalishlarda uchib chiqishini jonli ravishda kuzatib, ehtimollik qonuniyatlarini anglay boshlaydi [3]. Bunday vizualizatsiya nafaqat fanga bo‘lgan qiziqishni orttiradi, balki atom fizikasi kursining ilmiylik darajasini amaliy isbotlar orqali mustahkamlaydi. Shunday qilib, bulutli kamera dars jarayonida o‘quvchilarning kvant-mexanik dunyoqarashini shakllantiruvchi, nazariy tushunchalarni vizual tajriba bilan birlashtiruvchi markaziy didaktik platforma bo‘lib xizmat qiladi.

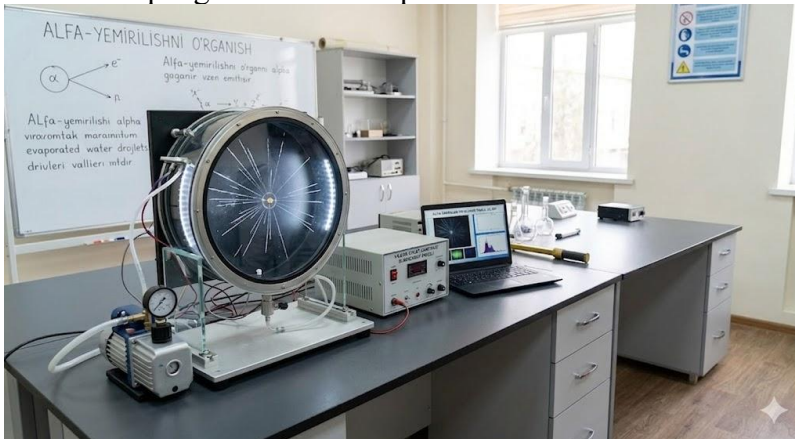
Vilson kamerasida alfa-zarralar trayektoriyasini namoyish etishning fizik asosi termodinamik fazaviy o‘tishlar va yuqori energiyali zarralarning modda bilan o‘zaro ta’siri qonuniyatlariga tayanadi. Qurilmaning ishlash prinsipi bug‘ning adiabatik kengayishi natijasida yuzaga keladigan o‘ta to‘yingan holatga asoslangan. Alfa-zarra kamera ishchi hajmidan yuqori tezlikda uchib o‘tayotganida, muhitdagi gaz molekulalari bilan to‘qnashib, ularni ionlashtiradi [2]. Hosil bo‘lgan musbat va manfiy ionlar kogerent kondensatsiya markazlari vazifasini o‘taydi. Natijada, zarraning uchish trayektoriya bo‘ylab mikroskopik tuman tomchilari zanjiri shakllanadi, bu esa o‘quvchiga mikrozarraning harakat yo‘nalishini makroskopik darajada vizual kuzatish imkonini beradi.

Metodik jihatdan ushbu tajribani namoyish etishda uchta fundamental ilmiy jihatga alohida urg‘u berish lozim. Birinchidan, trayektoriya xususiyatlari alfa-zarralarning tabiati haqida muhim axborot beradi. Izlarning yo‘g‘on va to‘g‘ri chiziqli ekanligi alfa-zarralarning boshqa zarralarga nisbatan massasi juda kattaligi va yuqori ionlashtirish qobiliyatiga ega ekanligidan dalolat beradi. Zarra o‘z yo‘lida uchraydigan elektronlar bilan to‘qnashganda massasi katta bo‘lgani uchun harakat yo‘nalishini deyarli o‘zgartirmaydi, bu esa izning chiziqli turg‘unligini ta’minlaydi [5].

Ikkinchidan, tajribaning statistik xarakteri radioaktiv yemirilishning fundamental qonuniyatini

yoritadi. Zarralarning manbadan turli yo‘nalishlarda va oldindan aytib bo‘lmaydigan, tasodifiy vaqt oralig‘ida uchib chiqishi o‘quvchilarda yadroviy jarayonlarning deterministik emas, balki ehtimollik tabiatiga ega ekanligi haqida tasavvur uyg‘otadi. Bu kvant dunyosining makroolamdan farqli ravishda statistik qonunlarga bo‘ysunishini tushuntirishda eng samarali metodik usuldir.

Uchinchidan, zarralarning energiya yo‘qotish mexanizmi izlarning yakuniy masofasi orqali isbotlanadi. Alfa-zarralarning treklari kameraning ma‘lum bir nuqtasida keskin tugashi ularning modda muhitida ma‘lum bir yugurish yo‘liga ega ekanligini ko‘rsatadi. Bu hodisa zarraning o‘z kinetik energiyasini ionlashtirish va qo‘zg‘atish jarayonlariga to‘liq sarflashi natijasida sodir bo‘ladi. Izlarning deyarli bir xil uzunlikda bo‘lishi esa radioaktiv manbadan chiqayotgan alfa-zarralarning monoxromatik, ya‘ni bir xil energiyaga ega ekanligini ilmiy jihatdan asoslaydi [2]. Bunday kompleks yondashuv o‘quvchilarda yadro fizikasi haqidagi bilimlarni empirik dalillar asosida tizimlashtirishga xizmat qiladi.



1-rasm. Vilson kamerasi qurilmasi.

Xulosa qilib aytganda, Vilson kamerasi yordamida o‘tkaziladigan laboratoriya va namoyish eksperimentlari fizika darslarining ilmiylik darajasini oshirish bilan birga, o‘quvchilarning kvant-mexanik dunyoqarashini shakllantirishda muhim kognitiv ko‘prik vazifasini o‘taydi. Mazkur tajribani zamonaviy raqamli video-tahlil va kompyuterli modellashirish texnologiyalari bilan integratsiya qilish, olingan natijalarni statistik qayta ishlash imkonini beradi va o‘quv jarayonining pedagogik samaradorligini sifat jihatidan yangi bosqichga ko‘taradi [9].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Jo‘rayev M. "Fizika o‘qitish metodikasi". – Toshkent: "O‘qituvchi", 2015.
2. Беляев И.В. "Методика демонстрационного эксперимента по ядерной физике". – Москва, 2019.
3. Капустин Ю.И. "Педагогические технологии в условиях цифровизации образования". – Москва: Академия, 2020.
4. Ismoilov T. "STEAM ta‘lim texnologiyasi: muammo va yechimlar". – Toshkent, 2022.
5. Kozhevnikov M., et al. "The Role of Visualization in Learning Physics". // *Journal of Educational Psychology*, 2017.
6. Wieman C. E., et al. "PhET: Interactive Simulations for Teaching and Learning Physics". // *The Physics Teacher*, 2008.
7. Finkelstein N. D., et al. "When learning about the real world is better done virtually". // *Physical Review Special Topics - PER*, 2005.
8. Begmatova D.M. "Fizika o‘qitishda zamonaviy texnologiyalar". – Toshkent: "Noshir", 2021.
9. Kukkonen J., et al. "The role of visual representations in learning nuclear physics". // *Physics Education*, 2020. – Vol. 55.

UMUMTA'LIM MAKTEBLARIDA FIZIKA VA KIMYO FANLARINI INTEGRATSIYALAB O'QITISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Ziyoda Axmedova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

O'zbekiston ta'lim tizimida o'quv jarayonini takomillashtirish, uning samaradorligini oshirish hamda o'quvchilarning ilmiy dunyoqarashini kengaytirishga alohida e'tibor qaratilmoqda. Ayniqsa, umumiy o'rta ta'lim makteblarida tabiiy fanlarni o'qitishda zamonaviy pedagogik yondashuvlardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu jihatdan kimyo fanini o'qitishda uni boshqa fanlar, xususan fizika fani bilan uzviy bog'lab, integratsiyalashgan holda tashkil etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Kimyo va fizika fanlarining o'zaro yaqinligi ularni birgalikda o'qitish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Chunki ko'plab kimyoviy jarayonlar fizik qonuniyatlar asosida tushuntiriladi. Bu esa o'quvchilarga bilimlarni chuqurroq anglash, ularni amaliyot bilan bog'lash hamda mustaqil fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Fanlararo integratsiya asosida tashkil etilgan darslar o'quv jarayonini yanada samarali, qiziqarli va mazmunli qiladi. Natijada o'quvchilar bilimlarni tizimli ravishda o'zlashtiradi, ortiqcha takrorlanishlar kamayadi va vaqt samarali taqsimlanadi. Shu bois bugungi kunda kimyo fanini fizika bilan integratsiyalashgan holda o'qitish umumiy o'rta ta'lim tizimining muhim yo'nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

Ushbu ishda aynan kimyo va fizika fanlarini integratsiyalashgan holda o'qitishning didaktik imkoniyatlari hamda uning amaliy ahamiyati tahlil qilinadi.

O'quvchilarning bilish faolligini oshirish va ularning tabiiy fanlarga bo'lgan qiziqishini rivojlantirish ta'lim jarayonining muhim vazifalaridan biridir. Pedagogik kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, umumiy o'rta ta'lim makteblari o'quvchilarida kimyo faniga nisbatan tabiiy qiziqish va layoqat mavjud bo'lib, bu ularning mavzularni o'zlashtirish jarayonida yaqqol namoyon bo'ladi. Ayniqsa, keyingi yillarda iqtidorli o'quvchilarni aniqlash va ular bilan alohida ishlash tizimining yo'lga qo'yilgani ushbu jarayonni yanada samarali tashkil etishga xizmat qilmoqda.

Kimyo fanining o'ziga xos jihatlaridan biri - uning tajribalar asosida o'rganilishidir. Amaliy mashg'ulotlar va laboratoriya ishlari o'quvchilarning mavzuni chuqurroq anglashiga, nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog'lashiga imkon yaratadi. Shu nuqtai nazardan, kimyo fanini fizika fani bilan integratsiyalashgan holda o'qitish alohida ahamiyat kasb etadi. Bunday yondashuv orqali o'quvchilar moddalarning xossalari, ularning o'zgarishi hamda jarayonlarning fizik mohiyatini birgalikda tushunib yetadilar.

Masalan, oddiy tajriba sifatida ohaktosh (kaltsiy karbonat) va sirka kislotasi o'rtasidagi reaksiya o'quvchilarda katta qiziqish uyg'otadi. Ushbu jarayonda gaz ajralib chiqishi kuzatiladi, bu esa kimyoviy reaksiyaning sodir bo'layotganligini ko'rsatadi. Natijada o'quvchilar moddalarning o'zgarishi, yangi moddalar hosil bo'lishi va gaz ajralishi kabi tushunchalarni nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham anglaydilar. Shu bilan birga, bu tajriba orqali gaz, suyuq va qattiq moddalarning fizik xossalari haqida ham tasavvur hosil bo'ladi.

Fanlararo integratsiya asosida tashkil etilgan darslarda fizik hodisalarga ham alohida e'tibor qaratiladi. Jumladan, diffuziya va Braun harakati kabi hodisalar moddalarning zarrachaviy tuzilishini tushuntirishda muhim o'rin tutadi. Diffuziya jarayoni nafaqat kimyoviy, balki biologik jarayonlarda ham keng uchraydi. Masalan, o'simliklarning barglari orqali gaz almashinuvi, suv havzalarida kislorodning tarqalishi yoki inson organizmida gazlar almashinuvi diffuziya hodisasiga asoslanadi. Bu esa o'quvchilarda fanlararo bog'liqlikni anglashga yordam beradi.

Shuningdek, bug‘lanish, kondensatsiya va sublimatsiya kabi jarayonlarni o‘rganishda ham fizika va kimyo fanlari o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlik yaqqol namoyon bo‘ladi. Bu jarayonlar orqali o‘quvchilar moddalarning agregat holatlari va ularning o‘zgarish mexanizmlarini tushunib yetadilar. Bunday mavzularni integratsiyalashgan holda o‘qitish o‘quvchilarning bilimlarini mustahkamlash bilan birga, ularning mantiqiy fikrlashini rivojlantiradi.

Umumta’lim maktablarida bunday tajribalarni keng joriy etish, ularni o‘tkazish uchun zarur bo‘lgan o‘quv vositalari va metodik qo‘llanmalarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega. Chunki aynan amaliy faoliyat orqali o‘quvchilar o‘z bilimlarini mustaqil ravishda qo‘llashni, tajriba natijalarini tahlil qilishni va xulosalar chiqarishni o‘rganadilar.

Umumta’lim maktablarida kimyo va fizika fanlarini integratsiyalashgan holda o‘qitish o‘quv jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bunday yondashuv o‘quvchilarda tabiiy fanlarga oid bilimlarni tizimli va chuqur o‘zlashtirish, hodisalarni o‘zaro bog‘liq holda tushunish imkonini yaratadi.

Integratsiyalashgan darslar orqali o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashi, tahlil qilish va mustaqil xulosa chiqarish ko‘nikmalari rivojlanadi. Ayniqsa, laboratoriya tajribalari va amaliy mashg‘ulotlar bilimlarni mustahkamlashda muhim o‘rin tutadi hamda o‘quvchilarning fanga bo‘lgan qiziqishini oshiradi.

Shuningdek, fanlararo bog‘liqlik asosida tashkil etilgan ta’lim jarayoni o‘quvchilarning olgan bilimlarini real hayotda qo‘llay olishiga, kasbiy yo‘nalishini aniqlashiga yordam beradi. Shu bois fizika va kimyo fanlarini integratsiyalashgan holda o‘qitish zamonaviy ta’limning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, uni yanada rivojlantirish zarur hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2020.
2. Umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun kimyo darsligi (7–11-sinflar). – Toshkent: Respublika ta’lim markazi.
3. Umumiy o‘rta ta’lim maktablari uchun fizika darsligi (6–11-sinflar). – Toshkent: Respublika ta’lim markazi.
4. Ishmuhamedov R.J. Pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2017.
5. Tolipov O‘., Usmonboyeva M. Pedagogika nazariyasi va amaliyoti. – Toshkent: “Fan”, 2010.
6. Xodjayev B.X. Umumiy pedagogika. – Toshkent: “Fan va texnologiya”, 2017.
7. Azizov A., To‘xtayev N. Kimyo o‘qitish metodikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2015.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI VA RAQAMLI PLATFORMANING O‘RNI

Mavluda Shukurova, Dilnavoz Kamalova

Navoiy Davlat Universiteti, 210100 Navoiy, O‘zbekiston

Bugungi kunda raqamli texnologiyalar jamiyatning barcha sohalariga, xususan, ta’lim tizimiga ham keng joriy etilmoqda. Zamonaviy ta’lim jarayoni an’anaviy o‘qitish usullarini takomillashtirish bilan bir qatorda, innovatsion yondashuvlar va raqamli vositalardan samarali foydalanishni talab etadi. Raqamli texnologiyalar, jumladan, virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar va interaktiv dasturlar o‘quv jarayonini yanada samarali, qiziqarli va tushunarli tashkil etish imkonini bermoqda. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda murakkab jarayonlarni vizual tarzda ko‘rsatish muhim ahamiyat kasb etadi. So‘nggi yillarda virtual laboratoriya ta’lim jarayonining ajralmas qismiga aylanib, real tajribalarni xavfsiz va qulay tarzda o‘tkazish imkonini yaratmoqda. Shu nuqtai nazardan, fizika fanini o‘qitishda virtual laboratoriyalardan foydalanishning ahamiyatini o‘rganish va uning afzalliklarini tahlil qilish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Fizika fanini o‘qitishdan maqsad – tabiatning fundamental qonunlarini ilmiy asosda tushuntirish, o‘quvchilarda ilmiy dunyoqarashni shakllantirish hamda ularning mantiqiy fikrlash qobiliyatini shakllantirishdan iborat. Shu bilan birga, fizika fanini o‘rganish orqali texnika va kundalik hayotda qo‘llanilayotgan qurilma va mexanizmlarning ishlash prinsiplari tushuntiriladi. An’anaviy o‘qitish jarayonida fizik hodisalarni o‘rganish laboratoriya mashg‘ulotlari orqali amalga oshiriladi. Masalan, matematik va prujinali mayatniklar yordamida turli fizik kattaliklar aniqlanadi va qonuniyatlar o‘rganiladi. Bugungi kunda esa ta’lim tizimida zamonaviy raqamli texnologiyalar va virtual dasturlardan keng foydalanilmoqda. Jumladan, PhET, LabVIEW, Crocodile physics kabi dasturlar yordamida fizik jarayonlarni modellashtirish hamda laboratoriya ishlarini virtual tarzda bajarish imkoniyati mavjud. Bu esa o‘quv jarayonini yanada samarali, xavfsiz va interaktiv tashkil etishga xizmat qiladi. Yuqorida ta’kidlaganimizdek virtual laboratoriyalar fizik jarayonlarni vizual va interaktiv tarzda o‘rganish imkonini beradi. Ular yordamida murakkab tushunchalarni sodda va tushunarli shaklda izohlash mumkin.

Virtual laboratoriyalarning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

- Tajribani xavfsiz muhitda o‘tkazish imkoniyati
- Murakkab jarayonlarni vizual tarzda ko‘rsatish
- Mikro va makro olamni kuzatish imkoniyati
- Vaqt va moddiy resurslarni tejash
- O‘quvchilarning mustaqil ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish Amaliy mashg‘ulotlar davomida

virtual laboratorialardan foydalanish o‘quvchilarning mavzuni tushunishini yengillashtirishi va darsga bo‘lgan qiziqishini oshirishi kuzatiladi.

Taklif: Fizika fanini o‘qitishda zamonaviy raqamli texnologiyalarni qo‘llashni yanada takomillashtirish maqsadida “Physics Step” nomli innovatsion loyiha konsepsiyasi ishlab chiqilmoqda. Ushbu loyiha fizik tushunchalarni bosqichma-bosqich o‘rgatish, interaktiv simulyatsiyalar, virtual laboratoriyalar va test tizimi asosida tashkil etilgan. Loyihaning asosiy g‘oyasi o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliy ko‘nikmalar bilan integratsiya qilish hamda ularning mustaqil o‘rganish faoliyatini qo‘llab-quvvatlashdan iborat. Platformada mavzular ketma-ketlik asosida berilib, har bir bosqichda interaktiv topshiriqlar va vizual modellar orqali tushunchalarni mustahkamlash nazarda tutiladi. Ushbu yondashuv o‘quvchilarning fizika faniga bo‘lgan qiziqishini oshirish, murakkab jarayonlarni soddalashtirib tushuntirish hamda ta’lim samaradorligini oshirishga xizmat qilishi mumkin.

Xulosa o‘rnida, shuni aytish mumkinki, fizika darslarida virtual laboratoriyalardan foydalanish o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog‘lashda eng samarali vositalardan biri hisoblanadi.

Bu texnologiyalar darsning interaktivligini oshiribgina qolmay, o‘quvchilarda mustaqil tadqiqot olib borish ko‘nikmalarini shakllantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. D.I.Kamalova, L.X.Turabova. “Fizika fanini o‘qitishda elektron o‘quv qo‘llanmalardan foydalanishning ahamiyati”. “Polish science journal” International scientific journal. Warsaw, Poland. Issue 4(37). April. 2021. pp. 222-225.
2. K.S.O‘rinboyeva, R.Sh.Muxtarova, Z.I.Ibrohimjonova, M.J.Ashurboyeva “FIZIKA O‘QITISHDA VIRTUAL O‘YINLARNING AHAMIYATI”.
3. J.A.Matkarimov “Ta’limda raqamli texnologiyalardan foydalanish” INTER EDUCATION & GLOBAL STUDY. ISSN 2992-9024N(online) 2025, №1. pp.480-486
4. S.X.Zoirov, M.A. Ergasheva, N.S.Boynazarova “PhET Simulatorlarida bajarilgan laboratoriya ishlarining afzalliklari”. "Science and Education" Scientific Journal / www.openscience.uz November 2024 / Volume 5 Issue 11. pp. 125-129

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

U. Omonqulova, S. Tojiboyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Fizika fani abstrakt tushunchalar (magnit maydoni, kvant holatlari) va murakkab matematik apparatga asoslangani sababli, o‘quvchilarda uni o‘zlashtirishda ma’lum qiyinchiliklar tug‘diradi. Sun’iy intellekt texnologiyalari ushbu qiyinchiliklarni bartaraf etishda an’anaviy metodlarni kengaytiruvchi eng samarali didaktik vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Fizika fani tabiatning eng fundamental qonuniyatlarini o‘rgatishi bilan birga, o‘quvchilardan yuksak darajadagi mavhum (abstrakt) tafakkur va matematik savodxonlikni talab etadi. Sun’iy intellekt texnologiyalarining ta’limga kirib kelishi fizika o‘qitish metodikasini tubdan o‘zgartirib, murakkab tushunchalarni oson va interaktiv shaklda yetkazish imkonini bermoqda. Quyida sun’iy intellektning fizika didaktikasidagi asosiy yo‘nalishlari kengaytirilgan holda berilgan:

1. *Virtual laboratoriyalar va aqlli simulyatsiyalar.* An’anaviy laboratoriya sharoitida ba’zi tajribalarni o‘tkazish yuqori xavf (radioaktivlik, yuqori kuchlanish) yoki katta xarajatlar tufayli cheklangan. sun’iy intellekt asosidagi virtual laboratoriyalar ushbu to‘siqlarni olib tashlaydi. Bu tizimlar shunchaki animatsiya emas, balki aniq fizik formulalar asosida ishlovchi matematik modellardir. O‘quvchi zanjirga noto‘g‘ri qarshilik ulasa yoki yadro reaksiyasida kritik massani noto‘g‘ri hisoblasa, sun’iy intellekt real vaqtda ushbu xatoning oqibatlarini (masalan, zanjirning yonib ketishi) ko‘rsatadi va uning sabablarini fizik qonuniyatlar bilan tushuntirib beradi. Bu esa o‘quvchiga xavfsiz muhitda "xato qilish orqali o‘rganish" imkoniyatini taqdim etadi.

2. *Abstrakt jarayonlarni dinamik vizuallashtirish.* Fizikaning ko‘plab bo‘limlari, xususan, mikrodunyo va makrodunyo hodisalari inson ko‘zi uchun yopiqdir. Elektronlarning yarimo‘tkazgichlardagi harakati, magnit maydon chiziqlarining o‘zaro ta’siri yoki yorug‘likning interferensiya hodisasini tasavvur qilish o‘quvchilar uchun qiyin. Sun’iy intellekt ushbu jarayonlarni 3D modellar va dinamik grafiklar ko‘rinishiga o‘tkazadi. Masalan, o‘quvchi parametrlarni o‘zgartirishi bilan sun’iy intellekt elektromagnit to‘lqinning tarqalish tezligi yoki amplitudasini o‘sha soniyadayoq qayta hisoblab, tasvirni yangilaydi. Bunday vizuallashtirish nazariy bilimlarni vizual xotira bilan mustahkamlaydi.

3. *Masala yechishda mantiqiy-algoritmik yordam.* An’anaviy usulda masalaning faqat yakuniy javobiga e’tibor qaratilsa, sun’iy intellekt tizimlari yechimning jarayoniga urg‘u beradi. Sun’iy intellekt o‘quvchiga masalani yechishda "aqlli repetitor" vazifasini o‘taydi:

- Berilgan ma’lumotlarni tahlil qiladi va kerakli fizik qonuniyatni (masalan, Termodinamikaning birinchi qonuni yoki Kulon qonuni) tanlashga yo‘naltiradi.
- Yechimning har bir bosqichida mantiqiy bog‘liqlikni tekshiradi.
- Agar o‘quvchi o‘lchov birliklarida adashsa (masalan, kilometrni metrga o‘tkazishni unutsa), tizim darhol ogohlantiradi.

Har bir o‘quvchining fizikani o‘zlashtirish tezligi turlicha. Sun’iy intellekt o‘quvchining qaysi mavzularda (masalan, optika yoki mexanika) ko‘proq xato qilayotganini tahlil qilib, unga moslashtirilgan topshiriqlar paketini shakllantiradi. Bu o‘qituvchiga har bir o‘quvchining o‘zlashtirish darajasi haqida aniq statistik ma’lumotlar beradi, natijada dars jarayoni ko‘proq muammoli nuqtalarni yechishga yo‘naltiriladi.

Sun’iy intellekt fizikani o‘qitishda shunchaki yordamchi vosita emas, balki ta’lim jarayonining sifatini tubdan o‘zgartiruvchi didaktik transformator vazifasini o‘taydi. U fanning nazariy murakkabligi va amaliy tajribalar o‘rtasidagi tafovutni bartaraf etadi.

1-jadval. Fizika ta’limida sun’iy intellekt ning didaktik imkoniyatlari.

Yo‘nalish	Mazmun va mohiyati	Didaktik samaradorlik
Virtual simulyatsiyalar	Real laboratoriyada bajarish imkonsiz bo‘lgan xavfli yoki murakkab jarayonlarni raqamli modellashdirish.	Xavfsizlikni ta’minlash va tajriba o‘tkazish imkoniyatlarini kengaytirish.
Dinamik vizuallashtirish	Mikrozarrachalar harakati yoki elektromagnit maydon kabi ko‘zga ko‘rinmas hodisalarni 3D ko‘rinishda tasvirlash.	Abstrakt tushunchalarni konkretlashtirish va ko‘rgazmalilikni oshirish.
Adaptiv qayta aloqa	O‘quvchining masalani yechish jarayonidagi xatolarini aniqlab, unga yo‘naltiruvchi maslahatlar berish.	Mustaqil fikrlashni rivojlantirish va individual ta’limni yo‘lga qo‘yish.
Kognitiv modellashtirish	Fizik qonuniyatlarning turli sharoitlarda qanday ishlashini sinab ko‘rish uchun interaktiv muhit yaratish.	Sabab va oqibat bog‘liqligini amaliy tushunish va tadqiqotchilik ko‘nikmasini shakllantirish.
Ma’lumotlar tahlili	Tajriba natijalarini soniyalar ichida qayta ishlash, grafiklar chizish va xatoliklarni hisoblash.	Diqqatni texnik hisob-kitoblardan fizik mohiyatni tahlil qilishga yo‘naltirish.

Sun’iy intellekt tizimlari o‘quvchiga passiv kuzatuvchidan faol tadqiqotchi darajasiga ko‘tarilish imkonini beradi. Masalan, o‘quvchi virtual muhitda jismning harakat trayektoriyasini o‘zgartirib ko‘rish orqali Nyuton qonunlarining mohiyatini quruq formulalardan ko‘ra tezroq va chuqurroq anglaydi. Shu bilan birga, sun’iy intellekt o‘qituvchini vaqt talab qiladigan rutin ishlar — laboratoriya natijalarini tekshirish, oddiy arifmetik xatolarni tuzatish va bir xil turdagi savollarga javob berishdan ozod qiladi.

Natijada, fizika darslari zerikarli hisob-kitoblar maydonidan jonli va qiziqarli ilmiy izlanishlar maydoniga aylanadi. Bu texnologiyalar o‘quvchilarda nafaqat fundamental bilimlarni, balki zamonaviy muhandislik va texnologik tafakkurni shakllantirishda ham muhim poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Begimkulov U.Sh. "Pedagogik ta’lim jarayonlarini axborotlashtirishni tashkil etish va boshqarish nazariyasi va amaliyoti". – T.: Fan, 2007.
2. Turdiyev N.Sh. "Fizika o‘qitishda zamonaviy texnologiyalar". – T.: Noshir, 2012.
3. Ziyodullayev R.Z. "Fizika fanini o‘qitishda sun’iy intellekt va virtual simulyatsiyalardan foydalanish metodikasi" // *Ilmiy-uslubiy jurnallar to‘plami*.
4. Luckin R., Holmes W. "Intelligence Unleashed: An argument for AI in Education". – London: Pearson, 2016.
5. Holstein K., McLaren B. M., Aleven V. "Student-Learning with Adaptive Tutors". – *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 2018.
6. Robert I.V. "Teoriya i metodika informatizatsii obrazovaniya". – M.: BINOM, 2014.
7. Panyukova S.V. "Ispol’zovaniye intellektual’nykh tekhnologiy v obuchenii fizike". – M.: Provesheniye, 2020.
8. Baker T., Smith L. "Educ-AI-tion: Is AI the future of learning?". – Nesta Report, 2019.

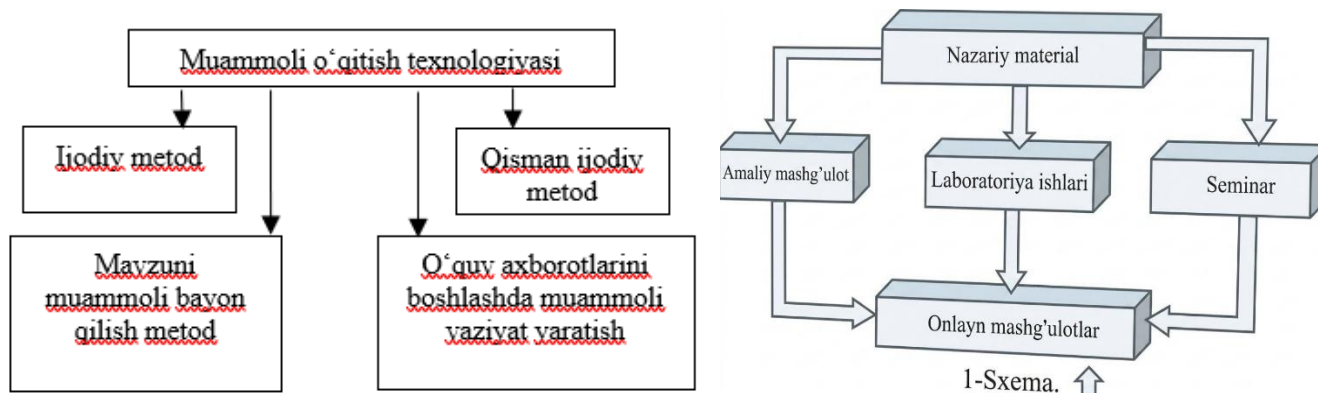
MUAMMOLI O‘QITISH METODIKASINING FIZIKANI O‘QITISHDAGI O‘RNI

Sherzod Boymirov, Muslima Boltayeva, Diyora Abdiolimova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi kunda ta’lim tizimida o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantirish va ularning darsdagi faolligini oshirish muhim vazifalardan biridir. Fizika fanini o‘qitishda an’anaviy usullar yetarli samara bermayotgani sababli zamonaviy pedagogik yondashuvlarga ehtiyoj ortib bormoqda. Shu jihatdan muammoli o‘qitish metodikasi o‘quvchilarning bilimni mustaqil izlash, tahlil qilish va chuqur o‘zlashtirishiga yordam beradigan samarali usul sifatida dolzarb hisoblanadi.

Bugungi kunda ta’lim tizimida nafaqat bilim berish, balki o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini shakllantirish ham muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda bu masala alohida ahamiyatga ega, chunki ushbu fan hodisalarni tushunish, ularni tahlil qilish va amaliyotda qo‘llashni talab etadi. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy dars usullarida o‘quvchi ko‘proq tayyor ma’lumotni qabul qiluvchi sifatida ishtirok etadi. Bu esa ularning darsga qiziqishini pasaytirishi va bilimlarni chuqur o‘zlashtirishiga to‘sqinlik qilishi mumkin. Natijada o‘quvchi nazariyani bilsa ham, uni real vaziyatlarda qo‘llashda qiynaladi. Shu nuqtai nazardan, ta’lim jarayoniga o‘quvchini faol ishtirokchiga aylantiradigan metodlarni joriy etish zarur bo‘ladi. Muammoli o‘qitish metodikasi aynan shunday yondashuvlardan biri bo‘lib, unda o‘quvchi tayyor javobni emas, balki muammoni hal qilish jarayonida bilimga ega bo‘ladi. Fizika fanida bu metodni qo‘llash ayniqsa samarali, chunki ko‘plab mavzularni savol, tajriba yoki muammoli vaziyat orqali tushuntirish mumkin. Bunday yondashuv o‘quvchilarning fikrlashini faollashtiradi, ularni izlanishga undaydi va mavzuni chuqurroq anglashiga yordam beradi. Shu sababli fizika fanini o‘qitishda muammoli o‘qitish metodikasidan foydalanish masalasi bugungi kunda dolzarb hisoblanadi va uni o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi.



Muammoli o‘qitish texnologiyasining tarkibiy tuzilmasi. Ushbu sxemada muammoli o‘qitish texnologiyasining asosiy tarkibiy qismlari va ularning o‘zaro bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Mazkur yondashuv o‘quv jarayonini tashkil etishda o‘quvchilarning faolligini oshirish va mustaqil fikrlashini rivojlantirishga xizmat qiladi. Muammoli o‘qitish texnologiyasi bir nechta metodik yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi. Jumladan, izohiy (izohli) metod orqali o‘qituvchi muammoni tushuntirib beradi va o‘quvchilarda dastlabki tasavvurni shakllantiradi. Qisman izlanish metodi esa o‘quvchilarning muammoni mustaqil tahlil qilish va yechimga yaqinlashish jarayonida faol ishtirokini ta’minlaydi. Shuningdek, materialni muammoli bayon qilish metodi o‘qituvchi tomonidan bilimlarni tayyor holda emas, balki muammoli vaziyatlar asosida izchil shaklda yetkazishni nazarda tutadi. Bu o‘quvchilarda mantiqiy fikrlash va tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. O‘quv axborotlarini muammoli boshlash metodi esa darsni muammoli savol yoki vaziyat bilan boshlash orqali o‘quvchilarning qiziqishini oshiradi

va ularni faol fikrlashga yo‘naltiradi.

Ushbu sxemada fizika fanini o‘qitish jarayonida nazariy bilimlarning amaliy faoliyat bilan uzviy bog‘liqligi tizimli ravishda ifodalangan. Modelga ko‘ra, o‘quv jarayonining markazida nazariy material turadi va u asosida bir nechta ta‘lim shakllari shakllantiriladi. Nazariy bilimlar avvalo amaliy mashg‘ulotlar orqali mustahkamlanadi, bu esa o‘quvchilarga o‘rganilgan qonuniyatlarni real vaziyatlarda qo‘llash imkonini beradi. Shuningdek, laboratoriya ishlari orqali fizik hodisalar tajriba asosida tekshiriladi va nazariy tushunchalar amalda tasdiqlanadi. Bundan tashqari, seminar mashg‘ulotlari o‘quvchilarning mantiqiy fikrlashini rivojlantirish, mavzu yuzasidan ilmiy munozara yuritish va bilimlarni chuqurlashtirishga xizmat qiladi. Onlayn mashg‘ulotlar esa zamonaviy ta‘lim texnologiyalaridan foydalangan holda bilimlarni mustahkamlash va mustaqil o‘rganishni qo‘llab-quvvatlaydi.

Fizika fanini o‘qitishda muammoli o‘qitish metodikasidan foydalanish ta‘lim jarayonining samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu metod o‘quvchilarning tayyor bilimlarni qabul qilishdan ko‘ra, ularni mustaqil izlanish va tahlil qilish orqali bilimlarni egallashga yo‘naltiradi. Muammoli vaziyatlar asosida tashkil etilgan darslar o‘quvchilarda mantiqiy fikrlash, ilmiy yondashuv va ijodiy izlanish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Shuningdek, bu yondashuv ularning fizika faniga bo‘lgan qiziqishini oshiradi va nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash imkonini beradi. Shu bois, muammoli o‘qitish texnologiyasini fizika ta‘lim jarayoniga keng tatbiq etish o‘quvchilarning bilim darajasini oshirish va zamonaviy kompetensiyalarni shakllantirishda muhim omil hisoblanadi.

YANGI PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH

D.E. Eraliyeva, H. Sodikova, A.A. Abduvayitov.

S.H.Sirojiddinov nomidagi “Tabiiy va aniq fanlarga” ixtisoslashtirilgan Respublika akademik litseyi

Hozirgi kunda ta’lim tizimi jamiyat rivojining muhim omillaridan biri sifatida qaralmoqda. Globallashuv jarayonlari, axborot oqimining keskin ortishi hamda texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta’lim tizimini tubdan yangilashni talab etmoqda. Shu sababli zamonaviy pedagogik texnologiyalarni ta’lim jarayoniga joriy etish dolzarb masalaga aylangan. Yangi pedagogik texnologiyalar o’quvchilarning bilim olish jarayonini samarali tashkil etish, ularning mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirish va amaliy ko’nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

Pedagogik texnologiya tushunchasi va uning mazmuni.

Pedagogik texnologiya - bu o’qitish jarayonini tizimli ravishda loyihalash, amalga oshirish va baholashga qaratilgan pedagogik faoliyatdir. U o’z ichiga maqsad, mazmun, metod, vosita va natijani qamrab oladi. Yangi pedagogik texnologiyalar quyidagi xususiyatlarga ega:

- Tizimlilik
- natijaga yo’naltirilganlik
- takrorlanish imkoniyati
- samaradorlik

Yangi pedagogik texnologiyalarning turlari

Zamonaviy ta’lim jarayonida quyidagi pedagogik texnologiyalar keng qo’llaniladi:

- interfaol metodlar
- muammoli ta’lim
- loyiha asosida o’qitish
- modul ta’lim texnologiyasi
- differensial ta’lim
- innovatsion pedagogik yondashuvlar

Har bir texnologiya o’ziga xos metod va vositalarga ega bo’lib, o’quvchilarning bilim olish jarayonini samarali tashkil etishga xizmat qiladi.

Interfaol metodlar va ularning ahamiyati

Interfaol metodlar o’quvchilarning faol ishtirokini ta’minlaydi. Ular orqali o’quvchilar:

- mustaqil fikrlaydi
- muammolarni hal qiladi
- o’z fikrini erkin bayon etadi

Eng ko’p qo’llaniladigan metodlar:

- “Aqliy hujum”
- “Klaster”
- “Insert”
- “Debat”
- “Rol o’ynash”

Bu metodlar dars samaradorligini oshiradi va o’quvchilarni faol bo’lishga undaydi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish

AKT ta’lim jarayonida muhim o’rin tutadi. Ular orqali:

- darslar vizual va qiziqarli bo‘ladi
 - o‘quvchilarning axborot bilan ishlash ko‘nikmalari rivojlanadi
 - vaqt tejaladi
- AKT vositalariga quyidagilar kiradi:

- kompyuterlar
- interaktiv doskalar
- multimedia vositalari
- internet resurslari

Masofaviy ta’lim va uning imkoniyatlari

Masofaviy ta’lim - bu o‘qituvchi va o‘quvchi o‘rtasidagi masofa mavjud bo‘lgan holda amalga oshiriladigan ta’lim shaklidir.

Afzalliklari:

- vaqt va joydan mustaqillik
- keng qamrovli ta’lim imkoniyati
- individual o‘rganish sur‘ati

O‘qituvchining innovatsion faoliyati

Zamonaviy o‘qituvchi quyidagi sifatlarga ega bo‘lishi kerak:

- ijodkorlik
- innovatsion fikrlash
- texnologiyalarni bilish
- kommunikativlik

O‘qituvchi darsni tashkil etuvchi, yo‘naltiruvchi va motivator sifatida faoliyat yuritadi.

Yangi texnologiyalarning afzallik va kamchiliklari

Afzalliklari:

- ta’lim sifati oshadi
- o‘quvchilar faolligi ortadi
- mustaqil ta’lim rivojlanadi

Kamchiliklari:

- texnik vositalarga bog‘liqlik
- o‘qituvchidan yuqori tayyorgarlik talab etiladi
- ayrim hollarda vaqt talab etadi

Amaliy qo‘llash usullari

Yangi pedagogik texnologiyalarni samarali qo‘llash uchun:

- darsni puxta rejalashtirish
- o‘quvchilarning imkoniyatlarini hisobga olish
- zamonaviy vositalardan foydalanish
- interfaol metodlarni qo‘llash zarur

Xulosa qilib aytganda, yangi pedagogik texnologiyalar ta’lim tizimining ajralmas qismiga aylangan. Ular orqali ta’lim samaradorligini oshirish, o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantirish va zamonaviy bilimlarga ega shaxslarni tarbiyalash mumkin.

NANOMATERIALLARNING ENERGETIKA SANOATIDA QO‘LLANILISHI VA SAMARADORLIGINI OSHIRISHDAGI ROLI

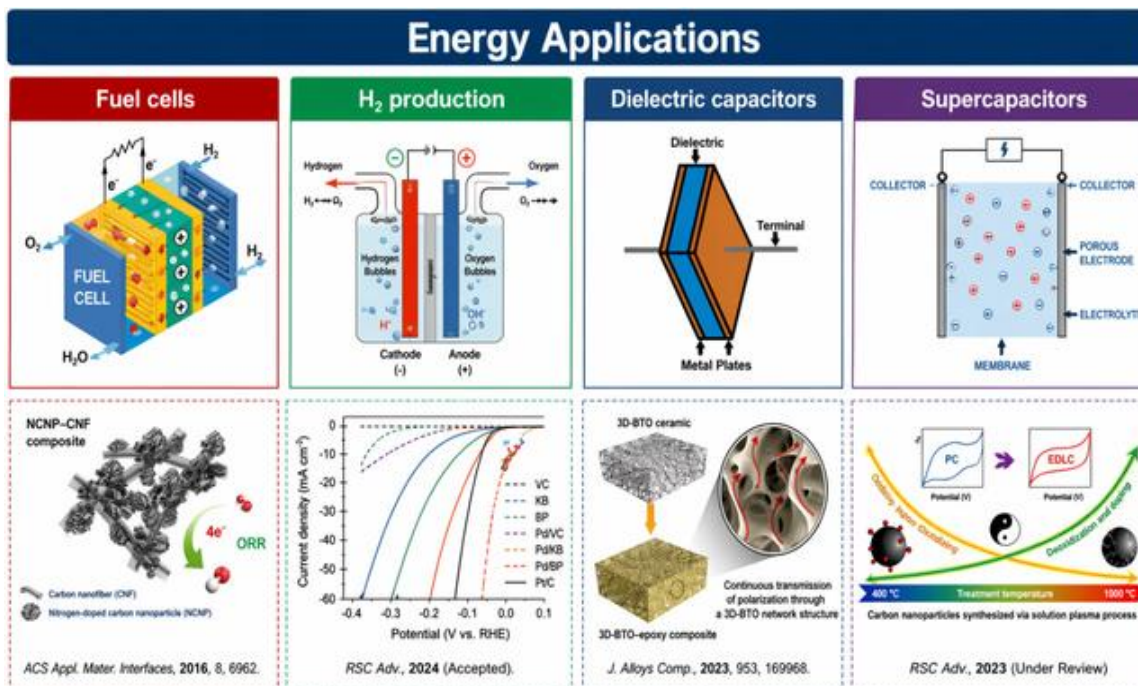
Sh.S. Zamonova, Z. Abraxmatova, Sh. Urolova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Energetika tizimlarining samaradorligini oshirish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish va ekologik barqarorlikni ta'minlash zamonaviy ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Elektr energiyasiga bo'lgan talabning ortib borishi hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalarining keng joriy etilishi energiya ishlab chiqarish va saqlash texnologiyalarini takomillashtirishni talab etmoqda. Shu nuqtai nazardan, nanomateriallar asosidagi texnologiyalar energiya tizimlarining samaradorligini oshirishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi [1].

Nanomateriallarning asosiy afzalligi ularning nanoo'lchamli tuzilishi bilan bog'liq bo'lib, bu ularning fizik va kimyoviy xossalarining sezilarli darajada o'zgarishiga olib keladi. Kvant o'lcham effekti, yuqori sirt maydoni va faol markazlarning ko'pligi nanomateriallarni energiya konversiyasi jarayonlarida samarali qo'llash imkonini beradi. Xorijiy tadqiqotlarda nanostrukturalarning elektron va optik xossalari energiya yutilishi va uzatilishini optimallashtirishga xizmat qilishi ilmiy jihatdan asoslab berilgan [1,2].

Quyosh energetikasida nanomateriallar asosidagi texnologiyalar fotoelektrik konversiya samaradorligini oshirishda muhim rol o'ynaydi. Xususan, M.A. Green va hammualliflari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda perovskit asosidagi quyosh elementlarining foydali ish koeffitsienti 25% dan yuqori qiymatlarga yetgani ko'rsatilib, nanostrukturali materiallar yordamida energiya yo'qotishlarini kamaytirish mumkinligi isbotlangan [3].



1-rasm. Nanomateriallarning energetika sanoatidagi asosiy qo‘llanilish yo‘nalishlari

Rasmda nanomateriallarning energetika tizimlarida qo‘llanilish sohalari - yoqilg‘i elementlari (fuel cells), vodorod ishlab chiqarish (H₂ production), dielektrik kondensatorlar va superkondensatorlar orqali energiya ishlab chiqarish va saqlash jarayonlari o‘zaro bog‘liq holda tasvirlangan. Ushbu vizual model

nanomateriallarning energiya konversiyasi va akkumulyatsiyasi jarayonlarida kompleks rol o'ynashini tasdiqlaydi hamda yuqorida keltirilgan ilmiy natijalarni umumlashtiradi.

Energiya saqlash tizimlarida nanomateriallarning qo'llanilishi zamonaviy elektroximik qurilmalarning rivojlanishida muhim ahamiyatga ega. L. Zhang va hammualliflari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda grafen va karbon nanotubalar asosidagi materiallar yuqori elektr o'tkazuvchanlik va ionlarning tez diffuziyasini ta'minlab, litiy-ion batareyalarning sig'imi va xizmat muddatini oshirishi ko'rsatilgan [4]. Bu natijalar nanomateriallarning energiya saqlash tizimlaridagi samaradorligini tasdiqlaydi.

Issiqlik energetikasida nanomateriallar asosidagi nanofluidlar issiqlik almashinuvi jarayonlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. R. Saidur va hammualliflari tadqiqotlarida nanofluidlardan foydalanish issiqlik o'tkazuvchanligini oshirib, issiqlik almashinuvi samaradorligini 30% dan ortiq darajada yaxshilashi aniqlangan [5]. Bu esa issiqlik texnikasi qurilmalarida energiya yo'qotishlarini kamaytirish imkonini beradi.

O'zbek olimlari tomonidan energetika tizimlarining samaradorligini oshirish masalalari bo'yicha olib borilgan tadqiqotlarda energiya resurslaridan samarali foydalanish va yangi materiallardan foydalanish zarurligi asoslab berilgan. Xususan, T. Oripov va A. Ahmedov tomonidan yaratilgan “Energetika asoslari” darsligida energiya tizimlarini modernizatsiya qilish va samaradorligini oshirishda ilg'or texnologiyalarni joriy etish muhim ilmiy yo'nalish sifatida ko'rsatib berilgan [6]. Bu esa nanomateriallar asosidagi texnologiyalarni joriy etish uchun nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Xalqaro energetika agentligi (IEA) hisobotlarida ham nanomateriallar asosidagi texnologiyalar energiya yo'qotishlarini kamaytirish, qayta tiklanuvchi energiya ulushini oshirish va karbon chiqindilarini qisqartirishda muhim rol o'ynashi ta'kidlangan [7]. Bu esa nanomateriallarning energetika sanoatidagi strategik ahamiyatini yanada oshiradi.

Yuqoridagi ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, nanomateriallar energetika sanoatining barcha asosiy yo'nalishlarida - energiya ishlab chiqarish, saqlash va issiqlik almashinuvi jarayonlarida muhim rol o'ynaydi. Ularning qo'llanilishi energiya tizimlarining samaradorligini oshirish bilan birga, ekologik barqarorlikni ta'minlash va energiya xavfsizligini mustahkamlashda ham muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. Li X., Zhu H. Nanomaterials for energy conversion and storage // *Nature Reviews Materials*. – 2022. – Vol. 7. – P. 1–20.
 2. Cao G., Wang Y. Nanostructures and Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications. – 2nd ed. – Singapore: World Scientific, 2021. – 581 p.
 3. Green M.A., Dunlop E.D., Hohl-Ebinger J., Yoshita M., Kopidakis N., Hao X. Solar cell efficiency tables (version 63) // *Progress in Photovoltaics*. – 2023. – Vol. 31(1). – P. 3–16.
 4. Zhang L., Hu X., Wang Z., Sun F., Dorrell D.G. Advanced nanomaterials for lithium-ion batteries // *Energy Storage Materials*. – 2022. – Vol. 45. – P. 1–18.
 5. Saidur R., Leong K.Y., Mohammad H.A. A review on applications and challenges of nanofluids // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. – 2021. – Vol. 15(3). – P. 1646–1668.
 6. Oripov T., Ahmedov A. Energetika asoslari. – Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2021. – 420 b.
- International Energy Agency (IEA). Energy Technology Perspectives 2024. – Paris: IEA, 2024. – 420 p.

UMUMTALIM MAKTABLARDA MUAMMOLI O‘QITISH METODLARI ORQALI O‘QUVCHILARDA FIZIKAVIY IJODIY FIKRLASHINI RIVOJLANTIRISH

Sherzod Boymirov, Zulfiya Abduhakimova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi kunda umumta’lim maktablarida o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, ayniqsa fizikaviy ijodiy tafakkurini rivojlantirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. An’anaviy o‘qitish usullari ko‘pincha tayyor bilimlarni berishga yo‘naltirilgan bo‘lsa, zamonaviy ta’lim o‘quvchini faol fikrlashga undashni talab etadi. Shu nuqtai nazardan, muammoli o‘qitish metodlari o‘quvchilarning bilimni mustaqil izlash, tahlil qilish va xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantirishda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Ayniqsa, fizika fanini o‘qitishda bu metodlar o‘quvchilarning ijodiy fikrlashini shakllantirishda alohida ahamiyat kasb etadi.

Fizika fanining o‘ziga xosligi shundaki, u nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy kuzatish, tajriba va mantiqiy xulosalar chiqarishni ham talab qiladi. Shu sababli o‘quvchilarda fizik hodisalarni tushunish jarayonida oddiy yodlash emas, balki sabab-oqibat bog‘lanishlarini anglash muhimdir. Muammoli vaziyatlar yaratish orqali o‘quvchilar o‘z oldiga savollar qo‘yadi, taxminlar ilgari suradi va ularni tekshirishga harakat qiladi. Bu esa ularning ijodiy va tanqidiy fikrlash qobiliyatlarini rivojlantiradi. Shuningdek, muammoli o‘qitish metodlari o‘quvchilarda darsga bo‘lgan qiziqishni oshiradi, ularni faol ishtirok etishga undaydi hamda mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmalarini shakllantiradi. Natijada o‘quvchi faqat bilim oluvchi emas, balki bilimni yaratuvchi subyektga aylanadi.

Muammoli o‘qitish metodlari – bu o‘quv jarayonida o‘quvchilar oldiga muayyan muammo yoki savol qo‘yish orqali ularni mustaqil fikrlashga yo‘naltiruvchi usullardir. Ushbu metodlarda o‘qituvchi tayyor bilimni beruvchi emas, balki yo‘naltiruvchi va tashkil etuvchi rolini bajaradi. Natijada o‘quvchilar bilimni o‘zlari izlab topishga harakat qiladi. Fizika fanini o‘qitishda muammoli vaziyatlarni yaratish turli shakllarda amalga oshiriladi. Masalan, dars boshida qiziqarli savol yoki tajriba natijasi taqdim etilib, uning sababi o‘quvchilardan so‘raladi. Bu esa ularda fikrlash jarayonini faollashtiradi. O‘quvchilar turli taxminlar ilgari suradi, ularni muhokama qiladi va oxir-oqibat ilmiy xulosaga keladi.

Bundan tashqari, muammoli o‘qitish jarayonida guruh bilan ishlash samarali hisoblanadi. O‘quvchilar kichik guruhlarda muammoni tahlil qilib, o‘z fikrlarini himoya qiladi. Bu esa nafaqat ijodiy, balki muloqot va hamkorlik ko‘nikmalarini ham rivojlantiradi. Shuningdek, fizika darslarida amaliy tajribalar va modellash usullaridan foydalanish muammoli o‘qitishni yanada samarali qiladi. O‘quvchi o‘zi kuzatgan hodisani tushuntirishga harakat qiladi, natijada uning bilimlari chuqurlashadi va mustahkamlanadi.

Muammoli o‘qitish metodlarini qo‘llashda o‘quvchilarning yosh va individual xususiyatlarini hisobga olish muhim ahamiyatga ega. Har bir muammo o‘quvchining bilim darajasiga mos bo‘lishi kerak, aks holda u qiziqish uyg‘otmaydi yoki haddan tashqari murakkab bo‘lib, tushunarsiz bo‘lib qoladi. Shu sababli o‘qituvchi muammoli vazifalarni bosqichma-bosqich murakkablashtirib borishi lozim. Savol-javob usulini to‘g‘ri tashkil etish ham muhimdir. O‘qituvchi tomonidan beriladigan savollar o‘quvchini chuqurroq o‘ylashga undashi, bir nechta yechim variantlarini izlashga yo‘naltirishi kerak. Ochiq turdagi savollar o‘quvchilarning erkin fikr bildirishiga imkon yaratadi. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar, jumladan, interaktiv vositalar va raqamli resurslardan foydalanish muammoli o‘qitish samaradorligini oshiradi. Virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar va multimedia materiallari orqali o‘quvchilar murakkab fizik jarayonlarni yanada aniqroq tasavvur qila oladi.

Muammoli o‘qitish natijalarini baholashda an’anaviy yondashuvdan farqli ravishda o‘quvchining fikrlash jarayoni, muammoni yechish usuli va ijodiy yondashuvi e’tiborga olinishi lozim. Bu esa o‘quvchilarda mustaqil ishlashga bo‘lgan motivatsiyani kuchaytiradi.

Quyidagi takliflar muammoli o‘qitish metodlari samaradorligini oshirishga qaratilgan: birinchidan, darslarni interaktiv muammoli vaziyatlar bilan boyitish – bu o‘quvchilarda nazariy bilimlarni mustahkamlash va ijodiy fikrlashni shakllantirish imkonini beradi. Ikkinchidan, individual va guruh ishlari uyg‘unligini oshirish – har bir o‘quvchi o‘z o‘rganish uslubiga mos faoliyat yuritishi va boshqalar bilan tajriba almashishi muhim. Uchinchidan, feedback (fikir-mulohaza) va baholash mexanizmlarini tizimli joriy etish – o‘quvchilarning faoliyati va ijodiy yondashuvlarini doimiy baholab borish, ularni o‘z xato va muvaffaqiyatlarini tushunishga rag‘batlantiradi. To‘rtinchidan, o‘yin elementlari va motivatsion vositalardan foydalanish – raqobat ruhini uyg‘otish va izlanishga tayyorlikni oshiradi. Beshinchidan, fanlararo integratsiya va real hayotiy kontekstni tatbiq etish – fizik qonuniyatlarni kundalik hayotda qo‘llash qobiliyatini rivojlantiradi. Oltinchidan, o‘qituvchilarning metodik tayyorgarligini oshirish – o‘qituvchi qanday vaziyat yaratishi va darsni qanday boshqarishi muhim. Ettinchidan, yangicha g‘oyalar va istiqbolli yo‘nalishlarni joriy etish – dars sifatini oshiradi va o‘quvchilarning ilmiy izlanishlarga bo‘lgan qiziqishini kuchaytiradi.

Umumta’lim maktablarida muammoli o‘qitish metodlaridan foydalanish o‘quvchilarda fizikaviy ijodiy fikrlashni rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv orqali o‘quvchilar bilimni tayyor holda qabul qilmay, balki uni mustaqil ravishda izlab topishga, tahlil qilishga va amaliyotda qo‘llashga o‘rganadi. Natijada o‘quvchilarning nafaqat nazariy bilimlari, balki mantiqiy fikrlashi, muammoni hal qilish qobiliyati va ijodkorligi ham rivojlanadi. Muammoli o‘qitish orqali o‘quvchilar mustaqil qaror qabul qilish, xatolarini tahlil qilish, o‘z fikrini ishonch bilan ifoda etish va boshqalar bilan samarali muloqot qilish ko‘nikmalarini egallaydi. Guruhda muammoni muhokama qilish va birgalikda yechim topish o‘quvchilarda hamkorlik va ijtimoiy ko‘nikmalarni mustahkamlaydi. Loyihaviy ishlar, amaliy tajribalar, multimedia vositalari va interaktiv modellar yordamida o‘quvchilarning ijodiy fikrlash darajasi yanada oshadi. Shu bois muammoli o‘qitish metodlarini ta’lim jarayoniga keng joriy etish va uni takomillashtirib borish zamonaviy ta’limning ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

MATEMATIKAGA OID QIZIQARLI MASALALAR

U. Qayumov, A. Saytniyozov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Mazkur ishda faktorial son $n!$ ning o‘nlik sanoq sistemasidagi xonalar sonini aniqlash muammosi chuqur tahlil qilinadi. Ma’lumki, faktorial funksiya n ortishi bilan juda tez o‘sadi va hatto nisbatan kichik n qiymatlarida ham juda katta sonlarni hosil qiladi. Shu sababli $n!$ ni bevosita hisoblash nafaqat murakkab, balki ko‘p hollarda amaliy jihatdan maqsadga muvofiq emas. Ayniqsa, katta n lar uchun an’anaviy hisoblash usullari samarasiz bo‘lib qoladi. Ushbu muammoni hal etishda logarifmik yondashuv asosiy vosita sifatida tanlandi. Tadqiqot jarayonida $n!$ sonining o‘nlik yozuvidagi xonalar sonini aniqlash uchun quyidagi asosiy formula hosil qilindi:

$$a = [\lg(n!)] + 1$$

Bu yerda a — $n!$ sonining xonalar soni, $\lg$ - o‘nlik logarifm, $[\cdot]$ esa sonning butun qismini bildiradi. Ushbu formula sonning xonalar sonini aniqlashning umumiy qoidalariga asoslanadi, ya’ni istalgan musbat sonning xonalar soni uning o‘nlik logarifmining butun qismi orqali aniqlanishi mumkin. Tadqiqot davomida faktorialning logarifmi quyidagi ko‘rinishda ifodalandi:

$$\lg(n!) = \lg 1 + \lg 2 + \lg 3 + \dots + \lg n$$

Tenglik faktorialni hisoblamasdan turib, uning logarifmini bosqichma-bosqich yig‘ish orqali aniqlash imkonini beradi. Bu esa katta sonlar bilan ishlashda hisoblash jarayonini sezilarli darajada soddalashtiradi va tezlashtiradi. Ishda turli qiymatlar uchun amaliy hisoblashlar bajarildi. Kichik n lar uchun natijalar to‘g‘ridan-to‘g‘ri hisoblash orqali tekshirildi, katta n lar uchun esa logarifmlar yig‘indisi orqali aniqlangan qiymatlar yuqori aniqlikda ekanligi ko‘rsatildi. Bu esa tanlangan usulning ishonchliligini tasdiqlaydi. Juda katta n lar uchun Stirling formulasi asosida yaqinlashgan hisoblash usuli tahlil qilindi [1]:

$$\lg(n!) \approx n \lg n - n \lg e + \lg(2\pi n)$$

Formula faktorialning logarifmini yuqori aniqlikda baholash imkonini beradi va katta o‘lchamli masalalarda muhim ahamiyat kasb etadi. Stirling formulasi yordamida hisoblashlar natijasida xonalar sonini aniqlash jarayoni yanada soddalashadi va hisoblash vaqti qisqaradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, faktorial sonlarning xonalar sonini aniqlashda logarifmik yondashuv eng samarali usullardan biri hisoblanadi. Ushbu usul katta sonlar bilan ishlashda nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham katta qulayliklar yaratadi. Mazkur ish matematika fanining sonlar nazariyasi, matematik analiz va hisoblash matematikasi yo‘nalishlari bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, o‘quv jarayonida, ilmiy tadqiqotlarda hamda algoritmlar yaratishda qo‘llanilishi mumkin. Xususan, bu yondashuv dasturlash, kriptografiya va katta sonlar bilan ishlovchi tizimlarda muhim ahamiyatga ega.

Faktorial son $n!$ ning o‘nlik sanoq sistemasidagi xonalar sonini aniqlash uchun quyidagi munosabatdan foydalanamiz:

$$10^{a-1} \leq n! < 10^a$$

Bu yerda a — $n!$ sonining xonalar sonini bildiradi. Ushbu tengsizlikka asoslanib, quyidagi ko‘rinishni yozish mumkin [2]:

$$\lg(10^{a-1}) \leq \lg n! < \lg 10^a$$

$$(a - 1) \leq \lg n! < a$$

$$a \leq \lg n! + 1 < a + 1$$

Bu esa $\lg n! + 1$ sonining butun qismi a ekanligini ko‘rsatadi.

Demak, yakuniy formula quyidagicha bo‘ladi:

$$[\lg(n!)] + 1 = a$$

Mavzuga oid misollar:

1) $5!$ sonining necha xonali son bo‘lishini hisoblang?

Bu misolni hisoblash odatda qiyinchilik tug‘dirmaydi $5!=120$ hosil bo‘ladi bu 3 xonali son degani Formula bilan hisoblab ko‘rsak.

$$[\lg(n!)] + 1 = a$$

$$\lg(120) \approx 2.079$$

$$a = [2.079] + 1 = 3$$

2) $50!$ Sonini necha xonali son bo‘lishini hisoblang?

Bu misolni oddiy holda yechish juda qiyin formula orqali hisoblab ko‘rsak.

$$\lg(50!) \approx 64.483$$

$$a = [64.483] + 1 = 65$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. G. H. Hardy, E. M. Wright. “*An Introduction to the Theory of Numbers*”. Oxford University Press, 2008.
2. A.S.Rasulov, G.M.Raimova, X.K.Sarimsakova. “Ehtimollar nazaryasi va matematik statistika” Toshkent 2006

RAQAMLI TA'LIM RESURLARI ASOSIDA FIZIKA FANIDAN MASALALAR YECHISH ORQALI O'QUVCHILARNING KOGNITIV FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH

Feruza Eshmirzayeva, Erkinjon Yusupov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

So'nggi yillarda ta'lim tizimini raqamlashtirish sharoitida o'quvchilarning kognitiv faoliyatini rivojlantirish pedagogik texnologiyalarning dolzarb yo'nalishlaridan biri bo'lib qolmoqda. Ayniqsa, fizika fanidan masalalar yechish jarayonida raqamli ta'lim resurslaridan (RTR) foydalanish o'quvchilarda tahlil, sintez va vizual modellashtirish kabi yuqori darajali kognitiv ko'nikmalarni shakllantirish imkonini beradi [1].

Ushbu ishda kognitiv yuklamani boshqarishga asoslangan “Simulyatsion modellashtirish orqali kognitiv rekonstruksiya” metodi tahlil qilindi. R. Mayer (2021) tadqiqotlariga ko'ra, multimedia yordamida taqdim etilgan fizik jarayonlar o'quvchining ishchi xotirasidagi yuklamani kamaytirib, diqqatni asosiy fizik qonuniyatga qaratishga yordam beradi [2].

Metodning mohiyati uchta asosiy bosqichdan iborat:

5. Vizual gipoteza: PhET yoki Algodoo platformalarida masalaning dinamik modeli yaratiladi. O'quvchi hisob-kitobdan avval jarayonni (masalan, jismning burchak ostidagi harakati) kuzatadi va kognitiv bashorat qiladi.
6. Kognitiv konflikt: Raqamli modelda muhit qarshiligi yoki ishqalanish kabi real faktorlar qo'shiladi. Bu holat o'quvchida muammoli vaziyatni keltirib chiqaradi va nazariy bilim bilan amaliy model o'rtasidagi bog'liqlikni izlashga undaydi.
7. Algoritmik transfer: Virtual tajribada olingan xulosalar matematik modelga (formulalarga) o'tkaziladi.

Wieman (2022) va Grinshkun (2023) kabi olimlarning so'nggi natijalari shuni ko'rsatadiki, bunday metodik yondashuv o'quvchilarning mantiqiy fikrlash tezligini 30-35% ga oshiradi. Ayniqsa, “Raqamli dublyorlar” (Digital Twins) tushunchasidan foydalanish murakkab fizik masalalarni yechishda o'quvchilarda "muvaffaqiyat hissi"ni (self-efficacy) uyg'otadi va motivatsiyani barqarorlashtiradi [3].

Xulosa qilib aytganda, raqamli ta'lim resurslari asosida masalalar yechish an'anaviy "yodlash" tizimidan "chuqur anglash" tizimiga o'tish imkonini beradi. Taklif etilayotgan metod nafaqat o'quvchilarning akademik ko'rsatkichlarini, balki ularning zamonaviy texnologik muhitda ishlash kompetentsiyalarini ham rivojlantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mayer R. E. Multimedia Learning. 3rd Edition. Cambridge University Press, 2021.
2. Гриншкун В. В. Методика преподавания физики в цифровой среде. Москва: Просвещение, 2023.
3. Wieman C. E. Improving How University Physics is Taught. Stanford University Press, 2022.

VIRTUAL LABORATORIYALAR ASOSIDA FIZIKA TAJRIBALARINI O‘QITISHDA BO‘LAJAK FIZIKLARNING KOGNITIV FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH

Zulayxo Ochilova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Virtual laboratoriya - bu raqamli texnologiyalar yordamida real laboratoriya sharoitlarini simulyatsiya qiluvchi interaktiv o‘quv muhiti bo‘lib, unda o‘quvchi yoki talabalar tajribalarni an‘anaviy va interaktiv shaklda bajara oladi. Virtual laboratoriyalar real uskunalar o‘rnini bosuvchi modellashtirish, animatsiyalar, grafik interfeyslar va simulatsiyalar orqali amaliy jarayonlarni pedagogik nuqtai nazardan samarali o‘rgatish imkonini beradi. Shu bilan birga, ularning ta’limiy roli odatiy laboratoriyalarga nisbatan ko‘proq xavfsizlik, qulaylik va arzonlikni ta’minlab, murakkab fizik jarayonlarni ko‘rgazmali tarzda anglashga yordam beradi.

Bo‘ljak fiziklarning kognitiv faoliyati — bu ularning bilim olish, tahlil qilish, muammolarni hal etish, mavhum tushunchalarni anglash va ilmiy xulosalar chiqarish kabi psixologik jarayonlarni o‘z ichiga oluvchi murakkab intellektual faoliyatdir. Kognitiv faoliyat talabning shaxsiy psixologik xususiyatlari bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, bu jarayon nazariy bilimlarni real tajriba, muammo va topshiriqlar doirasida o‘zlashtirishni talab qiladi. Kognitiv faoliyatning mazmuni avvalo idrok etish, diqqatni jamlash, xotira, tafakkur va tasavvur kabi asosiy kognitiv komponentlarning o‘zaro integratsiyasiga asoslanadi. Shu nuqtai nazardan, kognitiv faoliyat konsepsiyasi ta’lim jarayonida talabning muammoli vaziyatlarni hal etish qobiliyati, bilimlararo aloqalarni aniqlash va ulardan ilmiy xulosa chiqarish jarayonlarini ham o‘z ichiga oladi, bu esa fizik fanini chuqur o‘rganish uchun zarur shartlardan biridir

Fizika tajribalarini o‘qitish — o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog‘lash, kreativ fikrlash va kuzatuvchanligini oshirishning asosiy vositasidir. Zamonaviy ta’limda real va virtual laboratoriya tajribalarini o‘quv jarayoniga integratsiya qilish, muammoli bayon va tadqiqot metodlaridan foydalanish o‘zlashtirish sifatini yuksaltiradi.

Fizika tajribalarini o‘qitishning asosiy metodlari va xususiyatlari:

- Namoyish tajribalari (Demonstration): O‘qituvchi tomonidan dars davomida yangi mavzuni tushuntirish uchun o‘tkaziladi. Bu o‘quvchilarda qiziqish uyg‘otadi va hodisalarni vizual tushunishga yordam beradi.
- Frontal laboratoriya ishlari: Barcha o‘quvchilar bir vaqtning o‘zida, bir xil asboblardan mustaqil tajriba o‘tkazadilar. Bu ko‘nikmalarni shakllantiradi.
- Virtual laboratoriyalar: Kompyuter texnologiyalari yordamida, xavfli yoki maktabda mavjud bo‘lmagan asboblardan tajriba o‘tkazish imkonini beradi. Bu zamonaviy metodikada muhim o‘rin tutadi.
- Nostandart tajribalar: Oddiy, qo‘lbola asboblardan bajariladigan tajribalar bo‘lib, o‘quvchilarning ijodiy (kreativ) faoliyatini rivojlantiradi.

Fizika tajribalarini o‘qitishda bir qancha didaktik talablar mavjud bo‘lib ularga qo‘yiladigan bir nechta asosiy didaktik talablarni ham keltirib o‘tamiz:

1. Maqsadga muvofiqlik: Tajriba mavzuga mos va tushunarli bo‘lishi kerak.
2. Xavfsizlik: O‘quvchilarning xavfsizlik qoidalariga rioya qilishlari shart.

3. Ko‘rinarlilik: Tajriba barcha o‘quvchilarga aniq ko‘rinishi lozim.

4. Tahlil: Tajriba yakunida o‘quvchilar tomonidan mustaqil xulosa chiqarilishi.

Tajriba metodidan foydalanish - o‘quvchilarda fizik hodisalarni tushunish, ilmiy dunyoqarashni shakllantirish va fanga bo‘lgan qiziqishni oshirishda katta ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqotning maqsadi virtual laboratoriyalar asosida fizika tajribalarini o‘qitish jarayonini pedagogik jihatdan asoslash hamda bo‘lajak fiziklarning kognitiv faoliyatini (idrok, tafakkur, xotira, mantiqiy tahlil va refleksiya) samarali rivojlantirishga xizmat qiluvchi metodik model va amaliy tavsiyalarni ishlab chiqishdan iborat.

Mazkur tadqiqot maqsadidan kelib chiqib, quyidagi vazifalarni amalga oshirish ko‘zda tutiladi:

1. Fizika ta’limida kognitiv faoliyatni rivojlantirishga oid psixologik-pedagogik va metodik adabiyotlarni tahlil qilish hamda ularning ilmiy-nazariy asoslarini aniqlash.
2. Virtual laboratoriyalar asosida fizika tajribalarini o‘qitishning didaktik imkoniyatlari va metodik xususiyatlarini o‘rganish.
3. Virtual laboratoriyalar asosida bo‘lajak fiziklarning kognitiv faoliyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan metodik modelni ishlab chiqish.

Kognitiv faoliyat rivojlanganlik darajasini aniqlash mezonlari, ko‘rsatkichlari va diagnostika usullarini ishlab chiqish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fizika fanida virtual laboratoriya mashg‘ulotlarining ahamiyati — Halilov I.K. (2024). Ta’limda raqamli texnologiyalarni tadbqiq etishning zamonaviy tendensiyalari va rivojlanish omillari.
2. Yusupov E.X. Raqamli simulyatsiyalar va virtual laboratoriyalar yordamida bo‘lajak
3. fizika o‘qituvchilarining kognitiv faoliyatini rivojlantirishga oid tarixiy tajribalar va ustuvor an‘analar
4. Yusupov E.X. Bo‘lajak fizika o‘qituvchilarini tayyorlashda virtual laboratoriyalarning ahamiyati. // Inter education & global study. 2024. №8(1). B.423- 428
5. Samarqand davlat pedagogika institutining “Fan va ta’lim integratsiyasi” jurnali (20.12.2025). 2025ISSN: 2992-9210 2025-yil, 3(4)-son
6. Maktabgacha va Maktab Ta’limi Jurnali Ismoilova, 2025; Verywellmind.com

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA INNOVATSION PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH METODLARI

Voxidov Erkin Ruzimaxammadovich

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universiteti

Kirish. Bugungi kunda ta’lim tizimida amalga oshirilayotgan islohotlar o‘qitish metodikasini tubdan yangilashni talab etmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlarni, xususan fizika fanini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy etish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Fizika fani nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko‘nikmalarni shakllantiruvchi, o‘quvchilarda ilmiy dunyoqarashni rivojlantiruvchi muhim fan sifatida ajralib turadi.

Shu sababli fizika fanini o‘qitishda an’anaviy usullar bilan cheklanib qolmasdan, innovatsion yondashuvlardan foydalanish zarurati ortib bormoqda. Bunday yondashuvlar o‘quvchilarni passiv tinglovchidan faol ishtirokchiga aylantiradi, ularni mustaqil izlanishga undaydi hamda bilimlarni chuqur o‘zlashtirishga xizmat qiladi.

Asosiy qism. Fizika — tabiatdagi hodisa va jarayonlarning eng umumiy qonuniyatlarini o‘rganuvchi fundamental fanlardan biridir. U o‘quvchilarda mantiqiy fikrlash, tahlil qilish, umumlashtirish va xulosa chiqarish kabi muhim intellektual ko‘nikmalarni shakllantiradi. Shu bilan birga, fizika fanini o‘rganish orqali o‘quvchilar atrof-muhitda sodir bo‘layotgan jarayonlarni ilmiy asosda tushunish imkoniyatiga ega bo‘ladilar.

Ammo amaliyot shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab o‘quvchilar fizika fanini murakkab, qiyin va tushunish qiyin bo‘lgan fan sifatida qabul qiladilar. Bu esa ularning fanga bo‘lgan qiziqishining pasayishiga olib keladi. Mazkur muammoni bartaraf etishda innovatsion pedagogik texnologiyalar muhim ahamiyat kasb etadi. Innovatsion pedagogik texnologiyalar o‘qitish jarayonini samarali tashkil etishga xizmat qiluvchi zamonaviy usul va vositalar majmuasidir. Ular o‘quvchilarning bilish faolligini oshirish, ijodiy fikrlashini rivojlantirish va mustaqil ta’lim olish ko‘nikmalarini shakllantirishga yo‘naltirilgan.

Zamonaviy fizika darslarida raqamli texnologiyalardan keng foydalanish imkoniyati mavjud. Jumladan, virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar, multimedia taqdimotlari, interaktiv doskalar va onlayn platformalar darslarni yanada qiziqarli va samarali tashkil etishga yordam beradi. Virtual laboratoriyalar yordamida real sharoitda bajarish qiyin yoki xavfli bo‘lgan tajribalarni modellashtirish mumkin. Bu esa o‘quvchilarning tushunchalarini yanada mustahkamlashga xizmat qiladi.

Shuningdek, fizika fanini o‘qitishda faol o‘qitish metodlaridan foydalanish katta samara beradi. Xususan, loyiha asosida o‘qitish metodi o‘quvchilarning mustaqil izlanish olib borishiga, muammolarni hal qilishga va natijalarni tahlil qilishga o‘rgatadi. Loyiha faoliyati jarayonida o‘quvchilar jamoada ishlash, fikr almashish va o‘z g‘oyalarini himoya qilish ko‘nikmalarini egallaydilar. Muammoli ta’lim metodi esa o‘quvchilarda izlanish faoliyatini kuchaytiradi. Dars jarayonida muammoli vaziyat yaratish orqali o‘quvchilarni mustaqil fikrlashga undash mumkin. Bu esa ularning bilimlarni chuqurroq o‘zlashtirishiga olib keladi.

Bundan tashqari, “aylantirilgan sinf” (flipped classroom) texnologiyasi ham samarali yondashuvlardan biri hisoblanadi. Ushbu metodda o‘quvchilar nazariy materialni mustaqil ravishda o‘rganadilar, dars vaqtida esa amaliy mashg‘ulotlar, muhokamalar va tajribalar bilan shug‘ullanadilar. Bu esa dars vaqtini samarali tashkil etishga imkon beradi.

Fizika fanini o‘qitishda laboratoriya ishlari alohida o‘rin tutadi. Laboratoriya mashg‘ulotlari orqali o‘quvchilar nazariy bilimlarini amaliyotda qo‘llash imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Tajriba o‘tkazish jarayonida ular kuzatish, tahlil qilish va xulosa chiqarish ko‘nikmalarini rivojlantiradilar.

Shu bilan birga, formulalar bilan ishlash, grafik va diagrammalarni tahlil qilish ham fizika fanini o‘rganishda muhim hisoblanadi. O‘quvchilar formulalarni to‘g‘ri talqin qilish, ularni o‘zgartirish va amaliy masalalarda qo‘llashni o‘rganishlari zarur.

Innovatsion yondashuvlarning yana bir muhim jihat — o‘quvchilarning motivatsiyasini oshirishdir. Darslarda hayotiy misollar, tajribalar va vizual materiallardan foydalanish orqali fizika faniga bo‘lgan qiziqishni kuchaytirish mumkin. Bu esa o‘quvchilarning bilimlarni ongli ravishda o‘zlashtirishiga yordam beradi. Zamonaviy ta’lim jarayonida o‘qituvchining roli ham tubdan o‘zgarib bormoqda. Endilikda o‘qituvchi faqat bilim beruvchi emas, balki o‘quvchilarning faoliyatini yo‘naltiruvchi, maslahat beruvchi va qo‘llab-quvvatlovchi shaxs sifatida namoyon bo‘ladi. U o‘quvchilarni mustaqil izlanishga undaydi, ularning ijodiy va intellektual salohiyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. Shuningdek, o‘quvchilar bilimni baholash jarayonida ham yangicha yondashuvlar qo‘llanilmoqda. Faoliyatga asoslangan baholash, o‘z-o‘zini baholash va o‘zaro baholash usullari o‘quvchilarning mas’uliyatini oshiradi hamda ularni o‘z ustida ishlashga undaydi.

Tahlil va natijalar. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, fizika fanini o‘qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalardan foydalanish o‘quvchilarning bilish faolligini sezilarli darajada oshiradi. An’anaviy o‘qitish usullariga nisbatan interaktiv va raqamli yondashuvlar o‘quvchilarni dars jarayoniga faol jalb etib, ularning mustaqil fikrlash, muammoni hal qilish hamda tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Xususan, virtual laboratoriyalar, loyiha asosida o‘qitish va muammoli ta’lim metodlari o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog‘lash imkonini yaratadi. Natijada o‘quvchilar fizik hodisalarni chuqurroq anglaydi, formulalar va qonuniyatlarni ongli ravishda qo‘llay boshlaydi.

Shuningdek, innovatsion yondashuvlar o‘quvchilarning fizika faniga bo‘lgan qiziqishini oshirib, uni “murakkab fan” sifatida qabul qilish stereotipini kamaytiradi. Ta’lim jarayonida o‘qituvchining fasilitator sifatidagi roli kuchayib, o‘quvchi markazli yondashuv samaradorligi ortadi.

Umuman olganda, olib borilgan tahlillar innovatsion pedagogik texnologiyalarni fizika ta’limiga joriy etish ta’lim sifatini oshirish, o‘quvchilarning kompetensiyalarini rivojlantirish va ularni zamonaviy talablar asosida tayyorlashda muhim omil ekanligini tasdiqlaydi.

Xulosa. Xulosa qilib aytganda, fizika fanini o‘qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalardan foydalanish ta’lim sifatini oshirishning muhim omili hisoblanadi. Ushbu yondashuvlar o‘quvchilarning bilish faolligini oshiradi, ularning mustaqil fikrlash va ijodiy qobiliyatlarini rivojlantiradi. Natijada zamonaviy, raqobatbardosh va yuqori malakali kadrlarni tayyorlash imkoniyati kengayadi. Shu bois, fizika fanini o‘qitishda innovatsion texnologiyalarni keng joriy etish, ularni amaliyotga tatbiq etish va o‘qituvchilarning metodik tayyorgarligini oshirish bugungi kunning muhim vazifalaridan biridir.

ADABIYOTLAR

1. M.Qodirov // O‘zbekiston ta’lim tizimini qanday transformatsiya qilish kerak? Rivojlangan mamlakatlar ta’lim tizimi tahlili nimalarni ko‘rsatmoqda // Risola. Samarqand: SamDU nashriyoti, 2024. – 196 bet.
2. M.Qodirov, X.Haydarov, E.Voxidov // Oliy ta’lim muassasalarida innovatsion muhandislar tayyorlash masalalari. “Matematika, fizika va informatika fanlarini o‘qitishning dolzarb muammolari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to‘plami. O‘zbekiston-Finlandiya pedagogika instituti. 2024.
3. E.R.Voxidov. Darsda nazariya va amaliyot uyg‘unligi fizika ta’limi sifatini kafolatlovchi asosiy omil // Муғаллим ҳам ўзликсиз билимлендириў, Илимий-методикалық журнал, 1/1-son, 2025.
4. E.R.Voxidov // Fizika fanidan amaliy mashg‘ulotlarni tashkil etish // “Fizika va Ekologiya” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyasi, Ajiniyoz nomidagi Nukus DPI, –Nukus, 2023 yil 15-16 sentabr. –B 186-190.
5. E.R.Voxidov // Elektrostatika bo‘limidagi "Kuchlanish", "Potensial", "Potensiallar farqi" va "Elektr yurituvchi kuch (EYUK)" kattaliklarini o‘quvchilarga tushuntirish usullari. Respublika ilmiy-amaliy anjumani, 2023.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT VA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR IMKONIYATLARI

Voxidov Erkin Ruzimaxammadovich

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston milliy universiteti

Kirish. Zamonaviy ta’lim tizimi raqamli transformatsiya bosqichiga o‘tmoqda. Bu jarayonda sun’iy intellekt texnologiyalarining joriy etilishi ta’lim sifatini oshirishning muhim omillaridan biri sifatida qaralmoqda. Ayniqsa, fizika va shu kabi murakkab va ko‘p jihatdan abstrakt tushunchalarga boy fanlarni o‘qitishda sun’iy intellekt imkoniyatlarini qo‘llash orqali o‘qitish muhim hisoblanadi.

An’anaviy o‘qitish usullarida o‘quvchilar ko‘pincha passiv bilim oluvchi sifatida ishtirok etadi. Sun’iy intellektga asoslangan texnologiyalar esa ta’lim jarayonini individuallashtirish, o‘quvchilarning ehtiyojlariga moslashtirish va ularni faol o‘rganishga jalb etish imkonini beradi.

Asosiy qism. Sun’iy intellekt texnologiyalarining ta’lim tizimiga kirib kelishi zamonaviy pedagogikaning eng muhim yutuqlaridan biri hisoblanadi. Sun’iy intellekt kompyuter tizimlarining inson aqliy faoliyatiga xos bo‘lgan tahlil qilish, o‘rganish, xulosa chiqarish va moslashish kabi jarayonlarni amalga oshirish qobiliyati sifatida talqin etiladi. Ta’lim jarayonida u o‘quvchilarning bilim olish faoliyatini kuzatish, tahlil qilish va individual yondashuv asosida o‘qitishni tashkil etish imkonini beradi. Fizika fanini o‘qitishda an’anaviy dars jarayonida murakkab nazariy tushunchalar, mavhum jarayonlar hamda bevosita kuzatish imkoni bo‘lmagan fizik hodisalarni tushuntirishda sun’iy intellekt muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Shu bilan birga, sun’iy intellektga asoslangan zamonaviy texnologiyalar ushbu jarayonni sezilarli darajada yengillashtirib, o‘quvchilarning mavzuni yanada aniq va chuqurroq anglab yetishiga imkon yaratadi.

Sun’iy intellekt yordamida fizika ta’limida o‘quvchilarning bilim darajasi doimiy ravishda tahlil qilib boriladi va ularning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan o‘quv materiallari taqdim etiladi. Bu esa an’anaviy “bir xil yondashuv” tamoyilidan voz kechib, har bir o‘quvchining o‘zlashtirish tezligi va qobiliyatiga mos ta’lim modelini shakllantirish imkonini beradi. Masalan, bir o‘quvchi mexanik harakat qonunlarini tez o‘zlashtirsa, boshqasi elektromagnit hodisalarni tushunishda qiynalishi mumkin. Sun’iy intellekt tizimi bunday farqlarni aniqlab, qo‘shimcha tushuntirishlar, mashqlar va interaktiv topshiriqlarni avtomatik ravishda taklif etishi o‘quv jarayoni samaradorligi ortishiga va bilimlarni o‘zlashtirish darajasi yaxshilanishiga xizmat qiladi.

Zamonaviy raqamli texnologiyalar fizika fanini o‘qitishda keng imkoniyatlar yaratmoqda. Ushbu texnologiyalar orasida virtual laboratoriyalar, kompyuter simulyatsiyalari hamda multimedia vositalari alohida ahamiyatga ega. Virtual laboratoriyalar o‘quvchilarga real laboratoriya sharoitidagi ham fizik tajribalarni bajarish imkonini beradi. Bu jarayonda o‘quvchilar tajribani mustaqil ravishda amalga oshirishlari, o‘zgaruvchilarni boshqarishlari hamda natijalarni tahlil qilishlari mumkin. Bunday yondashuv nafaqat iqtisodiy, balki xavfsizlik nuqtai nazaridan ham qulay hisoblanib, murakkab yoki xavfli tajribalarni ham virtual muhitda xavfsiz bajarish mumkin.

Kompyuter simulyatsiyalari esa real hayotda bevosita kuzatish qiyin bo‘lgan atom va molekular harakati, elektromagnit maydonlarning o‘zaro ta’siri, yorug‘likning sinishi va qaytishi kabi hodisalarni modellashtirish orqali o‘quvchilar ushbu jarayonlarni vizual tarzda tushunish imkoniga ega bo‘ladi. Bu esa ularning nazariy bilimlarini mustahkamlashga va mavzuni chuqurroq anglashiga va ularning ilmiy fikrlashini rivojlanishiga yordam beradi.

Nyuton qonunlari yoki energiya saqlanish qonunini faqat matn orqali tushuntirish o‘quvchilar uchun qiyin bo‘lishi sababli, video darslar, animatsiyalar va grafik modellar yordamida ushbu mavzular sodda va tushunarli shaklda ifodalanadi. Interaktiv vositalar esa o‘quvchilarni dars jarayoniga faol jalb etib, ularning diqqatini jamlashga hamda mustaqil fikrlashini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Sun’iy intellekt asosida yaratilgan adaptiv ta’lim tizimlari o‘quv jarayonini yanada

mukammallashtiradi. Bunday tizimlar o'quvchining bilim darajasini aniqlab, uning kuchli va zaif tomonlarini tahlil qiladi hamda shunga mos ravishda o'quv materiallarini taqdim etadi. Agar o'quvchi ma'lum bir mavzuni yaxshi o'zlashtirmagan bo'lsa, tizim unga qo'shimcha tushuntirishlar va mashqlarni avtomatik tarzda tavsiya qiladi. Bu esa o'quv jarayonining samaradorligini oshiradi va bilimlarni mustahkamlashga yordam beradi. Shu bilan birga, fizika ta'limida sun'iy intellekt va zamonaviy texnologiyalarni joriy etish o'quvchilarda mustaqil o'rganish, tanqidiy fikrlash va muammolarni hal qilish ko'nikmalarini rivojlantiradi. O'qituvchi esa an'anaviy bilim beruvchi roldan ko'ra, yo'naltiruvchi va tashkil etuvchi vazifasini bajaradi. O'quvchilar esa faol ishtirokchi sifatida ta'lim jarayonining markaziga chiqadi.

Umuman olganda, sun'iy intellekt va zamonaviy raqamli texnologiyalar fizika fanini o'qitish jarayonini tubdan o'zgartirib, uni yanada samarali, qiziqarli va interaktiv qilish imkonini beradi. Bu esa zamonaviy ta'lim sifatini oshirishga va raqobatbardosh kadrlar tayyorlashga xizmat qiladi.

Tahlil va natijalar. Olib borilgan tahlillar shuni ko'rsatadiki, fizika fanini o'qitishda sun'iy intellekt va zamonaviy raqamli texnologiyalardan foydalanish ta'lim sifatini sezilarli darajada oshiradi. An'anaviy o'qitish jarayonida o'quvchi ko'proq tayyor bilimlarni qabul qiluvchi bo'lsa, zamonaviy texnologiyalar asosida u faol izlanish va mustaqil fikrlash jarayonining markaziga aylanadi. Bu esa nafaqat nazariy bilimlarni, balki amaliy ko'nikmalarni ham rivojlantiradi.

Sun'iy intellekt asosidagi adaptiv tizimlar o'quvchilarning individual o'zlashtirish darajasini hisobga olib, ularga mos o'quv materiallari va topshiriqlarni tavsiya qiladi. Bu yondashuv ta'limni individuallashtiradi va murakkab mavzularni o'zlashtirishni yengillashtiradi.

Shuningdek, virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar fizika fanini o'rganishda muhim natijalar beradi. Ular murakkab fizik jarayonlarni vizual tarzda ko'rsatib, o'quvchilarning tushunishini osonlashtiradi va bilimlarning uzoq muddatli mustahkamlanishiga yordam beradi. Umuman olganda, sun'iy intellekt va zamonaviy texnologiyalarni fizika ta'limiga joriy etish o'quvchilarning o'zlashtirish darajasini oshirishini, mustaqil fikrlash va amaliy ko'nikmalarni rivojlantirishiga xizmat qiladi.

Xulosa. Fizika fanini o'qitishda sun'iy intellekt va zamonaviy texnologiyalardan foydalanish ta'lim samaradorligini oshirishning muhim yo'nalishlaridan biridir. Ushbu yondashuvlar o'quvchilarning bilim olish jarayonini faollashtiradi, ularning intellektual salohiyatini rivojlantiradi hamda zamonaviy jamiyat talablariga mos kadrlar tayyorlashga xizmat qiladi. Kelgusida sun'iy intellekt texnologiyalarini ta'lim tizimiga yanada keng joriy etish, o'qituvchilarning raqamli kompetensiyasini oshirish va texnik infratuzilmani rivojlantirish muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. E.R.Voxidov. Fizika fanini samarali o'qitish orqali iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish istiqbollari // “Innovatsion energetika: energetikaning fundamental asoslari va innovatsion muhandislik yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya UrDU, Urganch, 2025-yil 9-10-aprel., 1777-1781-betlar.
2. E.R.Voxidov. Fizika fanining “Elektrostatika” bo'limidan amaliy va laboratoriya mashg'ulotlarni tashkil etishda QR kodli namoyishlardan foydalanish samaradorligi // O'zMU xabarlari, 1/6-son, 2025. 63-66 betlar.
3. M.K.Kodirov, E.R.Voxidov. Umumta'lim maktablari va akademik litseylarda fizika o'qitishning ilmiy-nazariy va metodik asoslari (umumta'lim maktablari va akademik litseylarning fizika fani o'qituvchilari uchun uslubiy qo'llanma) – Toshkent: “FIRDAVS-SHOH NASHRIYOTI”, 2025. – 128 b.
4. M.K.Kodirov, E.R.Voxidov. O'quvchi bilimini baholash ta'lim jarayonining tarkibiy qismi sifatida // "Pedagogik akmeologiya" xalqaro ilmiy-metodik jurnali 2024 №8(16), 120-127-betlar.
5. E.R.Voxidov. Fizika fani o'qituvchilarining kasbiy-metodik bilimlari, mahorat va ko'nikmalarini shakllantirish // Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti axborotnomasi № 3 (66) 2024, 181-184 betlar.

CHEGARALANMAGAN STERJENDA ISSIQLIK TARQALISH MASALASINING QISQA YECHIMI

Xolboyev Sanjar, Norqobilova Dilshoda

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Masalaning qo'yilishi quyidagicha:

$$\frac{du}{dx} = a^2 \frac{d^2 t}{dx^2} \quad (1) \text{ tenglamaning}$$

$u(x, 0) = \varphi(x)$ (2) shartni qanoatlantiruvchi yechimi topilsin.

Masalani yechishga Fure metodini qo'llaymiz. (1) tenglamaning yechimini ikkita funksiyaning ko'paytmasi shaklida izlaymiz.

$$u(x, t) = X(x)T(t) \quad (3)$$

ko'payuvchi noma'lum funksiyalarning har biri birgina argumentning funksiyasi bo'lib, (3) ni (1) ga qo'yish natijasida o'zgaruvchilar ajraladi, ya'ni

$$\frac{T'(t)}{a^2 T(t)} = \frac{X''(x)}{X(x)} = -\lambda^2$$

bo'ladi. Natijada noma'lum funksiyalarni topish uchun o'zgaras koeffitsientli ikkita oddiy differensial tenglamaga kelamiz:

$$\begin{aligned} T'(t) + a^2 \lambda^2 T(t) &= 0 \\ X''(x) + \lambda^2 X(x) &= 0 \end{aligned}$$

Bu tenglamalarning yechimlari mos ravishda

$$\begin{aligned} T(t) &= C_1 e^{-a^2 \lambda^2 t} \\ X(x) &= C_2 \cos \lambda x + C_3 \sin \lambda x \end{aligned} \quad (4)$$

bo'lib, bundagi ixtiyoriy o'zgaras C_1, C_2, C_3 lar va parametr haqida quyidagilarni aytish mumkin: λ hech qanday shartlar bilan chegaralanmagani uchun $-\infty$ dan $+\infty$ gacha o'zgaradi desak: $C_1 C_2 = A, C_1 C_3 = B$ deb olib, bu ikki A va B o'zgarasga beriladigan qiymatlarni sinus va kosinuslar argumetlarining o'zgarishi bilan, ya'ni λ bilan bog'lash mumkin. (4) ni (3) ga qo'ysak,

$$u(x, t) = e^{-a^2 \lambda^2 t} (A(\lambda) \cos \lambda x + B(\lambda) \sin \lambda x)$$

ifodaga kelamiz, bu (1) tenglamaning yechimidir. Tenglama bir jinsli bo'lgani uchun yechimlar yig'indisi yechim bo'ladi. Cheksiz yigindini integral bilan almashtirganda

$$u(x, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-a^2 \lambda^2 t} (A(\lambda) \cos \lambda x + B(\lambda) \sin \lambda x) d\lambda \quad (5)$$

umumiy yechimga ega bo'lamiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O.S. Zikirov "Xususiy hosilali differensial tenglamalar". Toshkent Universitet. 2012
2. T.J. Jo'rayev, S. Abdunazarov "Matematika fizika tenglamalari" Toshkent-1996
3. O.S. Zikirov "Matematika fizika tenglamalari" Toshkent-2018.

ISSIQLIK ALMASHINUV JARAYONLARI

M. Shaymardonova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Issiqlik fizikada modda zarrachalarining (atom va molekulalarning) tartibsiz, xaotik harakati natijasida yuzaga keladigan energiya almashinuvi jarayonidir. U jismning ichki energiyasini o'zgartirib, energiya uzatish (issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya yoki nurlanish) orqali yuqori haroratli jismdan past haroratli jismga o'tadi. Issiqlik almashinuv jarayonlari fizikada muhim o'rin tutadi va ular energiyani bir jismdan ikkinchisiga o'tishini ifodalaydi. Ushbu jarayonlar asosan uch turga bo'linadi: issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va nurlanish. Har bir tur o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, turli muhitlarda turlicha namoyon bo'ladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik qattiq jismlarda asosiy rol o'ynaydi. Bu jarayonda energiya zarrachalarning to'qnashuvi orqali uzatiladi. Konveksiya esa suyuqlik va gazlarda kuzatiladi, bunda issiqlik moddaning o'zi bilan birga ko'chadi. Nurlanish esa elektromagnit to'lqinlar orqali sodir bo'lib, vakuumda ham amalga oshishi bilan ajralib turadi. Zamonaviy texnologiyalarda issiqlik almashinuv jarayonlaridan keng foydalaniladi. Masalan, issiqlik almashinish qurilmalari, sovitish tizimlari va energetika sohasida bu jarayonlar muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, energiya samaradorligini oshirish va issiqlik yo'qotilishini kamaytirish masalalarida ularni chuqur o'rganish zarur.

Shuningdek, issiqlik almashinuv jarayonlarini tahlil qilish turli ilmiy va amaliy muammolarni hal etishda yordam beradi. Bu esa fizik qonuniyatlarni chuqurroq anglash va ularni amaliyotga tatbiq etish imkonini yaratadi. Issiqlik almashinish, issiqlik uzatish - issiqroq jismdan sovuqroq jismga issiqlik uzatilishi bilan bog'liq bo'lgan o'z-o'zidan yuz beruvchi qaytmas jarayon; mikrozarralarning tartibsiz harakati bilan bog'liq bo'lgan, energiyasining bir jismdan ikkinchi jismga mikroskopik ish bajarmasdan uzatilishiga olib keluvchi jarayonlar majmui. I. A. Issiqlik o'tkazuvchanlik, konveksiya va radiatsiya yo'li bilan sodir bo'ladi. Isituvchi sirt issiqlik uzatuvchi sirt deb ataladi. I. A. Da suyuqlik yoki gaz (bug') ish muhiti hisoblanadi. I. A. Nazariyasi energiyani uzatish haqidagi ta'limotning bir qismi bo'lib, texnik termodinamika bilan birga issiqlik texnikasining nazariy asosini tashkil qiladi. Bug' qozonlarida, bug' va gaz turbinalarida, pechlarda I. A. Hodisasi ro'y beradi. Tabiatda uzluksiz I. A. Yuz berib turadi. I. A. Ning nazariy va amaliy masalalari issiqlik texnikasida o'rganiladi.

Termodinamikaning ikkinchi bosh qonuni uqtirish berishicha, issiqlik doimo harorat yuqoriroq jismdan harorati pastroq jismga tomon uzatiladi. Biroq, qonunda issiqlik uzatilish mexanizmlari haqida lom-mim deyilmagan. Holbuki, issiqlik uzatilish jarayonlarining mohiyatini yaxshi bilish va ulardan foydali ish chiqara olish - muhandislik fizikasi nuqtai nazaridan nihoyatda muhim masaladir. Shu sababli ham, issiqlik almashinish jarayonlariga oid tafsilotlarni o'rganish - amaliy fan sohalari bilan shug'ullanuvchi olimlar va muhandislar oldidagi eng dolzarb muammolardan biri bo'lib kelgan. Yuqorida ham ta'kidlanganidek, hozirda olimlar issiqlik almashinuv jarayonlarining uch xilini farqlab olishgan va ularning har birining zahirida o'ziga xos noyob fizik jarayon yotadi. Konveksiya. Endi misolni sho'rvaning qaynash jarayoniga ko'chiramiz. Qozon ostiga olov yoqsangiz, avvaliga sho'rvaning suvi tinch turaveradi. Bunda, issiqlik suvning issiqlik o'tkazuvchanligi evaziga, pastki qatlamlardan yuqoriga uzatiladi. Suvning harorati ko'tarilgani sayin, issiqlik o'tkazish jarayoni o'zgara boshlaydi. Chunki, endi konveksiya jarayon ishga tushadi. Idish tubiga yaqin turgan joydagi sho'rva suvi qizib kengayadi. Qizigan, issiq suvning solishtirma og'irligi, qozoning yuqoriroq qatlamlarida turgan teng hajmdagi, lekin nisbatan sovuqroq suvning solishtirma og'irligidan ko'ra yengilroq bo'ladi. Bu esa butun sho'rva sistemasini muvozanatdan chiqaradi va qo'zg'alishga olib keladi. Natijada, qizigan va yengillashib qolgan qaynoq suv yuqoriga ko'tariladi. Uning o'rniga esa yuqoridan nisbatan sovuqroq suv tushib keladi. Biroq, jarayon shugina bilan chegaralanib qolmaydi. Chunki, joy almashgan qaynoq va sovuqroq suvlar juda tezlik bilan yana o'rin almashinishiga to'g'ri keladi. Sababi, idish tubiga tushib kelgan suv, u yerdagi yuqori harorat evaziga darhol qiziydi va isib, u ham yuqori ko'tarila boshlaydi. O'z

navbatida, avvalroq tepaga chiqib olgan boyagi issiq suv ham, u yerda biroz sovib zichlashadi va og'irlashib, yana tubga sho'ng'iydi. Natijada, sho'rva sistemasi baribir beqaror holatda qolaveradi. Issiq va sovuq suv bir-birini o'rin almashtirib, idish bo'ylab pastga va tepaga aylanaveradi. Natijada, butun sho'rva massasining doimiy sirkulyatsiyasi yuzaga keladi. Buning oqibatida biz qaynayotgan sho'rvada sirkulyatsion oqimlarni kuzatamiz. Aynan o'sha, yuqoriga-pastga sirkulyatsiyalanish jarayonini fanda konveksion toklar deyiladi. Siz oshxonada sho'rva qaynayotganida uning yuzasiga diqqat qilsangiz, konveksiya jarayonini amalda ko'rishingiz mumkin bo'ladi. Yoki, Buning uchun choy uchun qo'yilgan va choynakda qaynab chiqqan suvni ham kuzatishingiz mumkin (umuman ochiq idishda qaynayotgan har qanday suvni kuzatsangiz bo'ladi. Nurlanish. Avvalgi ikki xil usuldagi issiqlik uzatilishidan tubdan farqli ravishda, nurlanish jarayonida issiqlik uzatilishida, moddaning o'zi xoh u qattiq modda, xoh u suyuqlik yoki gaz bo'lsin, issiqlik uzatish ishiga mutlaqo aralashmaydi. Bu holatda, issiqlik almashinuvi borishiga bosh sabab – Stefan-Botsman qonuniga ko'ra, tabiatda, harorati mutlaq nol haroratdan yuqori bo'lgan har qanday jismning atrof-muhitga o'zidan energiya taratishi bo'ladi. Bunda nurlanish turi jismning haroratiga bog'liq bo'ladi. Buni kundalik turmushda ham oddiy misollar orqali kuzatish mumkin. Masalan, temirchi ishlov berayotgan metall qizish jarayonida avvaliga qizaradi, harorat ortgan sari u sarg'ayib, zarg'aldoq tusga kiradi va oxiri deyarli oq ranggacha o'zgaradi. Bu jismning harorati ortib borayotganidan dalolat beradi. Chunki, jism harorati qanchalik baland bo'lsa, u chiqarayotgan nurlanishlarning to'lqin uzunligi shunchalik qisqa bo'ladi.

Nisbatan sovuq jismlar infraqizil nurlar diapazonida nurlanish taratadi va biz bu nurlarni ko'ra olmaymiz, lekin, ularning issiqligini, harorat taftini his qilamiz. Eng qaynoq jismlarning ham rangini biz ko'ra olmaymiz. Chunki, ular ko'zga ko'rinmaydigan mikroto'lqinlar diapazonida nurlanish taratadi. Issiqlik o'tkazuvchanlik. Oldingizda kosada qo'yilgan qaynoq sho'rvaga qoshiqni solib qo'ysangiz, ko'p o'tmay qoshiqni ham ushlay olmay qolasiz. Sababi, qoshiq tayyorlangan metall katta issiqlik o'tkazuvchanlik ko'rsatkichiga ega bo'ladi. Shu sababli, metall qoshiqning sho'rvaga botib turgan qismi, sho'rva issiqligini butun metall bo'ylab o'tkazadi va qoshiq ham qizib ketadi. Umuman olganda, deyarli barcha metallar yuqori issiqlik o'tkazuvchanlik namoyon qiladi va metallga uzatilgan issiqlik butun metall bo'ylab juda tez tarqaladi. Issiqlik o'tkazuvchanlik jarayonini bayon qiluvchi ixcham tenglama quyidagicha ko'rinishga ega:

$$Q = A \cdot \Delta T / R.$$

ADABIYOTLAR

1. Izbosarov B.F., Kamolov I.R. Molekulyar fizika va termodinamika asoslari. - Toshkent: “Yurist-media markazi” nashriyoti, 2008. – O'quv qo'llanma.
2. Beknozarova Z.F., Misirov Sh.Ch. Fizika (Mexanika, molekulyar va termodinamika, I-qism): darslik. - Toshkent: TIAME, 2023.
3. https://uz.wikipedia.org/wiki/Issiqlik_almashinish#cite_ref-1
4. O'zbekiston milliy ensiklopediyasi. Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi, 2000–2005.
5. Abdurahmonov Q., Xamidov V., Axmedova N. Fizika (texnika yo'nalishlari uchun darslik). – Toshkent: Aloqachi, 2018.
6. Sultanov N. A. Fizika kursi. - Toshkent: Fan va texnologiya, 2007.

IKKI O‘LCHOVLI INTEGRALLARNI HISOBLASHDA INTEGRALLASH TARTIBINI ALMASHTIRISH

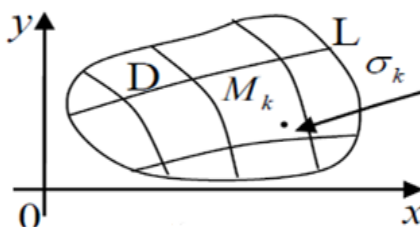
Xolboyev Sanjar, Hamidova Sevinch, Abdusalomov Azamat

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Faraz qilaylik Oxy tekislikdagi chegaralangan yopiq D sohada $f(x, y) = f(M)$ funksiya aniqlangan va uzluksiz bo‘lsin. D sohani n ta $\Delta \sigma_k$ kichik sohalarga ajratamiz, bu sohalarning yuzalarini $\Delta \sigma_k$ bilan, diametrini esa d_k , bilan belgilaymiz. U holda

$$S = \sum_{k=1}^n \sigma_k$$

bo‘ladi. Ixtiyoriy $M_k \in \Delta \sigma_k$, $k = 1, 2, \dots, n$ (1-rasm) nuqtalarni olamiz.



1-rasm

$$I_n = \sum_{k=1}^n f(M_k) \Delta \sigma_k$$

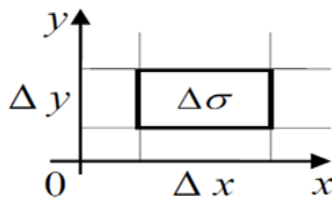
ifoda $f(M)$ funksiya uchun D soha bo‘yicha olingan integral yig‘indi deb ataladi.

Ta’rif. D sohaning bo‘linish usullariga, $M_k \in \Delta \sigma_k$ nuqtalarning tanlanish usullariga bog‘liq bo‘lmagan holda $\lim_{\max d_k} I_n$ limit mavjud bo‘lsa, u holda bu limit $f(x, y)$ funksiya D soha bo‘yicha olingan ikki o‘lchovli integral deyiladi va quyidagicha belgilanadi:

$$\iint_D f(x, y) d\sigma$$

Dekart koordinatalar sistemasida D sohani koordinata o‘qlariga parallel to‘g‘ri chiziqlar bilan $\Delta \sigma_k$ elementar sohalarga ajratish qulay.

U holda elementar sohalar to‘g‘ri to‘rtburchak bo‘lib, $d\sigma = dxdy$ ga teng bo‘ladi va



2-rasm

$$\iint_D f(x, y) d\sigma = \iint_D f(x, y) dxdy = \lim_{\max d_k \rightarrow 0} f(M_k) \Delta \sigma_k$$

Ikki o'ldovli integralning asosiy xossalari.

1. $\iint_D S \cdot f(x, y) d\sigma = C \iint_D f(x, y) d\sigma$, S - o'zgaras son.
2. $\iint_D (f_1(x, y) \pm f_2(x, y)) dx dy = \iint_D f_1(x, y) dx dy \pm \iint_D f_2(x, y) dx dy$
3. Agar D soha $D = D_1 \cup D_2$, $D_1 \cap D_2 = \emptyset$ bo'lsa, u xolda

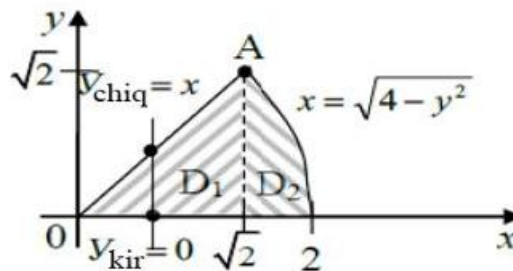
$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_{D_1} f_1(x, y) dx dy \pm \iint_{D_2} f_2(x, y) dx dy$$

Misol. $I = \int_0^{\sqrt{2}} dy \int_y^{\sqrt{4-y^2}} f(x, y) dx$ integralda integrallash tartibi uzgartirilsin.

Yechish. Integrallash sohasi quyidagi tengsizliklar sistemasi bilan berilgan:

$$\begin{cases} 0 \leq y \leq \sqrt{2} \\ y \leq x \leq \sqrt{4-y^2} \end{cases} \text{ integrallash chegaralari buyicha, } D \text{ integrallash sohasini quramiz.}$$

$x = y$ to'g'ri chiziq va $x = \sqrt{4-y^2}$ aylanalarning kesishish nuqtasini topamiz. Uning uchun bu ifodalarni tenglashtiramiz va har ikkala tomonini kvadratga ko'tarib hosil bo'lgan tenglamani yechamiz.



3-rasm

$$\begin{cases} x = y \\ x = \sqrt{4-y^2} \end{cases} \Rightarrow y = \sqrt{4-y^2} \Rightarrow y^2 = (\sqrt{4-y^2})^2 \\ y^2 = 4-y^2 \Rightarrow 2y^2 = 4 \Rightarrow y^2 = 2$$

Bundan $0 \leq y \leq \sqrt{2}$ shartni e'tiborga olsak, $y = \sqrt{2}$ va $x = \sqrt{2}$. Demak, $x = y$ to'g'ri chiziq va $x = \sqrt{4-y^2}$ aylanalar $A(\sqrt{2}, \sqrt{2})$ nuqtada kesishadi. Integrallash tartibini o'zgartirishda integrallash sohasi D ni Ox o'qiga proeksiyalash kerak. $x = \sqrt{2}$ to'g'ri chiziq D sohani D_1 va D_2 sohalarga bo'ladi. D_1 sohada $D_1: 0 \leq x \leq \sqrt{2}$, $y_{kir} = 0$, $y_{chiq} = x$, D_2 sohada esa $D_2: \sqrt{2} \leq x \leq 2$, $y_{kir} = 0$, $y_{chiq} = \sqrt{4-y^2}$. Shuning uchun,

$$I = \int_0^{\sqrt{2}} dy \int_y^x f(x, y) dx + I = \int_{\sqrt{2}}^2 dx \int_0^{\sqrt{4-y^2}} f(x, y) dy$$

ADABIYOTLAR

1. A. Abdurkarimov, "Qatorlar va karrali integrallar. Oliy matematika 2 - qism. O'quv qo'llanma". Toshkent, 2020.
2. A. Sadullayev, "Matematik analiz kursidan misol va masalalar to'plami" Toshkent-1995
3. Vladimir Ivanovich Smirnov, Oliy matematika kursi. Moskva, 1981.
G. M. Fikhtengolts, Matematik analiz asoslari. Moskva, 1968.

TIBBIYOT ELEKTRONIKASIDA QO‘LLANILADIGAN ASOSIY FIZIK QONUNLAR

E. Turayev, Z. Abdusalomov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy tibbiyot amaliyotida elektron qurilmalar muhim o‘rin egallaydi. Diagnostika va davolash jarayonlarining aksariyati fizik qonunlarga asoslangan texnologiyalar orqali amalga oshiriladi. Shu bois tibbiyot elektronikasining nazariy asosini tashkil etuvchi fizik qonunlarni o‘rganish dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi. Ayniqsa, bioelektr signallarni qayd etish, tasviriy diagnostika va terapevtik qurilmalar faoliyatida fizikaning fundamental qonunlari hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Tibbiyot elektronikasida eng muhim o‘rin tutuvchi qonunlardan biri — Om qonuni bo‘lib, u elektr zanjiridagi tok kuchi, kuchlanish va qarshilik o‘rtasidagi bog‘lanishni ifodalaydi. Ushbu qonun bioelektr signallarni qayd etuvchi elektrokardiografiya (EKG) apparatlarining ishlash prinsipida asosiy rol o‘ynaydi. Inson organizmidagi elektr impulslar maxsus elektrodlar yordamida o‘lchanib, elektr signallarga aylantiriladi.

Shuningdek, elektromagnit induksiya qonuni magnit-rezonans tomografiya (MRT) qurilmalarining fizik asosini tashkil etadi. Magnit maydonning o‘zgarishi natijasida hosil bo‘ladigan induksion toklar orqali inson organizmining ichki tuzilishi yuqori aniqlikda tasvirlanadi. Bu usul invaziv bo‘lmagan diagnostika vositasi sifatida keng qo‘llaniladi.

Tibbiyotda keng qo‘llaniladigan yana bir muhim hodisa — ultratovush to‘lqinlari bo‘lib, u mexanik to‘lqinlarning muhitda tarqalish xususiyatlariga asoslanadi. Ultratovush diagnostikasi (UZI) jarayonida yuqori chastotali to‘lqinlar inson to‘qimalaridan qaytib, tasvir hosil qiladi. Bu usul homila rivojlanishini kuzatish va ichki organlarni tekshirishda muhim ahamiyatga ega.

Optik va kvant hodisalari ham tibbiyot elektronikasida muhim o‘rin tutadi. Xususan, Rentgen nurlanishi moddaning ichki tuzilishini o‘rganishda qo‘llanilib, suyaklar va ichki organlarning holatini aniqlash imkonini beradi. Rentgen apparatlari yuqori energiyali elektromagnit to‘lqinlar asosida ishlaydi.

Bundan tashqari, fotoeffekt hodisasi tibbiy detektorlar va raqamli tasvirlash tizimlarida qo‘llanilib, nurlanishni elektr signallariga aylantirish imkonini beradi. Bu esa diagnostika jarayonining aniqligi va tezkorligini oshiradi.

Mazkur tadqiqot quyidagi metodologik yondashuvlar asosida amalga oshirildi:

- Tizimli adabiyotlar tahlili — 2023–2025 yillarda nashr etilgan ilmiy maqolalar, jumladan IEEE, Elsevier va Springer bazalaridagi manbalar o‘rganildi.
- Texnologik tahlil — zamonaviy tibbiy qurilmalar (MRT, KT, UZI, biosensorlar) ishlash prinsiplari fizik qonunlar asosida tahlil qilindi.
- Komparativ yondashuv — an’anaviy va zamonaviy texnologiyalar samaradorligi solishtirildi.
- Analitik umumlashtirish — olingan natijalar asosida fizik qonunlarning tibbiyotdagi roli tizimlashtirildi.

Tadqiqotda ilmiy manbalardan foydalanildi, bu esa natijalarning ishonchliligini ta’minlaydi.

Mazkur tadqiqotda tibbiyot elektronikasida qo‘llaniladigan fizik qonunlar asosida tibbiy asbob-uskunalarni takomillashtirishning integratsion metodikasi ishlab chiqiladi. Ushbu metodika Elektromagnit induksiya va Fotoeffekt kabi fundamental qonunlarni zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirishga asoslanadi. Natijada bioelektr signallarni qayd etish aniqligini oshirish, signal-shovqin nisbatini yaxshilash hamda diagnostika tizimlarining samaradorligini oshirishga qaratilgan yangi yondashuv taklif etildi.

Tadqiqot metodikasi bir necha bosqichli integratsion model asosida amalga oshirildi. Dastlab, tibbiy qurilmalarning ishlashida muhim bo‘lgan fizik jarayonlar aniqlanib, ular matematik va funksional modellar orqali tavsiflandi. Keyingi bosqichda ushbu modellar raqamli signalni qayta ishlash, sensor texnologiyalar va sun’iy intellekt elementlari bilan integratsiya qilindi. Bu esa qurilmalarda signalni

aniqlik bilan qayd etish, shovqinlarni kamaytirish va diagnostika natijalarining ishonchliligini oshirish imkonini berdi.

Taklif etilgan metodika eksperimental-aprobatsiya bosqichida sinovdan o'tkazilib, uning samaradorligi aniqlik, sezgirlik va energiya samaradorligi kabi mezonlar asosida baholandi. Olingan natijalar ushbu yondashuv tibbiy asbob-uskunalarining funksional imkoniyatlarini kengaytirishini va zamonaviy diagnostika tizimlarini yanada takomillashtirishga xizmat qilishini ko'rsatdi. Mazkur metodika universalligi bilan ajralib turib, turli tibbiy elektron qurilmalarga tatbiq etish imkonini beradi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, tibbiyot elektronikasining samarali rivojlanishi bevosita fizik qonunlarga asoslanadi. Elektr, elektromagnit, optik va to'liq hodisalari zamonaviy diagnostika va davolash texnologiyalarining ilmiy poydevorini tashkil etadi. Ushbu qonunlarni chuqur o'rganish va amaliyotga tatbiq etish tibbiyot sohasida innovatsion yondashuvlarni rivojlantirishga xizmat qiladi.

So'nggi yillardagi ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, tibbiyot elektronikasining rivojlanishi bevosita fizik qonunlarning chuqur qo'llanilishiga bog'liq. Zamonaviy diagnostika va monitoring tizimlarida yuqori aniqlik va tezkorlik aynan ushbu qonunlar asosida ta'minlanmoqda. Kelajakda sun'iy intellekt va nanoelektronika bilan integratsiya ushbu yo'nalishning yanada rivojlanishiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. World Health Organization. Global atlas of medical devices 2023. – Geneva, 2023.
2. IEEE. Advances in Biomedical Electronics and Signal Processing. – IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 2024.
3. Elsevier. Medical Imaging Systems: Recent Developments. – Biomedical Signal Processing and Control, 2023.
4. Springer. Ultrasound Imaging and Applications in Modern Medicine. – 2024.
5. Nature Publishing Group. Recent advances in biosensor technologies for healthcare. – Nature Biomedical Engineering, 2025.
6. International Electrotechnical Commission. Medical electrical equipment standards (IEC 60601 updates). – 2023.

UMUMTALIM MAKTABLARIDA FIZIKANI O‘QITISHDA ILLYUSTRATSIYADAN FOYDALANISHNING O‘QUVCHILAR MOTIVATSIYASIGA TA’SIRI

Mushtariy Allomberganova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi zamonaviy ta’lim tizimida o‘quvchilarning bilim olishga bo‘lgan qiziqishini oshirish muhim masalalardan biridir. Ayniqsa, fizika fani ko‘plab nazariy tushunchalarni o‘z ichiga olgani sababli o‘quvchilarga ba’zan murakkab tuyuladi. Shuning uchun dars jarayonida o‘qituvchi turli ko‘rgazmali vositalar va illyustratsiyalardan foydalanishi muhim ahamiyatga ega. Ilyustratsiyalar yordamida murakkab fizik jarayonlar o‘quvchilarga tushunarliroq va qiziqarliroq tarzda yetkaziladi. Natijada o‘quvchilarda darsga nisbatan motivatsiya (qiziqish va intilish) ortadi. Umumta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitishda illyustratsiyalardan foydalanish o‘quv jarayonining samaradorligini oshiradi.

Ilyustratsiyalar o‘quvchilarga murakkab fizik tushunchalarni oson anglash imkonini beradi. Shu bilan birga, ular o‘quvchilarning darsga bo‘lgan qiziqishini oshirib, bilim olish motivatsiyasini kuchaytiradi. Shuning uchun fizika o‘qituvchilari dars jarayonida turli xil rasm, grafik, diagramma va animatsiyalardan keng foydalanishi zarur.

Umumta’lim maktablarida fizika fanini o‘qitish jarayoni o‘quvchilarning nafaqat nazariy bilimlarini oshirish, balki ularning ilmiy tafakkuri va dunyoqarashini shakllantirishga ham xizmat qiladi. Fizika tabiiy hodisalarni tushuntirib beruvchi fan bo‘lgani sababli undagi ko‘plab jarayonlar ko‘z bilan bevosita kuzatilmaydigan yoki murakkab tasavvur talab qiladigan hodisalar bilan bog‘liq. Shu sababli dars jarayonida o‘quvchilarga mavzuni aniq va tushunarli yetkazish uchun ko‘rgazmali vositalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday vositalar orasida illyustratsiyalar alohida o‘rin tutadi.

Ilyustratsiya o‘quv materialining mazmunini vizual shaklda ifodalovchi tasviriy vosita bo‘lib, u o‘quvchining tasavvurini boyitish va mavzuni chuqurroq anglashiga yordam beradi. Fizika darslarida qo‘llaniladigan illyustratsiyalar turli ko‘rinishda bo‘lishi mumkin: rasmlar, sxemalar, grafiklar, diagrammalar, chizmalar, infografikalar hamda kompyuter animatsiyalari. Bunday tasvirlar yordamida murakkab fizik hodisalar soddalashtirilgan holda ifodalanadi va o‘quvchilarga oson tushunarli bo‘ladi. Masalan, molekulalarning tartibsiz harakati, issiqlik almashinuvi, elektr zanjiridagi tok oqimi yoki yorug‘likning sinishi kabi hodisalarni oddiy izoh bilan tushuntirish o‘quvchilar uchun qiyin bo‘lishi mumkin. Agar ushbu jarayonlar chizma yoki grafik tasvir orqali ko‘rsatilsa, o‘quvchilar hodisaning mohiyatini tezroq anglaydi. Vizual tasvirlar o‘quvchilar ongida aniq obraz hosil qilib, nazariy bilimni real tasavvur bilan bog‘lashga yordam beradi.

Ilyustratsiyalar o‘quvchilarning bilimni qabul qilish jarayonida muhim psixologik rol ham o‘ynaydi. Inson axborotni ko‘rish orqali tezroq va samaraliroq qabul qiladi. Shu sababli dars davomida matnli ma’lumotlar bilan bir qatorda vizual tasvirlardan foydalanish o‘quvchilarning e’tiborini uzoqroq saqlashga yordam beradi. Natijada o‘quvchilar dars jarayonida faolroq qatnashadi, savollar beradi va muhokamalarda ishtirok etadi.

Shuningdek, illyustratsiyalar o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantirishga ham xizmat qiladi. O‘qituvchi biror fizik hodisaning tasvirini ko‘rsatib, o‘quvchilarga uning sabablarini yoki natijalarini tahlil qilishni taklif qilishi mumkin. Bunday yondashuv o‘quvchilarning mantiqiy fikrlash qobiliyatini kuchaytiradi hamda ularni mustaqil xulosa chiqarishga o‘rgatadi. Shu tariqa o‘quvchilar faqat tayyor bilimni qabul qiluvchi emas, balki bilimni izlovchi va tahlil qiluvchi subyektga aylanadi.

Fizika ta’limida illyustratsiyalardan foydalanish o‘quvchilarning motivatsiyasini oshirishda ham muhim ahamiyatga ega. Qiziqarli tasvirlar, rangli grafiklar yoki animatsiyalar darsni jonli va mazmunli qiladi. O‘quvchilar o‘qituvchi tomonidan taqdim etilgan vizual materiallarga qiziqish bilan qaraydi va mavzuni o‘rganishga faol kirishadi. Bu esa o‘quvchilarda fanga nisbatan ijobiy munosabatni shakllantiradi.

Bugungi kunda ta'lim jarayonida axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining keng qo'llanilishi illyustratsiyalardan foydalanish imkoniyatlarini yanada kengaytirmoqda. Multimedia taqdimotlari, interaktiv dasturlar, virtual tajribalar va animatsion modellar yordamida murakkab fizik jarayonlarni yanada aniq ko'rsatish mumkin. Bunday vositalar yordamida o'quvchilar nazariy bilimlarni amaliy tasvirlar bilan bog'laydi, bu esa ularning bilimni mustahkam o'zlashtirishiga yordam beradi.

Shunday qilib, fizika darslarida illyustratsiyalardan maqsadli va samarali foydalanish o'quv jarayonining sifatini oshirishga xizmat qiladi. Vizual materiallar o'quvchilarning tasavvurini rivojlantiradi, bilimni tushunishni osonlashtiradi hamda ularning darsga bo'lgan qiziqishi va o'quv motivatsiyasini sezilarli darajada kuchaytiradi

Xulosa qilib aytganda, fizika ta'limida illyustratsiyalardan maqsadli va tizimli foydalanish o'quvchilarning bilim darajasini oshirish, ularning ilmiy tafakkurini rivojlantirish hamda fanga bo'lgan motivatsiyasini kuchaytirishda muhim pedagogik omil hisoblanadi. Shu bois fizika o'qituvchilari dars jarayonida turli vizual vositalardan keng va samarali foydalanishlari zarur.

Dars jarayonida rasmlar, grafiklar, diagrammalar, sxemalar va animatsiyalar kabi vizual materiallardan foydalanish o'quvchilarning e'tiborini jalb qiladi, ularning mavzuga bo'lgan qiziqishini oshiradi va bilimni o'zlashtirish jarayonini yengillashtiradi. Natijada o'quvchilar darsda faolroq ishtirok etadi, mustaqil fikrlashga intiladi va fizik hodisalarni chuqurroq tushunishga harakat qiladi. Bu esa o'quvchilarning o'quv motivatsiyasini kuchaytirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, zamonaviy pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya vositalari yordamida illyustratsiyalarni qo'llash imkoniyatlari kengayib bormoqda. Multimedia taqdimotlari, interaktiv animatsiyalar va virtual tajribalar orqali fizika darslarini yanada qiziqarli va samarali tashkil etish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

8. M. Ochilov. Pedagogika. Toshkent: O'qituvchi, 2010.
9. N. Muslimov. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. – Toshkent: Innovatsiya, 2015.
10. R. A. Mavlonova. Pedagogika nazariyasi va tarixi. Toshkent: Fan va texnologiya, 2012.
11. A. V. Peryshkin. Fizika o'qitish metodikasi. Toshkent: O'qituvchi, 2005.
12. S.E. Kamenetsky. Metodika prepodavaniya fiziki v sredney shkole. Moskva: Prosveshcheniye, 1987.
13. O'zbekiston Respublikasi Xalq ta'limi vazirligi. Fizika fanidan umumiy o'rta ta'lim davlat ta'lim standarti. – Toshkent, 2021

UZLUKSIZ TA'LIM TIZIMIDA ANIQ VA TABIIY FANLARNI O'QITISHDA BARQAROR RIVOJLANISH KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISHNING ZAMONAVIY METODLARI

Darmonova Adolat Bahodir qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti

Bugungi kunda global ekologik inqiroz, resurslar tanqisligi va iqlim o'zgarishi sharoitida ta'lim tizimi oldiga yangi vazifa - Barqaror rivojlanish uchun ta'lim (BRT) modeliga o'tish qo'yilgan. Aniq fanlar (matematika, fizika, informatika) va tabiiy fanlar (biologiya, kimyo, geografiya) ushbu jarayonning fundamenti hisoblanadi.

2. Barqaror Rivojlanish Kompetensiyalari (BRK)

YUNESKO tasnifiga ko'ra, o'quvchilarda shakllanishi lozim bo'lgan asosiy kompetensiyalar quyidagilardir:

- Tizimli fikrlash: Murakkab tizimlarni tahlil qilish va bog'liqliklarni anglash.
- Prognozlash: Kelajakdagi ehtimoliy natijalarni baholash va xatarlarni oldindan ko'ra bilish.
- Normativ kompetensiya: Barqarorlik prinsiplari asosida qaror qabul qilish.
- Strategik kompetensiya: Barqarorlikka erishish uchun innovatsion loyihalarni ishlab chiqish.

3. Zamonaviy Metodlar va Texnologiyalar

Aniq va tabiiy fan darslarida ushbu kompetensiyalarni shakllantirish uchun quyidagi metodlar samarali hisoblanadi:

A. Case-Study (Muammoli vaziyatlar tahlili)

O'quvchilarga real ekologik yoki iqtisodiy muammo beriladi.

- *Masalan (Kimyo darsi):* "Sanoat korxonasi chiqindilarining daryo ekotizimiga ta'siri". O'quvchilar kimyoviy reaksiyalar va matematik hisob-kitoblar orqali muammoni tahlil qiladilar.

B. Loyihaga asoslangan ta'lim (Project-Based Learning - PBL)

O'quvchilar uzoq muddatli, amaliy natijaga yo'naltirilgan loyihalar ustida ishlaydilar.

- *Masalan (Fizika va Matematika):* "Maktab binosi uchun energiya tejovchi "Aqlli tizim" modelini

yaratish". Bunda quyosh panellarining samaradorligi $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$ formulasi orqali hisoblanadi va iqtisodiy tejamkorlik tahlil qilinadi.

C. STEM va STEAM yondashuvi

Aniq va tabiiy fanlarni san'at va muhandislik bilan integratsiya qilish orqali kreativ yechimlar topish.

- *Metod:* Tabiiy resurslarni boshqarishda matematik modellash tirishdan foydalanish.

4. Fanlararo Bog'liqlikning Ahamiyati

Barqaror rivojlanishni bitta fan doirasida o'rganib bo'lmaydi. Quyidagi jadvalda fanlararo bog'liqlik misollari keltirilgan:

Fan	Barqaror rivojlanish mavzusi	Qo'llaniladigan metod
Matematika	Demografik o'sish va resurslar taqsimoti	Statistik tahlil va prognozlash
Biologiya	Bioxilma-xillikni saqlash	Ekologik monitoring va tajriba
Fizika	Muqobil energiya manbalari	Laboratoriya tadqiqoti
Informatika	Atrof-muhit holatini modellash tirish	IT-modellashtirish va Big Data

5. Xulosa

Uzluksiz ta'lim tizimida aniq va tabiiy fanlarni o'qitishda zamonaviy metodlarni qo'llash shunchaki bilim berish emas, balki kelajak avlodda ***"ekologik tafakkur"***ni shakllantirishdir. Interaktiv metodlar va loyihaviy ishlar orqali o'quvchilar nazariy bilimlarni hayotiy muammolarni hal

qilishga yo‘naltirishni o‘rganadilar. Bu esa jamiyatning barqaror rivojlanishini ta‘minlovchi asosiy omildir.

ADABIYOTLAR

1. UNESCO (2017). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives.
2. Sahlberg, P. (2021). Finnish Lessons 3.0: What Can the World Learn from Educational Change in Finland?
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining "2030-yilgacha bo‘lgan davrda O‘zbekiston Respublikasining Atrof-muhitni muhofaza qilish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida"gi Farmoni.

VIRTUAL LABORATORIYALAR YORDAMIDA BO'LAJAK FIZIKA O'QITUVCHILARINING KOGNITIV FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH

E.X. Yusupov, A.Y. Normurodova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Bugungi kunda ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi o'qitish metodlarini tubdan yangilashni talab etmoqda. Ayniqsa, fizika kabi murakkab va tajribaga asoslangan fanlarni o'qitishda innovatsion yondashuvlardan foydalanish zarurati ortib bormoqda. Shu nuqtai nazardan, virtual laboratoriyalar bo'lajak fizika o'qituvchilarining kognitiv faoliyatini rivojlantirishda muhim vosita sifatida maydonga chiqmoqda.

Virtual laboratoriyalar an'anaviy laboratoriya mashg'ulotlariga muqobil yoki ularni to'ldiruvchi vosita bo'lib, fizik jarayonlarni xavfsiz, iqtisodiy va samarali tarzda o'rganish imkonini beradi. Ular orqali talabalar nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan bog'lash, ilmiy fikrlashni shakllantirish va mustaqil izlanish ko'nikmalarini rivojlantirish imkoniyatiga ega bo'ladilar.

Asosiy qism

Virtual laboratoriyalarning pedagogik ahamiyati

Virtual laboratoriyalar ta'lim jarayonida interaktivlikni ta'minlaydi, bu esa talabalarning o'quv faoliyatini faollashtiradi. Ular quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- murakkab fizik hodisalarni vizual tarzda tushuntirish;
- tajribalarni ko'p marotaba takrorlash imkoniyati;
- xavfli yoki qimmat tajribalarni xavfsiz sharoitda o'tkazish;
- individual ta'lim trayektoriyasini qo'llab-quvvatlash.

Natijada talabalar faqat tayyor bilimlarni o'zlashtiribgina qolmay, balki ularni mustaqil ravishda kashf etish jarayoniga jalb qilinadi.

Kognitiv faoliyatni rivojlantirishdagi roli

Virtual laboratoriyalar bo'lajak fizika o'qituvchilarining quyidagi kognitiv ko'nikmalarini rivojlantiradi:

- tahliliy fikrlash — tajriba natijalarini tahlil qilish orqali;
- muammo yechish qobiliyati — turli sharoitlarda fizik qonuniyatlarni qo'llash orqali;
- ijodiy yondashuv — yangi tajriba variantlarini ishlab chiqish orqali;
- ilmiy tafakkur — gipoteza ilgari surish va uni tekshirish orqali.

Bu jarayonlar talabaning bilimni passiv qabul qiluvchi emas, balki faol yaratuvchi subyektga aylanishiga xizmat qiladi.

Xalqaro yondashuvlar va standartlar

Virtual laboratoriyalardan foydalanish zamonaviy ta'lim siyosati va xalqaro standartlarda ham alohida e'tirof etilgan. Xususan:

- o'qituvchilarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish zarurati;
- ta'limda innovatsion texnologiyalarni integratsiya qilish;
- virtual tajribalarni standartlashtirish va ularning pedagogik samaradorligini ta'minlash masalalari muhim ahamiyat kasb etadi.

Bu yondashuvlar virtual laboratoriyalarning nafaqat texnologik, balki didaktik jihatdan ham asoslanganligini ko'rsatadi.

Fizika ta'limida qo'llash imkoniyatlari

Virtual laboratoriyalar fizikaning deyarli barcha bo'limlarida samarali qo'llanilishi mumkin:

- mexanika (harakat qonunlari, kuchlar);
- elektromagnetizm (tok, maydonlar);

- optika (yorug'lik hodisalari);
- molekulyar fizika va termodinamika.

Bunday keng qamrovli qo'llanish imkoniyati ularning universalligini va ta'lim jarayonidagi muhim o'rnini belgilaydi.

Xulosa

Zamonaviy ta'lim tizimida virtual laboratoriyalarni keng joriy etish fizika fanini o'qitish sifatini oshirish bilan birga, kelajakdagi malakali pedagog kadrlarni tayyorlashda muhim omil bo'lib xizmat qiladi. Virtual laboratoriyalar bo'lajak fizika o'qituvchilarining kognitiv faoliyatini rivojlantirishda samarali pedagogik vosita hisoblanadi. Ular ta'lim jarayonini interaktiv, qiziqarli va samarali tashkil etishga xizmat qiladi. Shuningdek, talabalarni mustaqil fikrlashga, ilmiy izlanishga va innovatsion yondashuvlarni qo'llashga undaydi.

ADABIYOTLAR

1. UNESCO. (2021). Digital Education Strategy and Implementation Guidelines.
2. OECD. (2020). Innovative Learning Environments and Digital Transformation in Education.
3. Mayer, R. E. (2014). The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. Cambridge University Press.
4. de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and Virtual Laboratories in Science Education. *Science*, 340(6130), 305–308.
5. Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction. *International Journal of Science Education*.
6. National Research Council. (2011). Learning Science Through Computer Games and Simulations. National Academies Press.

SURXONDARYO VILOYATI HUDUDIDA TARQALGAN ASTRAGALUS L TURKUM TURLARINING TARQALISHI.

M. Ro‘ziyeva, S. Toshmirov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Kirish. Surxondaryo viloyatida tarqalgan *Astragalus* L. turkumining xilma-xilligi, tarkibida 100 ga yaqin turi mavjud bo‘lib bu turlar Tog‘, adir, yaylov mintaqalarida tarqalgan bo‘lib hamma turlari ahamiyatli. Floristik tadqiqotlar bu sohadagi ko‘plab olimlar va gerbariy *Astragalus* L namunalari to‘plangan. O‘sha Bizning tadqiqotimiz gerbariy materiallari asosida o‘tkazilgan, dala tadqiqotlari, shuningdek, adabiyotlar tahlili. 2023-yildan boshlab 2025-yil davomida dala tadqiqotlari o‘tkazildi. Milliy O‘zbekiston gerbariysi (TASH). Tur ismlar va mualliflar yordamida tekshirildi. Xalqaro o‘simlik nomlari indeksi (IPNI, 2023) va Dunyo o‘simliklari onlayn (POWO, 2023). Hududlar turlarining tarqalishi Google Earth yordamida aniqlangan Turkumning 11 tur O‘zbekiston uchun endemik bo‘lgan.

Astragalus acormosus Basil. in Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 4: 42 (1923)

Poyasiz astragal

I-6-c Boysun, I-7-a Sangardak-To‘palang; Gemikriptofit; tog‘ mintaqasi, 1600 – 2500 m; manzarali.

Astragalus adpresepilosus Gontsch. in Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Komarova Akad. Nauk S.S.S.R. 9: 128 (1946) — **Yassi tukli astragal**

I-6-c Boysun, I-7-a Sangardak-To‘palang; Gemikriptofit; tog‘ mintaqasi, 1600 – 2500 m.

Astragalus aksuensis Bunge in Mém. Acad. Imp. Sci. Saint Pétersbourg, Sér. 7, 11(16): 25 (1868)

— Oqsuv astragali

=*Tragacantha bracteosa* (Kar. & Kir.) Kuntze in Revis. Gen. Pl. 2: 940 (1891), nom. superfl.

I-7-a Sangardak-To‘palang; Gemikriptofit; tog‘ mintaqasi, 2200 – 2400 m; yem-xashak.

Astragalus alexejii Gontsch. in Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Komarova Akad. Nauk S.S.S.R. 10: 32 (1947) — **Aleksey astragali**

I-7-a Sangardak-To‘palang; Gemikriptofit; tog‘ mintaqasi, 1200 – 1500 m; **Maqomi 0.** Janubiy-g‘arbiy Hisor tizmasidagi endemik o‘simlik.

Astragalus alopecias Pall. in Sp. Astragal.: 12 (1800) — **Tulki dumli astragal**

=*Alopecias alopecias* (Pall.) Steven in Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 29(II): 143 (1856), not validly publ.

=*Alopecias pallasii* Nevski in Trudy Bot. Inst. Akad. Nauk S.S.S.R., Ser. 1, Fl. Sist. Vyssh. Rast. 4: 256 (1937)

=*Tragacantha alopecias* (Pall.) Kuntze in Revis. Gen. Pl. 2: 942 (1891)

I-6-c Boysun, I-6-d Ko‘hitang, I-6-e Surxon-Sherabod, I-7-a Sangardak-To‘palang, I-8-a Bobotog‘; Gemikriptofit; adir va tog‘ mintaqalari, 400 – 1500 m; dorivor, manzarali, yem-xashak.

Astragalus ammodendron Bunge in Arbeiten Naturf. Vereins Riga 1: 233 (1847) — **Yog‘ochdek astragal**

I-6-e Surxon-Sherabod; Xamefit; cho‘l mintaqasi, 300 – 400 m; asal-shirali. yem-xashak.

Astragalus ammophilus Kar. & Kir. in Bull. Soc. Imp. Naturalistes Moscou 15: 335 (1842) —

Qumsevar astragal

=*Tragacantha ammophila* (Kar. & Kir.) Kuntze in Revis. Gen. Pl. 2: 943 (1891)

=*Astragalus faktorovskyi* Eig in Syst. Stud. Astragalus Near East: 15 (1955)

=*Astragalus interruptus* Benth. ex Bunge in Mém. Acad. Imp. Sci. Saint Pétersbourg, Sér. 7, 15(1): 10 (1869)

=*Astragalus persepolitanus* Boiss. in Diagn. Pl. Orient. 9: 60 (1849)

=*Astragalus vachanicus* Boriss. & A.S.Korol. in Fl. Tadzhiksk. S.S.R. 5: 655 (1937)

I-6-c Boysun, I-6-d Ko‘hitang, I-6-e Surxon-Sherabod; Terofit; cho‘l, adir va tog‘ mintaqalari, 300 – 2000 m; yem-xashak.

Astragalus babatagi Popov in Trudy Sredne-Aziatsk. Gosud. Univ., Ser. 8b, Bot. 3: 41 (1928) — **Bobotog‘ astragali**

I-8-a Bobotog‘; Xamefit; adir va tog‘ mintaqasi, 500 – 1200 m.

Astragalus bactrianus Fisch. in A.A.von Bunge, Beitr. Fl. Russl.: 96 (1852) — **Baqtriya astragali**
=*Astracantha bactriana* (Fisch.) Podlech in Mitt. Bot. Staatssamml. München 19: 6 (1983)

=*Tragacantha bactriana* (Fisch.) Kuntze in Revis. Gen. Pl. 2: 943 (1891)

I-8-a Bobotog‘; Xamefit; tog‘ mintaqasi, 1000 – 1100 m.

Astragalus baissunensis Lipsky in Trudy Imp. S.-Peterburgsk. Bot. Sada 18: 32 (1901) — **Boysun astragali**

I-6-c Boysun, I-6-d Ko‘hitang, I-7-a Sangardak-To‘palang, I-8-a Bobotog‘; Gemikriptofit; tog‘ mintaqasi, 1100 – 1400 m; yem-xashak.

Astragalus baldshuanicus Popov in Bot. Mater. Gerb. Glavn. Bot. Sada R.S.F.S.R. 4: 155 (1923) — **Baljuvon astragali**

=*Astragalus pischtovenski* Gontsch. in Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Komarova Akad. Nauk S.S.S.R. 10: 38 (1947)

I-6-c Boysun, I-7-a Sangardak-To‘palang, I-8-a Bobotog‘; Gemikriptofit; tog‘ mintaqasi, 1000 – 2200 m.

Astragalus bishkendicus Gontsch. in Fl. Tadzhiksk. S.S.R. 5: 660 (1937) — **Bishkent astragali**
I-8-a Bobotog‘; Xamefit; adir va tog‘ mintaqasi, 1000 – 2200 m.

Astragalus bobrovii (Nevski) B.Fedtsch. ex Gontsch. in V.L.Komarov (ed.), Fl. URSS 12: 883 (1946) — **Bobrov astragali**

=*Astenolobium bobrovii* Nevski in Trudy Bot. Inst. Akad. Nauk S.S.S.R., Ser. 1, Fl. Sist. Vyssh. Rast. 4: 357 (1937)

I-6-c Boysun, I-6-d Ko‘hitang; Gemikriptofit; tog‘ va yaylov mintaqalari, 1200 – 3200 m.

ADABIYOTLAR

1. Beshko N.Yu. Sistematcheskii analiz flory Nuratinskogo zapovednika // Uzb. biol. jurn. – Tashkent, 2000. – № 1. – S. 37–40.
2. Butkov A.Ya. Rastitelnost gor Xodja Gurgur-ata. – Tashkent: Nauka, 1938. – B. 47.
- Govoruxina V.A., Muradov K.M. Iz istorii izucheniya flory i rastitelnosti Turkmenistana. – Ashxabad: Ilim, 1990. – 207 s.
3. Ibragimov A.J., Tojibaev K.Sh. Tyulpani (*Tulipa L.*) Surxanskogo zapovednika (xrebet Kugitang) // Uzb. biol. jurn. – Tashkent, 2008. – № 2. – S. 31–36.
2. Aromov T.B., Omonov O.E. Hissor davlat qo‘riqxonasi florasini ma‘lumotlar tuplamini tur tizimli xaritalashga ishonchli tahlili, KarDu xabarlari. 58 2/1 2023. 87–92 b.
3. Grigoryants A.A., Ochilov Z.O., Oromov B., Ibragimov R.I., Yakubov K.F., Aromov T.B., Abakumov A., Tojiboev K.Sh. Hissor state reserve Tashkent – 2012 P–208
4. Ro‘ziev A.N. Surxondaryo viloyati. – Toshkent: Jayxun, 1996. – 30 b.
5. Levitskiy S.I. Kugitanskoe kamennougolnoe mestorojdenie. V kn: Geologiya yugo-zapadnykh otrogov Gissarskogo xrebt. // Tr. TPE, 1937. Вып. 66. – S. 201–249.
6. Lim V.P., An E.S. Surxanskiy gosudarstvennyy zapovednik // Ekologicheskii vestnik. – Tashkent, 2005. – № 4. – S. 38–44.
7. Merkulovich N.A. Rastitelnost Shirabadskogo i Baysunskogo rayonov. UzSSR (bot-geograf. ocherk). // Tr. Uzb. gos. Un-ta, 1936. T.3. – S. 9–595. IPNI (2023). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. [Retrieved 19 July 2023].

8. POWO (2023). "Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet;

<http://www.plantsoftheworldonline.org/> Retrieved 25 July 2023."

9. Образец LE 01152413 // Виртуальный гербарий Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. <http://rr.herbariumle.ru/01152413>

SURXONDARYO VILOYATI BOYSUN HUDUDIDA TARQALGAN *COUSINIA CASS* TURKUM TURLARINING TARQALISHI.

M. Djuraqulov, S. Toshmirov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Pomir-Oloy tizmasi Markaziy Osiyoning Cousinia Cass. turkumining xilma-xilligi, tarkibida 170 ga yaqin turi mavjud Pomir-Oloy tog'i tizimning shimoli-g'arbda joylashgan Boysun hududida hudud 60 kilometr ga cho'zilgan shimoldan janubga va sharqdan 37 kilometr g'arbga . Floristik tadqiqotlar bu sohadagi ko'plab olimlar va gerbariy Cousinia namunalari to'plangan. O'sha Bizning tadqiqotimiz gerbariy materiallari asosida o'tkazilgan, dala tadqiqotlari, shuningdek, adabiyotlar tahlili. 2017-yildan boshlab 2025-yil davomida dala tadqiqotlari o'tkazildi.

Milliy O'zbekiston gerbariysi (TASH). Tur ismlar va mualliflar yordamida tekshirildi Xalqaro o'simlik nomlari indeksi (IPNI, 2023) va Dunyo o'simliklari onlayn (POWO, 2023). Hududlar turlarining tarqalishi Google yordamida aniqlangan Turkumning beshta bo'limidan o'nta tur O'zbekiston uchun endemik bo'lgan Cousinia, Boysun hududidan topilgan

Cousinia decurrentifolia Juz. ex Tscherneva in Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 17: 93 (1962) — **Qanotbargli karrak**

I-6-c Boysun; Gemikriptofit; tog' mintaqasi, 1500 – 1700 m.

Cousinia integrifolia Franch. in Ann. Sci. Nat., Bot., sér. 6, 16: 322 (1883) — **Yaxlitbarg karrak**
=*Arctium integrifolium* Kuntze in Revis. Gen. Pl. 1: 308 (1891)

I-6-c Boysun, I-6-d Ko'hitang, I-7-a Sangardak-To'palang, I-8-a Bobotog'; Terofit; adir va mintaqalari, 800 – 1800 m

Cousinia leptocladoides Tschern. in Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Zool. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 15: 45 (1959) — **Ingichkashoxsimon karrak**

I-6-c Boysun; Gemikriptofit; tog' mintaqasi, 2200 – 2700 m.

Cousinia maracandica Juz. in Trans. Rubber Guttap. Inst. U.S.S.R. 4: 30 (1932) — **Maroqand karragi**

I-6-c Boysun, I-6-d Ko'hitang; Gemikriptofit; tog' mintaqasi, 1200 – 1900 m.

Cousinia microcarpa Boiss. in Diagn. Pl. Orient., ser. 2, 3: 59 (1856) — **Maydameva karrak**
=*Arctium microcarpum* (Boiss.) Kuntze in Trudy Imp. S.-Peterburgsk. Bot. Sada 10: 197 (1887)

I-6-c Boysun, I-6-d Ko'hitang, I-6-e Surxon-Sherabod, I-8-a Bobotog'; Gemikriptofit; adir va tog' mintaqalari, 500 – 2700 m; asal-shirali, kauchukli, begona o't.

Cousinia mollis Schrenk in Bull. Cl. Phys.-Math. Acad. Imp. Sci. Saint-Petersbourg 3: 108 (1845) — **Yumshoq karrak**

=*Arctium molle* Kuntze in Revis. Gen. Pl. 1: 308 (1891)

I-6-c Boysun, I-6-d Ko'hitang, I-6-e Surxon-Sherabod, I-8-a Bobotog'; Terofit; adir va tog' mintaqalari, 400 – 1500 m.

Cousinia praestans Tschern. & Vved. in Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Zool. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 16: 57 (1961) — **G'ujtuk karrak**

I-6-c Boysun; Terofit; tog' mintaqasi, 2500 – 2600 m; **Maqomi 2.** G'arbiy Pomir-Oloyda tarqalgan juda kamyob endemik tur.

Cousinia pulchella Bunge in Index Seminum (TU, Dorpatensis) 1845: 3 (1845) — **O'tachiroyli karrak**

=*Arctium pulchellum* Kuntze in Revis. Gen. Pl. 1: 308 (1891)

I-6-c Boysun, I-6-d Ko'hitang, I-7-a Sangardak-To'palang; Terofit; tog' mintaqasi, 1200 – 2800 m

Cousinia resinosa Juz. in Trans. Rubber Guttap. Inst. U.S.S.R. 4: 24 (1932) — **Yelimli karrak**
I-6-c Boysun; Gemikriptofit; tog' mintaqasi, 1200 – 1300 m.

Cousinia rosea Kult. in Trudy Sredne-Aziatsk. Gosud. Univ., Ser. 8b, Bot. 3: 105 (1928)

I-6-c Boysun; Terofit; adir mintaqasi, 700 – 900 m.

Cousinia trichophora Kult. in Trudy Sredne-Aziatsk. Gosud. Univ., Ser. 8b, Bot. 6: 26 (1929) —

Tukli karrak

I-6-c Boysun; Gemikriptofit; tog‘ mintaqasi, 2300 – 2400 m.

Cousinia vvedenskyi Tscherneva in Bot. Mater. Gerb. Inst. Bot. Akad. Nauk Uzbeksk. S.S.R. 17: 106 (1962) — **Vvedenskiy karragi**

I-6-c Boysun, I-7-a Sangardak-To‘palang; Terofit; tog‘ mintaqasi, 1400 – 2500 m; **Maqomi 2.** Hisor tizmasi janubiy-g‘arbiy tarmoqlarining endemik o‘simligi.

ADABIYOTLAR

1. Tscherneva O.V. Pamiro-Alay Cousinia section Homalochaetae // Not.Syst. Herb. Inst. Bot. Acad. Sci. Uzbekistan. 1959. 15. 33-52
2. Tojibaev K.Sh, Khassanov F.O., Turginov O.T., Akbarov F., Pulatov S., Turdiboev O. Endemic plant species richness of Surkhondaryo province Uzbekistan // Plant Diversity of Central Asia, 2022, 1: 71–84.
2. Aromov T.B., Omonov O.E. Hisor davlat qo‘riqxonasi florasida ma’lumotlar tuplamini tur tizimli xaritalashga ishonchli tahlili, KarDu xabarlar. 58 2/1 2023. 87-92 b.
3. Grigoryants A.A., Ochilov Z.O., Oromov B., Ibragimov R.I., Yakubov K.F., Aromov T.B., Abakumov A., Tojiboev K.Sh. Hissor state reserve Tashkent – 2012 P–208
4. Aromov T.B., Omonov O.E. Hisor davlat qo‘riqxonasi florasidagi ayrim kamyob turlar to‘g‘risida. Biologiya and zamonaviy taraqqiyot: muammo va yechimlar Xalqaro ilmiy-texnik anjumani materiallari. Termiz, 2022. – C. 17-19.
5. IPNI (2023). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. [Retrieved 19 July 2023].
6. POWO (2023). "Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.plantsoftheworldonline.org>/Retrieved 25 July 2023."
7. Образец LE 01152413 // Виртуальный гербарий Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. <http://rr.herbariumle.ru/01152413>

FIZIKA DARSLARIDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISHNING AHAMIYATI

S. Boboqulova, S. Tovmatov, F. To‘raxonov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Bugungi kunga kelib dunyo taraqqiyoti shu darajaga yetdiki, biz dunyo bilan tengma-teng yurmas ekanmiz turmushimizda, ilm-fanda tadaqqiyotdan orqada qolaveramiz. Shu sababdan barcha mamlakatlar yetuk mutaxassislarni yetishtirib chiqarishga katta e‘tibor qaratadi. Yetuk kadrlar esa boshlang‘ich bilimni maktabdan olishadi. Dunyo mamlakatlari salohiyatli kadrlarni yetishtirish uchun turli ta‘lim tizimlari va dars o‘tish usullarini qo‘llab kelmoqda. Biz esa ulardan yuqori samaralarini aniqlab, o‘z ta‘lim tizimimizga joriy etishimiz zarur. Avvalambor, biz yetishtirib chiqarayotgan kadrlar dunyodagi muammolarni chuqur anglab, ularni hal qilish yo‘llarini topa oladigan salohiyatga ega bo‘lishi uchun ta‘lim berishning to‘g‘ri yo‘lini aniqlab olishimiz shart. Ta‘lim tizimida virtual laboratoriyalarning ahamiyati juda katta ro‘l o‘ynaydi. O‘quvchilarning fanlarni chuqur o‘zlashtirishi va hayotiy faoliyatida olgan bilimlaridan foydalanish ko‘nikmasini shakllantirishda amaliy darslar juda muhim rol o‘ynaydi. Amaliy darslar o‘quvchilarga berilgan nazariy bilimlarni tahlil qilish hamda fizik qonunlar to‘g‘risida keng tasavvurga ega bo‘lishga yordam beradi. Laboratoriya ishi fizika va boshqa tabiiy fanlarni o‘rganishning ajralmas tarkibiy qismidir. Laboratoriya ishlarni bajarish o‘quvchilarga tushunchalarni, amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishga va nazariyani tasvirlashga yordam beradi. Bundan tashqari, amaliy topshiriqlar va laboratoriya ishlari o‘quvchilarning qiziqishini va fanga ijobiy munosabatini oshiradi. O‘zining muhimligiga qaramay laboratoriya ishlari hali ham laboratoriya uskunalari va materiallarining qimmatliligi va boshqa sabablardan o‘quv jarayonini to‘liq qamrab olgani yo‘q. Shu bilan birga darslarda virtual laboratoriyalar, animatsiyalar va simulyatorlardan foydalanish juda istiqbolli ekanligini ko‘rsatmoqda. Shu sababdan ta‘lim muassasalarida laboratoriya darslariga virtual laboratoriya ishlarini integratsiya qilish ta‘lim sifatini oshishiga olib keladi [1]. Bundan tashqari, ko‘plab tajribalar shuni ko‘rsatadiki, virtual laboratoriyalar bilan ishlash o‘quvchilarga yanada yaxshi amaliy ko‘nikmalarga ega bo‘lishga yordam beradi. Bu ularning haqiqiy laboratoriya ishlarini bajarib ko‘rishlarida erkin harakatlarida aks etadi. Ya‘ni o‘quvchi virtual laboratoriyalar orqali uskunalarini qanday ishlashi va ulardan foydalanish to‘g‘risida tasavvurga ega bo‘ladi. Bundan tashqari, virtual laboratoriyalarni o‘quvchi o‘zi mustaqil tarzda bajara olishi, kerakli asbob-uskunalarini ular real mavjud bo‘lmada tajribalarni bir necha bor takroriy bajara olishi mumkinligi uning ustunligini ko‘rsatadi.

Quyidagi tabiiy savollarni qarab chiqaylik. Virtual laboratoriyalardan maktablarda foydalanish samaradorligi qay darajada? Laboratoriya ishlarini bajarish uchun an‘anaviy usul yaxshiroqmi? Yoki virtual laboratoriyadan foydalangan ma‘qulmi? Bu kabi savollarga javob izlab ko‘raylik. Tabiiyki, maktab o‘quvchilari qiziquvchan bo‘ladi. Shu sababdan an‘anaviy usulda, asboblarning yordamida laboratoriya ishlarini bajarib ko‘rish o‘quvchi uchun qiziq hisoblanadi. U asboblarning ishlashi va tuzilishi to‘g‘risida yaxshiroq tasavvurga ega bo‘ladi. Biroq tan olish kerakki, bunday imkoniyat mamlakatimizning barcha maktablarida bor deb ayta olmaymiz. Eng og‘riqli tomonimiz ham shu aslida yoki butun bir sinf uchun yil davomida atiga 4-5 ta laboratoriya va bir nechta amaliy topshiriqlar berilgan. O‘quvchilarning mustaqil fikrlashi va nazariy bilimlarini amaliyotda qo‘llay olish qobiliyatini shakllantirishga buning o‘zi yetarli emas, deb hisoblaymiz. Bundan tashqari, maktablarda fizikaning barcha bo‘limlariga doir laboratoriya ishlarini bajarishning imkoni yo‘q. Masalan, atom fizikasi, yadro fizikasi, kvant fizikasi va boshqa bo‘limlar shular jumlasidandir. Shu sababdan o‘quvchilarga haqiqiy laboratoriya ishlariga qo‘shimcha o‘rganish uchun virtual laboratoriyalardan foydalanish muhim deb hisoblaymiz. Biz o‘rta ta‘lim maktablarida virtual laboratoriyalardan foydalanishning sodda tizimini o‘rganib chiqdik. Qanday virtual laboratoriyalardan foydalanish kerak? Maktab darsliklarimizda berilgan mavzularga mos virtual laboratoriya ishlarni o‘rganib chiqdik. Biz dars jarayonimizda Phet.colorado.edu,

vascak.cz va olabs.edu.in saytlaridagi virtual laboratoriyalardan keng foydalandik. Chunki bu virtual laboratoriya platformalarining interfeysi juda qulay hisoblanadi. Ularning har birida alohida ustun tomonlari bor. Bular haqida qisqacha to‘xtalib o‘tamiz. Phet.colorado.edu saytidagi virtual laboratoriyalar bajarish tushunarli hamda qulay interfeysli hisolanadi. Bitta laboratoriyadan bir nechta maqsadlarda foydalanish mumkin. Phet platformasidagi ba’zi virtual laboratoriya ishlari ba’zi haqiqiy laboratoriya ishlar ustunliklarga ega. Masalan, elektr zanjirlarda zaryadlarning oqimini tasavvur qilish imkonini beradi. Molekulyar fizikaga oid ishlarda gazlarning harakati va gaz holatini tavsiflovchi fizik kattaliklar, T, V, P kabi kattaliklar yaxshi tasvirlaydi. Ba’zi bir simulyatsiyalar tovushga ega ekanligi o‘quvchilarni e’tiborini jalb qilishga yordam beradi. Phet platformasida maktabda o‘quv rejasidagi barcha sinflar uchun kerakli ishlarni topish mumkin. Bundan tashqari, elektr va magnetizm qismiga oid ishlarda bitta oynada, bir vaqtning o‘zida bir nechta elektr sxemalarni yig‘ish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hamed G., Aljanazrah A. The effectiveness of using virtual experiments on students learning in the general physics lab // Journal of Information Technology Education Research. – ISBN 19. 976-995. – 2020.
2. Aljuhani K., Sonbul M., Alhabiti M., and Meccawy M. Creating a virtual science lab (VSL): The adoption of virtual labs in Saudi schools. Smart Learning Environments, 5(1), 16. – 2018. <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0067-9>

TA’RIF YORDAMIDA 4-TARTIBLI DETERMINANTLARNI HISOBLASH

Eshtemirov Eshtemir, Abdurashidov Nuriddin, Tog‘ayev Turdimurod, O‘rozova Gulnora

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti Oliy matematika kafedrası o‘qituvchi Bizga $(1, 2, \dots, i, \dots, j, \dots, n)$ o‘rin almashtirish berilgan bo‘lsin.

1-ta’rif. Agar berilgan o‘rin almashtirishda $i > j$ bo‘lib, o‘rin almashtirishda i soni j dan oldin turgan bo‘lsa, i va j sonlar inversiya tashkil etadi deyiladi va $inv(i, j)$ shaklda belgilanadi. O‘rin almashtirishdagi inversiya tashkil etuvchi juftliklar soniga o‘rin almashtirishning inversiyasi deyiladi va $inv(i_1, i_2, \dots, i_n)$ kabi belgilanadi. Inversiyasi toq va juft son bo‘lgan o‘rin almashtirishlar mos ravishda toq va juft o‘rin almashtirishlar deb ataladi. Berilgan $(i_1, i_2, \dots, i_n)$ o‘rin almashtirishning signaturasi deb,

$$sgn(i_1, i_2, \dots, i_n) = (-1)^{inv(i_1, i_2, \dots, i_n)}$$

miqdorga aytiladi. Ma’lumki, o‘rin almashtirishning signaturasi uning toq va juftligiga qarab, -1 yoki 1 ga teng bo‘ladi

Bizga $A \in M_n(K)$ kvadrat matritsa berilgan bo‘lsin: bu yerda $K = \mathbb{R}$ yoki $\mathbb{C}$

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n} \end{pmatrix}$$

Bu matritsaning ixtiyoriy satr va ustunidan bittadan olingan n ta elementlarining ko‘paytmasini qaraymiz:

$$a_{1,\alpha_1} \cdot a_{2,\alpha_2} \cdot \dots \cdot a_{n,\alpha_n}$$

Ko‘paytmaning ko‘paytuvchilaridagi indekslaridan

$$\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 2 & \dots & n \\ \alpha_1 & \alpha_2 & \dots & \alpha_n \end{pmatrix} \text{ o‘rniga qo‘yishni tuzib olamiz.}$$

Demak, har bir ko‘paytuvchiga bitta o‘rniga qo‘yishni mos qo‘yish mumkin. Aksincha, har bir n - tartibli o‘rniga qo‘yishga matritsadan yuqoridagi kabi olingan ko‘paytmani mos qilib qo‘yishimiz mumkin.

Ko‘paytmaning ishorasini o‘rniga qo‘yishni signaturasi bilan aniqlaymiz, ya’ni

$$sgn(\alpha) = (-1)^{inv\alpha}$$

Quyidagi ko‘paytmani hosil qilamiz:

$$sgn(\alpha) \cdot a_{1,\alpha_1} \cdot a_{2,\alpha_2} \cdot \dots \cdot a_{n,\alpha_n}$$

Hamma o‘rniga qo‘yishlar soni $n!$ bo‘lganligi uchun, tuzilgan ko‘paytmalar soni ham $n!$ ta bo‘ladi. Bu elementlarning

$$\sum_{\alpha \in S_n} sgn(\alpha) \cdot a_{1,\alpha_1} \cdot a_{2,\alpha_2} \cdot \dots \cdot a_{n,\alpha_n} \quad (1)$$

yig‘indisini qaraymiz.

2-ta’rif. Yuqorida hosil bo‘lgan (1) yig‘indiga berilgan n - tartibli A kvadrat matritsaning determinanti deyiladi. Determinant odatda $\det A$ yoki $|A|$ kabi belgilanadi. Shunday qilib, determinantni quyidagicha yozib olishimiz mumkin:

$$|A| = \begin{vmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n} \end{vmatrix} = \sum_{\alpha \in S_n} sgn(\alpha) \cdot a_{1,\alpha_1} \cdot a_{2,\alpha_2} \cdot \dots \cdot a_{n,\alpha_n} \quad (1)$$

Misol: Determinantning qiymatini ta’rif yordamida hisoblang:

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 1 & 7 \\ 0 & 1 & 4 & 0 \\ 4 & 3 & 2 & 0 \end{vmatrix}$$

Bu determinantda barcha o‘rniga qo‘yishlari quyidagilar bo‘ladi.

$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 4 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 3 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \\ & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \\ & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \\ & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \\ & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Har bir o‘rniga qo‘yishga bitta ko‘paytma mos keladi, bu ko‘paytmalarning ishorasini o‘rniga qo‘yishning signaturasi orqali aniqlaymiz.

$$\begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} \end{vmatrix} = \text{sign}(\alpha_1)a_{11}a_{22}a_{33}a_{44} + \text{sign}(\alpha_2)a_{11}a_{22}a_{34}a_{43} + \\ \text{sign}(\alpha_3)a_{11}a_{24}a_{32}a_{43} + \text{sign}(\alpha_4)a_{11}a_{24}a_{33}a_{42} + \text{sign}(\alpha_5)a_{11}a_{23}a_{34}a_{42} + \\ \text{sign}(\alpha_6)a_{11}a_{23}a_{32}a_{44} + \text{sign}(\alpha_7)a_{12}a_{21}a_{33}a_{44} + \text{sign}(\alpha_8)a_{12}a_{21}a_{34}a_{43} + \\ \text{sign}(\alpha_9)a_{12}a_{24}a_{31}a_{43} + \text{sign}(\alpha_{10})a_{12}a_{24}a_{33}a_{41} + \text{sign}(\alpha_{11})a_{12}a_{23}a_{31}a_{44} + \\ \text{sign}(\alpha_{12})a_{12}a_{23}a_{34}a_{41} + \text{sign}(\alpha_{13})a_{13}a_{21}a_{32}a_{44} + \text{sign}(\alpha_{14})a_{13}a_{21}a_{34}a_{42} + \\ \text{sign}(\alpha_{15})a_{13}a_{24}a_{31}a_{42} + \text{sign}(\alpha_{16})a_{13}a_{24}a_{32}a_{41} + \text{sign}(\alpha_{17})a_{13}a_{22}a_{31}a_{44} + \\ \text{sign}(\alpha_{18})a_{13}a_{22}a_{34}a_{41} + \text{sign}(\alpha_{19})a_{14}a_{21}a_{32}a_{43} + \text{sign}(\alpha_{20})a_{14}a_{21}a_{33}a_{42} + \\ \text{sign}(\alpha_{21})a_{14}a_{22}a_{33}a_{41} + \text{sign}(\alpha_{22})a_{14}a_{22}a_{31}a_{43} + \text{sign}(\alpha_{23})a_{14}a_{23}a_{31}a_{42} + \\ \text{sign}(\alpha_{24})a_{14}a_{23}a_{32}a_{41}. \end{vmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 2 & 3 \\ 2 & 2 & 1 & 7 \\ 0 & 1 & 4 & 0 \\ 4 & 3 & 2 & 0 \end{vmatrix} = (-1)^0 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 0 + (-1)^1 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0 \cdot 2 + (-1)^2 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 2 + (-1)^3 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 4 \cdot 3 \\ + (-1)^2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 3 + (-1)^1 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 0 + (-1)^1 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 0 + (-1)^2 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 2 \\ + (-1)^3 \cdot 0 \cdot 7 \cdot 0 \cdot 2 + (-1)^3 \cdot 0 \cdot 7 \cdot 4 \cdot 0 + (-1)^2 \cdot 0 \cdot 1 \cdot 0 \cdot 4 + (-1)^2 \cdot 0 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 4 \\ + (-1)^2 \cdot 0 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 0 + (-1)^3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 3 + (-1)^4 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 0 \cdot 3 + (-1)^4 \cdot 2 \cdot 7 \cdot 1 \cdot 4 \\ + (-1)^2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0 \cdot 0 + (-1)^3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 + (-1)^3 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 2 + (-1)^4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 3 \\ + (-1)^5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 4 + (-1)^4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0 \cdot 2 + (-1)^5 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 0 \cdot 3 + (-1)^6 \cdot 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 4 \\ = -150$$

ADABIYOTLAR

1. Sh.A.Ayupov, B.A.Omirov, A.X.Xudoyberdiyev, F.H.Haydarov. Algebra va sonlar nazariyasi. Toshkent-2019 (62-67)
2. R.N.Nazarov, B.T.Toshpo‘latov, A.D.Do‘sumbetov. Algebra va sonlar nazariyasi. I qism. Toshkent-1993.(216-219)
3. Malik D.S., Mordeson J.N., Sen M.K., Fundamentals of abstract algebra (o‘quv qo‘llanma) WCB McGrew-Hill, 1997, p.636.
4. Allakov. Sonlar nazariyasidan misol va masalalar. (o‘quv qo‘llanma) T. Inovatsion rivojlanish nashriyot matbaa uyi. 2020.348b.
5. Abdurashidov N.G‘., Simmetrik Li va Leybnits algebralari va ularning xossalari. “O‘zbekistonda Fanlararo Innovatsiyalar Va Ilmiy Tadqiqotlar” Aprel 2022. (7), 62-63.

PIFAGOR JUFTLAR SONI VA SINFI HAMDA EYLER UCHLIGI

Ibragimov Husniddin Hikmatovich¹ Hikmatova Shirin Husniddin qizi²

¹Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Surxondaryo, Uzbekistan ,

²Missuri-Kolumbiya iuniversiteti, AQSH ,

Pifagor sonlari haqida juda ko‘p ma’lumotlar bo‘lsada, bu sonlarni o‘rganish jarayonida yangi va qiziqarli ma’lumotlarga duch kelaveramiz [2],[3],[4],[5]. Bu sonlar haqida ko‘pchilik yaxshi tushunchaga ega va ulardan kundalik hayotda ko‘p foydalanamiz.

1-ta’rif. Agar butun musbat a, b va c sonlari uchun $a^2 + b^2 = c^2$ tenglik o‘rinli bo‘lsa, $(a, b; c)$ uchlikka Pifagor uchligi deyiladi. Bu holda tomonlari a va b bo‘lgan to‘g‘ri burchakli to‘rtburchak Pifagor taxtasi deyiladi.

2-ta’rif. Xuddi shunday a, b, c va d butun musbat sonlari uchun $a^2 + b^2 + c^2 = d^2$ tenglik o‘rinli bo‘lsa, $(a, b, c; d)$ ga Pifagor to‘rtligi deyiladi. Bu holda qirralari a, b va c bo‘lgan to‘g‘ri burchakli parallelepiped Pifagor g‘ishti deyiladi [1], [2], [3].

3-ta’rif. Agar $(a, b; c)$ va $(a_1, b_1; c_1)$ Pifagor uchliklari uchun shunday $n \in \mathbb{N}$ mavjud bo‘lib, $a_1 = na$, $b_1 = nb$ tengliklar o‘rinli bo‘lsa, u holda $(a, b; c)$ va $(a_1, b_1; c_1)$ Pifagor uchliklari bir sinfga qarashli deyiladi.

4-ta’rif. Agar ξ sinfga qarashli $(a, b; c)$ Pifagor uchligining a va b katetlari o‘zaro tub bo‘lsa, $(a, b; c)$ Pifagor uchligiga shu sinfnings yaratuvchisi deyiladi.

Masalan, $(3, 4; 5)$ Pifagor uchligi ξ :

$$\xi = \{(3, 4; 5), (6, 8; 10), (9, 12; 15), \dots, (3n, 4n; 5n), \dots\} \quad (1)$$

Sinfnings, $(5, 12; 13)$ Pifagor uchligi esa ζ :

$$\zeta = \{(5, 12; 13), (10, 24; 26), (15, 36; 39), \dots, (5n, 12n; 13n), \dots\}$$

sinfnings yaratuvchisi bo‘ladi.

Ma’lumki, istalgan $n, m \in \mathbb{N}$, $n > m$ sonlari yordamida hosil qilingan

$$a = n^2 - m^2, \quad b = 2nm, \quad c = n^2 + m^2 \quad (1)$$

$(a, b; c)$ uchlik Pifagor uchligini bo‘ladi. (1) formula yordamida istalgan Pifagor uchligini hosil qilish mumkin [1]- [5].

Endi bir Pifagor uchligi berilgan bo‘lsa, uning yordamida yangi Pifagor uchligini hosil qilish usulini bayon qilamiz.

1- ta’rif. Agar $(a, b; c)$ Pifagor juftligi bo‘lsa, u holda a soni b sonining Pifagor jufti deyiladi.

Bizga Pifagor uchliklari $(a, b_1; c_1)$, $(a, b_2; c_2)$, $\dots$, $(a, b_n; c_n)$ berilsin, u holda a soni uchun $b_1, b_2, \dots, b_n$ sonlari Pifagor juftlari deb ataladi.

Ta’rifdan kelib chiqadiki, agar a soni b sonining Pifagor jufti bo‘lsa, u holda b soni ham a sonining Pifagor jufti bo‘ladi.

1-teorema. $n = 2k, \forall k \in \mathbb{N}$ juft sonlar Pifagor juftlari (PJS) soni

$$(PJS) (2k) = \frac{NBS(k^2) - 1}{2}$$

2-teorema. Ixtiyoriy $n = 2k + 1, \forall k \in \mathbb{N}$ toq sonning Pifagor juftlari soni

$$PJS(2k + 1) = \frac{NBS((2k+1)^2) - 1}{2}$$

1-misol. 72 sonining Pifagor juftlarini topamiz.

1-teorema asosida topsak,

$$PJS(72) = \frac{NBS(36^2) - 1}{2} = 12$$

2-misol. 15 sonining Pifagor juftlarini topamiz.

2-teoremadan foydalanib, topamiz

$$PJS(15) = \frac{NBS((2k+1)^2) - 1}{2} = 4$$

3-teorema. Agar $(a, b; c)$ Pifagor uchligi bo'lsa, u holda ixtiyoriy $r \in \mathbb{Z}$ uchun

$$\begin{aligned} x &= a[(br)^2 - c^2] \cdot \{(2b[(br)^2 - c^2(2r-1)])^2 - (c[c^2 + (r^2 - 2r)b^2])^2\}, \\ y &= b[(br)^2 - c^2(2r-1)] \cdot \{(2a[(br)^2 - c^2])^2 - (c[c^2 + (r^2 - 2r)b^2])^2\}, \\ z &= 4abc[(br)^2 - c^2] \cdot [(br)^2 - c^2(2r-1)] \cdot [c^2 + (r^2 - 2r)b^2] \end{aligned}$$

noldan farqli x, y va z sonlari Eyler uchligi bo'ladi.

ADABIYOTLAR

1. A. A'zamov. Eyler g'ishtlari. Fizika, matematika va informatika. 2012. №1, 52-56.
2. Abdullayev J.I., Ibragimov H. H. Pifagor taxtasi yordamida Pifagor g'ishtlarini qurish. Ilmiy axborotnoma. Samarqand, 1-son (119), 2020. 15-21.
3. Abdullayev J.I., Ibragimov H. H. Pifagor va Eyler g'ishtlari. Buxoro davlat universiteti Ilmiy axboroti. Buxoro, 2022/6(94). 10-15.
4. Abdullayev J.I., Ibragimov H. H. Pifagor va Eyler g'ishtlari uchun parametrik tenglamalar. Ilmiy axborotnoma. Samarqand, №3/(139) 2023. 29-34.
5. H.H. Ibragimov. Pifagor sonlari va Eyler g'ishti. Tadbirkorlik va pedagogika. Ilmiy-uslubiy jurnal. 2023-yil, 1-son, 198-207 betlar.

COMPREHENSIVE MANAGEMENT OF STUDENTS' LEARNING OUTCOMES IN BLENDED LEARNING USING DIGITAL TECHNOLOGIES

Raxmatilla Y. Mamajanov, Kamola R. Ashirova

Denov Entrepreneurship and Pedagogy Institute, Denov, Uzbekistan;
Toshkent aniq fanlar universiteti, Tashkent, Uzbekistan;

In recent years, the widespread integration of digital technologies into education has become a significant global trend. The rapid development of information and communication technologies has enriched the learning process with innovative pedagogical approaches. In particular, the emergence of digital learning environments, distance learning platforms, and interactive educational tools has profoundly transformed traditional teaching methods. Modern education systems now require not only the delivery of knowledge but also the development of students' independent learning skills, the organization of flexible learning processes, and the formation of individualized learning trajectories. Consequently, the effective use of digital technologies in education has become a critical scientific issue in the fields of pedagogy and educational technology¹. Within the modernization of the learning process, the blended learning model holds particular importance. Blended learning is regarded as a pedagogical model that integrates traditional face-to-face classroom instruction with digital or online learning technologies. In the literature, blended learning is often defined as the combination of in-person instruction and computer-assisted learning. This approach enables students to independently engage with learning materials while expanding opportunities for teachers to provide individualized support. As a result, flexibility, interactivity, and efficiency within the learning process are enhanced².

Research Methodology

This study adopted a mixed-methods research design to comprehensively investigate the effects of digital technologies on students' learning outcomes in blended learning environments. Mixed-methods approaches are increasingly recognized in educational research for enabling an in-depth understanding of complex phenomena by integrating both qualitative and quantitative evidence (e.g., Creswell, 2014).

Research Results

During the study, the effectiveness of managing students' learning in a blended learning environment using digital technologies was analyzed through experimental and control groups. The experimental group implemented the developed comprehensive model, while the control group followed traditional blended learning methods. The results clearly demonstrated the positive impact of integrating digital technologies into the learning process. Changes in students' knowledge levels: In the experimental group, students' learning outcomes were assessed using standard tests and practical assignments. Analysis of the research results using descriptive statistics revealed the following outcomes (Figure 1).

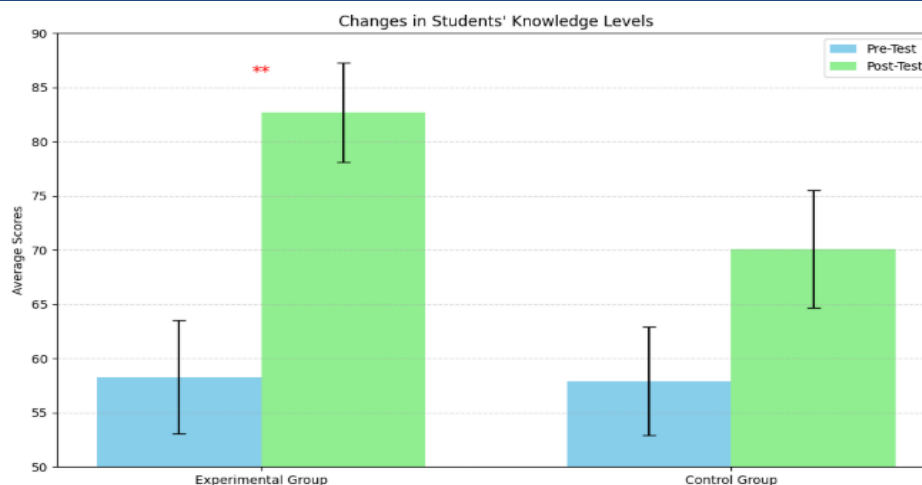


Figure 1. Changes in Students' Knowledge Levels in Experimental and Control Groups Before and After the Intervention.

- The experimental group had an initial average test score of 58.3 ± 5.2 , which increased to 82.7 ± 4.6 by the end of the study.
- In the control group, the initial average test score was 57.9 ± 5.0 , rising to 70.1 ± 5.4 on the final test. These results indicate that the blended learning model, comprehensively managed using digital technologies, significantly improved students' knowledge in the experimental group compared to the control group. This difference was analyzed using Student's t-test, revealing that it was statistically significant at $p < 0.01$.

REFERENCES

1. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge*. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054.
2. Horn, M. B., & Staker, H. (2014). *Blended: Using Disruptive Innovation to Improve Schools*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
3. Garrison, D. R., & Kanuka, H. (2004). *Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education*. The Internet and Higher Education, 7(2), 95-105. [Scopus-indexed].
4. Lima, L., Silva, P., & Khan, O. (2025). Adapting Blended Learning Models in Post-Pandemic Education Systems. *IJEN*, 6(1).
5. Lagos-Castillo, A., Chiappe, A., Ramirez-Montoya, M., & Becerra Rodríguez, D. F. (2025). Mapping the intelligent classroom: Examining the emergence of personalized learning solutions in the digital age. *Contemporary Educational Technology*, 17(1), ep543.

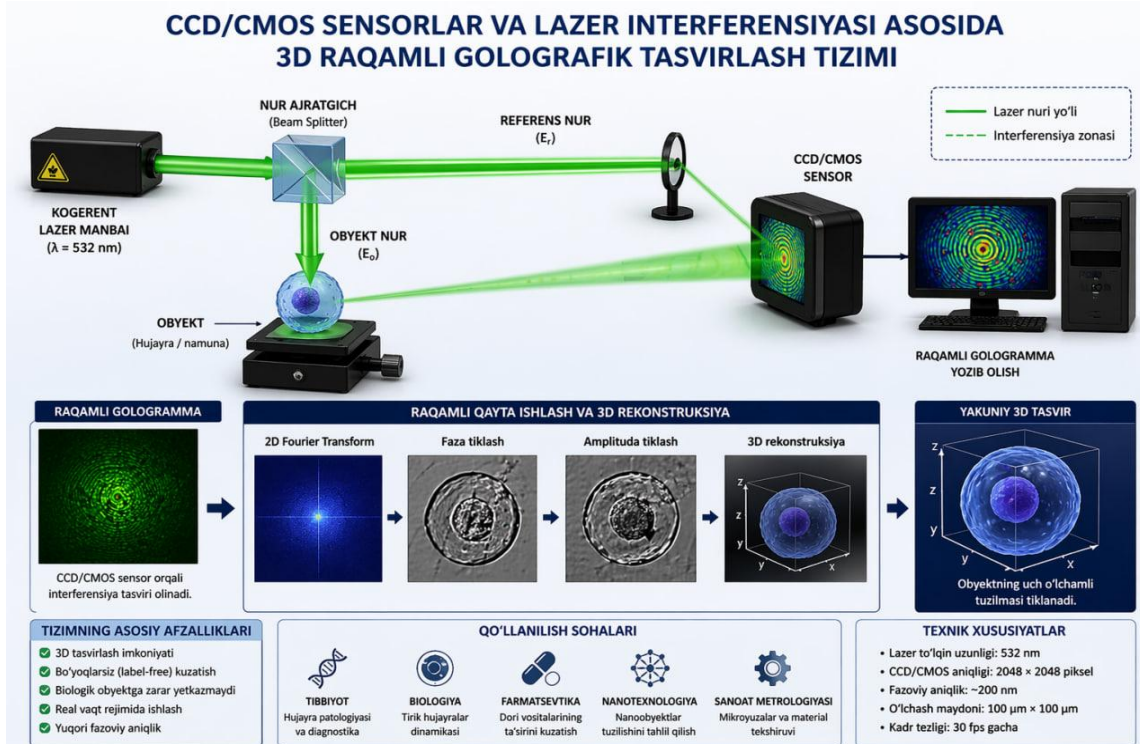
CCD/CMOS SENSORLAR VA LAZER INTERFERENSIYASI ASOSIDA 3D RAQAMLI GOLOGRAFIK TASVIRLASH TIZIMINI YARATISH

Ibodullayev Diyorbek va Melikulova Go‘zal

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Amaliyotda tibbiyot, biologiya va sanoat sohalarida qo‘llanilayotgan an‘anaviy optik kuzatish usullari bir qator muhim cheklavlarga ega bo‘lib, ular asosan obyektning ikki o‘lchamli tasvirini hosil qiladi va natijada murakkab biologik hamda texnik tizimlarning to‘liq fazoviy tuzilishini aniqlash imkoniyati cheklanadi. Bundan tashqari, mikroskopik tadqiqotlarda qo‘llaniladigan turli xil bo‘yoqlar va markerlar hujayralarning tabiiy holatini o‘zgartirishi, hatto ularning hayot faoliyatiga salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin [1]. Shu sababli obyektlarni bo‘yoqlarsiz, yuqori aniqlikda va uch o‘lchamli shaklda kuzatish imkonini beruvchi yangi optik texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy masalalardan biri hisoblanadi.

Mazkur muammoni hal etish maqsadida lazer interferensiyasi va CCD/CMOS sensorlari asosida ishlovchi raqamli golografik tasvirlash tizimi taklif etiladi. Ushbu tizim obyektning tabiiy holatda, ya‘ni markerlarsiz va real vaqt rejimida uch o‘lchamli shaklda tiklash imkonini beradi. Raqamli golografiya usuli lazer nurlarini ikki qismga — obyekt nuri va referens nurga ajratish orqali amalga oshiriladi. Obyekt orqali o‘tgan nur uning ichki tuzilmasi bilan o‘zaro ta‘sirlashib, faza va amplituda jihatidan o‘zgaradi, referens nur bilan interferensiyaga kirishib, CCD yoki CMOS sensor orqali raqamli gologramma ko‘rinishida qayd etiladi. Keyinchalik ushbu ma‘lumotlar kompyuterda Furje transformatsiyasi va boshqa matematik rekonstruksiya algoritmlari yordamida qayta ishlanib, obyektning to‘liq uch o‘lchamli tasviri tiklanadi [2,5].



1-rasm. Lazer interferensiyasi va CCD/CMOS asosida 3D tasvir rekonstruksiya sxemasi

Raqamli golografik tasvirlash tizimining ishlash prinsipi rasmda ko'rsatilgan bo'lib, lazer nuri beam splitter orqali obyekt va referens nurlarga ajratiladi. Obyekt orqali o'tgan nur faza va amplituda jihatdan o'zgarib, referens nur bilan CCD/CMOS sensor yuzasida interferensiya hosil qiladi va raqamli gologramma shaklida qayd etiladi. Keyinchalik gologramma Fourier transformatsiyasi va rekonstruksiya algoritmlari yordamida qayta ishlanib, obyektning uch o'lchamli tasviri tiklanadi. Ushbu yondashuv yuqori aniqlik, real vaqt rejimi va bo'yoqlarsiz kuzatish imkonini berib, tizimning samaradorligini oshiradi.

Tizimning afzalliklari qatoriga obyektning uch o'lchamli shaklda tasvirlash imkoniyati kiradi, bunda uning chuqurligi, geometrik shakli va ichki tuzilmasi to'liq tiklanadi. Bo'yoqlarsiz (label-free) kuzatish usuli hujayralarni tabiiy holatda o'rganish imkonini beradi, non-invazivlik esa biologik obyektlarga fizik yoki kimyoviy zarar yetkazmasdan tadqiqot olib borishni ta'minlaydi. Shuningdek, tizim real vaqt rejimida ishlashi tufayli hujayra dinamikasi va o'zgarishlarini kuzatish imkonini beradi, yuqori aniqligi esa nanometr darajasigacha bo'lgan mikroskopik o'zgarishlarni aniqlashga imkon yaratadi.

Mazkur tizim tibbiyotda hujayra patologiyalarini erta aniqlash va qon hujayralarini tahlil qilishda, biologiyada tirik hujayralar dinamikasini o'rganishda, farmatsevtikada dori vositalarining hujayraga ta'sirini baholashda, nanotexnologiyada nanoobyektlar tuzilishini tahlil qilishda hamda sanoat metrologiyasida mikroyuzalar va materiallarni tekshirishda samarali qo'llanilishi mumkin.

Shu asosda xulosa qilish mumkinki, CCD/CMOS kameralar va lazer interferensiya asosida yaratilgan raqamli golografik tizimlar yuqori aniqlik, tezkorlik va keng qo'llanish imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Ushbu texnologiya uch o'lchamli tasvirlash sohasida samarali yechim bo'lib, tibbiyot, biologiya va ilmiy tadqiqotlarda yangi bosqichni shakllantirishga xizmat qiladi hamda kelgusida amaliy qo'llanilishi yanada kengayishi kutiladi.

ADABIYOTLAR

1. Hecht E. Optics. - 5th ed. – Boston: Pearson Education, 2017. - 678 p.
2. Schnars U., Jüptner W. Digital Holography: Digital Hologram Recording and Numerical Reconstruction. - Berlin: Springer, 2015. - 164 p.
3. Born M., Wolf E. Principles of Optics. - 7th ed. - Cambridge: Cambridge University Press, 1999. - 952 p.
4. Saleh B., Teich M. Fundamentals of Photonics. - 2nd ed. New York: Wiley, 2007. - 1176 p.
Gonzalez R., Woods R. Digital Image Processing. - 4th ed. - Pearson, 2018. – 1168 p.

TAQSIMOT PARAMETRLARINI STATISTIK BAHOLARI

T.A. Kenjayev, R.N. Ro‘zimova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Aytaylik, bosh to‘planning son belgisini o‘rganish talab qilinsin va bu belgi qaysi taqsimotga ega ekanligi nazariy mulohazalardan aniqlangan bo‘lsin. Tabiiyki, bu taqsimotni aniqlaydigan parametrlarni baholash masalasi kelib chiqadi. Masalan, o‘rganilayotgan belgi bosh to‘plamda normal taqsimlanganligi oldindan ma‘lum bo‘lsa, u holda. μ (matematik kutilma) va σ (o‘rtacha kvadratik chetlanish) parametrlarni baholash; agarda belgi Puasson taqsimotiga ega deyishga asos bo‘lsa, bu taqsimotni aniqlaydigan λ parametрни baholash zarur bo‘ladi.

Nazariy taqsimot noma‘lum parametrining **statistik bahosi** deb, tasodifiy miqdorning kuzatilayotgan qiymatlaridan tuzilgan funksiyaga aytiladi.

Masalan, normal taqsimotning matematik kutilmasini baholash uchun ushbu

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

funksiya (tanlanmaning o‘rta qiymati) xizmat qiladi.

Tanlanmaning ixtiyoriy funksiyasi **statistika** deyiladi.

Statistik baholar baholanayotgan parametrlarning yaqinlashishlarini ta‘minlab berishlari uchun ular ma‘lum talablarni qanoatlantirishlari lozim. Faraz qilaylik, tanlanma ma‘lumotlari bo‘yicha topilgan θ^* nazariy taqsimot θ noma‘lum parametrining statistik bahosi bo‘lsin.

Istalgan hajmli tanlanma uchun matematik kutilmasi baholanayotgan parametrga teng bo‘lgan statistik baho **siljimagan baho** deyiladi, ya‘ni

$$M(\theta^*) = \theta$$

Matematik kutilmasi baholanayotgan parametrga teng bo‘lmagan baho **siljigan baho** deyiladi. Ammo, siljimagan baho har doim ham baholanayotgan parametrning «yaxshi» yaqinlashishini beradi deb hisoblash xato bo‘lar edi. Darhaqiqat, θ^* ning mumkin bo‘lgan qiymatlari uning o‘rtacha qiymati atrofida ancha tarqoq ya‘ni $D(\theta^*)$ dispersiya anchagina katta bo‘lishi mumkin. Agar θ^* ning dispersiyasi kichik bo‘lishini talab qiladigan bo‘lsak, u holda, statistik xatoga yo‘l qo‘yishning oldini olgan bo‘lamiz. Shu sababli statistik bahoga effektivlik talabi qo‘yiladi.

Effektiv baho deb (albatta berilgan hajmli tanlanma uchun) eng kichik dispersiyaga ega bo‘lgan statistik bahoga aytiladi.

Katta hajmli tanlanmalar bilan ish ko‘rilganda statistik bahoga asoslilik talabi qo‘yiladi.

Asosli baho deb, baholanayotgan parametrga $n \rightarrow \infty$ da ehtimollik bo'yicha yaqinlashadigan statistik bahoga aytiladi.

Nuqtaviy baho deb, bitta son bilan aniqlanadigan bahoga aytiladi. (Yuqorida keltirilgan tanlanma o'rtacha qiymat nuqtaviy bahodir). Nuqtaviy baho tegishli parametrlarning tanlanma ma'lumotlariga ko'ra sonli qiymatini beradi, lekin u mazkur bahoning aniqligi va ishonchliligi to'g'risida fikr yuritish imkonini bermaydi. Shuning uchun tanlanma hajmi uncha katta bo'lmaganda interval baholardan foydalaniladi.

Interval baho deb ikkita son - intervalning uchlari bilan aniqlanadigan bahoga aytiladi.

Tanlanma ma'lumotlari bo'yicha topilgan θ^* baho va θ noma'lum parametr uchun $|\theta - \theta^*|$ ayirma qanchalik kichik bo'lsa, θ^* baho θ parametrni shuncha aniq baholaydi. Shu maqsadda $|\theta - \theta^*| < \delta$ tengsizlikni qanoatlantiruvchi $\delta > 0$ sonni **bahoning aniqligi** deyiladi.

θ bahoning θ^* bo'yicha ishonchliligi deb $|\theta - \theta^*| < \delta$ tengsizlikning ehtimolligi γ ga ya'ni

$$P(|\theta - \theta^*| < \delta) = \gamma$$

ga aytiladi.

Odatda, bahoning ishonchliligi oldindan beriladi va γ ishonchlilik sifatida birga yaqin son olinadi, masalan, 0,95; 0,99; 0,999.

Noma'lum θ parametrni berilgan γ ishonchlilik bilan qoplaydigan

$$(\theta^* - \delta, \theta^* + \delta)$$

interval **ishonch intervali (oralig'i)** deyiladi.

Agar kuzatishlar sonini cheksiz ortirilganda θ^* baho baholanayotgan θ parametrga ehtimollik bo'yicha yaqinlashsa, ya'ni har qanday $\varepsilon > 0$ uchun ushbu

$$P\{|\theta^* - \theta| < \varepsilon\} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} 1$$

munosabat o'rinli bo'lsa, u holda θ^* baho θ **parametrning asosli bahosi** deyiladi.

Bundan, θ^* ning dispersiyasi $n \rightarrow \infty$ da nolga intilsa, baho asosli bo'lishi kelib chiqadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdushukurov A.A., Zuparov T. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika. Toshkent «Tafakkur bo'stoni», 2015.
2. Abdushukurov A.A. Ehtimollar nazariyasi. Ma'ruzalar matni. Toshkent: «Universitet», 2000.

MATEMATIK STATISTIKANING ASOSIY MASALALARI

T.A. Kenjayev, N.H. Mardonova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Ehtimollar nazariyasi tasodifiy hodisalar bilan bog‘liq jarayonlarning matematik modellarini o‘rganish bilan shug‘ullanadi. Ixtiyoriy tasodifiy jarayonlarga mos matematik modellar yordamida bizni qiziqtirayotgan u yoki bu hodisalarning ro‘y berish ehtimolligini topishimiz mumkin.

Matematik statistika tasodifiy hodisalar yoki jarayonlar haqida shu hodisalarni kuzatish yoki tajribalar natijasida olingan ma‘lumotlar asosida umumiy xulosalar chiqaradigan matematik fandır. Bu xulosalar umumiylik xususiyatlariga ega bo‘lib, kuzatilayotgan tasodifiy holatlarning barchasiga taaluqlidir. Matematik statistika ehtimollar nazariyasiga tayangan holda, uning usullari va nazariy hulosalari asosida o‘rganilayotgan obyekt haqida xulosalar chiqaradi. Agarda ehtimollar nazariyasida biz o‘rganayotgan matematik model to‘la-to‘kis berilgan deb hisoblab, bu model bizni qiziqtirayotgan holatlarni o‘rgansak, matematik statistikada biz qandaydir tasodifiy hodisalar natijalaridan kelib chiqqan holda (bular ko‘pchilik hollarda sonlardan iborat bo‘ladi), tasodifiy jarayonlarning matematik modelini tuzishga harakat qilamiz. Matematik statistika o‘zining xulosa chiqarish usullari yordamida o‘rganilayotgan obyektning nazariy ehtimoliy modelini tuzishga qaratilgan. Masalan, Bernulli sxemasida biz kuzatayotgan A hodisaning bitta tajribada ro‘y berish ehtimolligi p bo‘lsin. Bizni n ta bog‘liqsiz tajribalar natijasida A hodisasining k ($k \leq n$) marta ro‘y berish ehtimolligi qiziqtirsin. Bu masala ehtimollar nazariyasining usullari bilan to‘liq hal etiladi. Endi shunday masala qo‘yilsin: n ta bog‘liqsiz tajribalarda bizni qiziqtiradigan A hodisa k marta ro‘y bersin. U holda shu hodisaning bitta tajribada ro‘y berish ehtimolligi p deb qanday miqdorni olish kerak? Bu hol matematik statistikaning namunaviy masalasidir. Ko‘rinib turibdiki, matematik statistika masalalari ehtimollar nazariyasi masalalariga teskari masalalar ekan.

Matematik statistika o‘z xulosalarida biz qiziqayotgan tasodifiy hodisalarni tavsiflaydigan, odatda sonlardan iborat bo‘lgan statistik ma‘lumotlar asosida o‘rganilayotgan tasodifiy jarayonning nazariy-ehtimoliy qonuniyatlarini tuzish uchun turli usullarni ishlab chiqishga qaratilgandır.

Endi Bernulli sxemasi misolida matematik statistika shug‘ullanadigan va hal qilinadigan asosiy masalalarni ko‘rib chiqaylik.

I. Noma‘lum parametrni statistik baholash. n ta tajriba natijasida biz kuzatayotgan A hodisa m marta ro‘y bersin. U holda, shu ma‘lumotlar asosida biz shunday $\hat{p}$ miqdorni aniqlaylikki, uni $p = P(A)$ sifatida qabul qilish mumkin bo‘lsin. Bizning holimizda A hodisaning chastotasini $\hat{p} = \frac{m}{n}$ deb qabul qilishimiz tabiiy. Albatta, biz statistik baho deb taklif etayotgan $\hat{p}$ miqdor ma‘lum ma‘noda noma‘lum parametr p ga yaqin bo‘lishi kerak.

II. Ishonchlilik oralig‘i. Ba‘zi hollarda noma‘lum parametr p ning aniq qiymati emas, balki 1 ga yetarlicha yaqin ehtimollik bilan uning qiymatini statistik ma‘lumotlar asosida aniqlanadigan biror $[\hat{p}_1; \hat{p}_2]$ oraliqqa tegishli bo‘lishi qiziqtiradi. Bunda oraliq chegaralari $\hat{p}_1$ va $\hat{p}_2$ - t.m.lar faqat m ga bog‘liq bo‘ladi. Tajriba natijasida to‘liq aniqlanadigan $[\hat{p}_1; \hat{p}_2]$ oraliq - ishonchlilik oralig‘i deyiladi.

III. Statistik gipotezalarni tekshirish. Faraz qilalik, qandaydir (aprior) mulohazalar asosida $p = p_0$ degan xulosaga keldik. Bu yerda p_0 - aniq miqdor. Nisbiy chastota $\frac{m}{n}$ asosida biz statistik gipoteza $p = p_0$ ning to‘g‘ri yoki noto‘g‘riligini tekshirishimiz kerak. Yetarli katta n lar uchun $\frac{m}{n}$ nisbiy

chastota p ehtimollikka yaqin bo'lgani uchun, statistik gipoteza $p = p_0$ ni tekshiruvchi alomat $\left| \frac{m}{n} - p_0 \right|$ ayirma asosida quriladi. Agarda bu ayirma katta bo'lsa, asosiy gipoteza $p = p_0$ rad etiladi, agarda bu ayirma yetarlicha kichik bo'lsa, statistik gipotezani rad etishga asos bo'lmaydi.

Yuqorida ko'rsatilgan va boshqa statistik ma'lumotlarni hal etish matematik statistikaning vazifasidir. Matematik statistika bu masalalarni o'zining tushunchalari va statistik usullari bilan hal etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdushukurov A.A., Zuparov T. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika. Toshkent «Tafakkur bo'stoni», 2015.
2. Abdushukurov A.A. Ehtimollar nazariyasi. Ma'ruzalar matni. Toshkent: «Universitet», 2000.

UMUMTA'LIM MAKTABLARIDA FIZIKA O'QITISHDA ROBOTOTEXNIKA ELEMENTLARINI INTEGRATSIYA QILISH METODIKASI

Fozil To'raxonov, Gavhar Bobomurodova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning chuqur nazariy bilimlari bilan bir qatorda amaliy ko'nikma va kompetensiyalarini shakllantirish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, umumta'lim maktablarida fizika fanini o'qitishda abstrakt tushunchalarni real jarayonlar bilan uyg'un holda o'rgatish, o'quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantirish va ularni muhandislik faoliyatiga yo'naltirish dolzarb masala sifatida qaralmoqda. Shu jihatdan, ta'lim jarayoniga innovatsion yondashuvlarni joriy etish, xususan robototexnika elementlaridan foydalanish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasida ta'lim tizimini modernizatsiya qilish va uning sifatini oshirish davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri etib belgilangan. Jumladan, O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi PF-5712-son Farmonida “Umumiy o'rta ta'lim tizimida ilg'or pedagogik texnologiyalar va innovatsion usullarni joriy etish, o'quv jarayoniga zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng tatbiq etish” zarurligi alohida ta'kidlangan [1]. Mazkur normativ-huquqiy hujjat ta'lim jarayoniga zamonaviy texnologiyalarni, jumladan robototexnika vositalarini integratsiya qilishning metodik asoslarini ishlab chiqish zaruratini yuzaga keltiradi.

Hozirgi kunda jahon ta'lim tizimida keng qo'llanilayotgan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) yondashuvi fanlararo integratsiya asosida o'quvchilarning ijodiy va muhandislik tafakkurini rivojlantirishga xizmat qilmoqda. Fizika fani mazmunan robototexnika bilan chambarchas bog'liq bo'lib, elektr hodisalari, mexanik harakat, sensor tizimlar va avtomatlashtirilgan boshqaruv jarayonlarini o'rganishda robototexnika elementlaridan foydalanish ta'lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bunday yondashuv o'quvchilarda bilimlarni amaliyot bilan bog'lash, tajriba o'tkazish va natijalarni tahlil qilish ko'nikmalarini shakllantiradi.

Mavzuga oid ilmiy tadqiqotlar robototexnika asosida tashkil etilgan ta'lim muhitining samaradorligini tasdiqlaydi. Xususan, Seymour Papert o'zining Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas (“Tafakkur konstruksiyalari: bolalar, kompyuterlar va kuchli g'oyalar”) nomli monografiyasida ta'kidlaganidek, o'quv jarayonida bilimlarni faol yaratish orqali o'zlashtirish eng samarali yondashuv hisoblanadi [2]. Shu bilan birga, robototexnika vositalari yordamida tashkil etilgan darslar o'quvchilarning kognitiv faolligini oshirishi, ularning muammoli vaziyatlarda mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantirishi ilmiy jihatdan asoslangan.

Shunga qaramay, umumta'lim maktablarida fizika fanini o'qitishda robototexnika elementlarini integratsiya qilish metodikasi yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Amaliy mashg'ulotlar ulushining kamligi, raqamli va texnologik vositalardan foydalanish darajasining pastligi hamda o'qituvchilarning ushbu yo'nalishdagi metodik tayyorgarligining yetarli emasligi mavjud muammolar sifatida qayd etilmoqda.

Tadqiqot vazifalari sifatida robototexnika asosida fizika darslarini tashkil etishning pedagogik imkoniyatlarini tahlil qilish, metodik model ishlab chiqish hamda tajriba-sinov ishlari orqali uning samaradorligini baholash belgilandi.

So'nggi yillarda fizika ta'limida innovatsion yondashuvlarni joriy etish, xususan robototexnika elementlaridan foydalanish masalasi xalqaro va mahalliy tadqiqotlarda keng yoritilmoqda. Ushbu yo'nalishdagi ilmiy izlanishlar o'quvchilarning kognitiv faolligini oshirish, amaliy ko'nikmalarini rivojlantirish hamda fanlararo integratsiyani ta'minlashga qaratilgan.

Zamonaviy tadqiqotlarda robototexnika va dasturlash muhitlari o'quvchilarning ijodiy fikrlashini rivojlantirishda muhim vosita sifatida qaraladi. Jumladan, Mitchel Resnick tomonidan ishlab chiqilgan

yondashuvlarga ko‘ra, loyiha asosida o‘qitish va konstruktorlik faoliyati o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi hamda muammoni hal etish kompetensiyalarini rivojlantiradi [3]. Bu esa robototexnika vositalaridan foydalanish orqali ta‘lim jarayonini faollashtirish mumkinligini ko‘rsatadi.

Shuningdek, STEM/STEAM ta‘lim yondashuvi doirasida olib borilgan tadqiqotlar robototexnikaning fanlararo integratsiyadagi ahamiyatini tasdiqlaydi. Jumladan, National Research Council tomonidan e‘lon qilingan ilmiy hisobotlarda integratsiyalashgan ta‘lim modeli o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog‘lashga xizmat qilishi ta‘kidlangan [4]. Ushbu yondashuv fizika fanini o‘qitishda ham samarali qo‘llanishi mumkin.

Fizika ta‘limiga robototexnika elementlarini joriy etish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sensorlar, mikrokontrollerlar va avtomatlashtirilgan tizimlar yordamida fizik jarayonlarni modellashtirish o‘quvchilarning mavzuni chuqur anglashiga yordam beradi. Xususan, UNESCO hisobotlarida raqamli texnologiyalarni ta‘lim jarayoniga integratsiya qilish o‘quvchilarning funksional savodxonligini oshirishda muhim omil ekanligi qayd etilgan [5]. Bu esa mazkur yo‘nalishda kompleks metodik yondashuvni ishlab chiqish zaruratini belgilaydi.

Tadqiqotda umumta‘lim maktablarida fizika fanini o‘qitishda robototexnika elementlarini integratsiya qilish metodikasining samaradorligini aniqlashga qaratildi. Tadqiqot bir o‘quv yili davomida tashkil etilib, unda pedagogik eksperiment asosiy metod sifatida qo‘llanildi. Shuningdek, kuzatish, test sinovlari, taqqoslash hamda matematik-statistik tahlil usullaridan foydalanildi.

Umuman olganda, tajriba-sinov ishlari natijalari robototexnika elementlarini fizika ta‘limiga integratsiya qilish yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqladi. Ushbu yondashuv o‘quvchilarning bilimlarini chuqurroq o‘zlashtirishiga, ta‘lim jarayonining sifat jihatidan yaxshilanishiga hamda zamonaviy STEAM yondashuvini amalda joriy etishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 29-apreldagi PF-5712-son Farmoni “O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta‘limi tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”. – Toshkent, 2019.
2. Papert S. Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas. – New York: Basic Books, 1980.
3. Resnick M. Lifelong Kindergarten: Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers, and Play. – Cambridge: MIT Press, 2017.
4. National Research Council. STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research. – Washington, DC: National Academies Press, 2014.
5. UNESCO. Digital Technologies in Education. – Paris: UNESCO Publishing, 2019.

TABIIY INTELLEKTLAR O‘RTASIDA TA’LIMNI TASHKIL ETISHDA SUN’IY INTELLEKTNING O‘RNI

Boymirov Sherzod Tuxtayevich

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti dotsenti, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori

Bugungi raqamli asrda talabalar sonining ko‘payishi va o‘qituvchilarning ish yukining ortishi har bir talabaga individual yondashish imkoniyatini cheklamoqda. An‘anaviy pedagogik muloqot asosan sun‘iy intellektnda amalga oshiriladi, biroq talabalar darsdan tashqari vaqtda (kechki payt, dam olish kunlari) yordam olishda qiyinchiliklarga duch keladi. Sun‘iy intellekt xususan ChatGPT, Gemini kabi katta til modellari (LLM) 24/7 rejimida talabalar savollariga javob berish, ularning bilim darajasun‘iy intellektga mos tushuntirishlar taqdim etish va o‘qituvchiga hisobot berish imkoniyatini yaratdi. Ushbu tezis sun‘iy intellekt yordamida o‘qituvchi va talaba o‘rtada sun‘iy intellekt orqali aloqani samarali, pedagogik asoslangan va insonparvar tarzda tashkil etish masalaga bag‘ishlangan.

Pedagogik o‘zaro aloqa - o‘qituvchi va talaba o‘rtadagi bilim, tajriba va ko‘nikmalar almashinuvining ikki tomonlama jarayonidir. Pedagogikada to‘rt asosiy o‘zaro aloqa modeli mavjud:

Model	Tavsifi	Sun‘iy intellektning roli
Transfer-model	O‘qituvchi faol, talaba passiv	Tezkor javob berish
Interaktiv model	Savol-javob, munozara	Real vaqtda dialog
Shaxsiylashtirilgan model	Talaba ehtiyojlariga mos yondashuv	Bilim bo‘shliqlarini aniqlash
Transformatsion model	Talabani mustaqil fikrlashga undash	Muammoli vaziyatlar yaratish

Sun‘iy intellekt ayniqsa interaktiv va shaxsun‘iy intellektlashtirilgan modellarda yuqori samara beradi.

Intellektual repetitorlik tizimlari - Cognitive Tutor, ALEKS kabi tizimlar talaba xatolarini tahlil qilib, o‘qituvchiga hisobot ma‘lumotlarini yuboradi.

Adaptiv fikr-mulohaza generatorlari bu sun‘iy intellekt xatolarni ko‘rib chiqish va tuzatishi, takliflar erish va rag‘batlantirish beradi. Bu esa o‘qituvchi vaqtini 50-70% tejaydi.

3. Samarali aloqani tashkil etish algoritmi

1. Boshlang‘ich testlar talabalarga beriladi, sun‘iy intellekt profil yaratadi va o‘qituvchi strategiyani belgilaydi.

2. Talaba istalgan vaqtda chatbotga savol beradi va ushbu muloqotlar o‘qituvchi panelida saqlanadi.

3. Talabalar tabiiy intellektda haftada 1-2 marta jonli muloqot.

4. Sun‘iy intellekt talabalar haqida baholash hisobotini beradi, bahoni faqat o‘qituvchi qo‘yadi.

ADABIYOTLAR

1. VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. Educational Psychologist, 46(4), 197-221.

2. Mollick, E. R., & Mollick, L. (2023). Usun'iy intellektng AI to implement effective teaching strategies in classrooms. Wharton School.
3. Holmes, W. et al. (2019). Artificial intelligence in education. Center for Curriculum Redesign'iy intellektgn.

DETERMINANTNI LAPLAS TEOREMASI YORDAMIDA HISOBLASH

Eshtemirov Eshtemir, Abdurashidov Nuriddin, Tog‘ayev Turdimurod, O‘rozova Gulnora

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

1.1-teorema .(Laplas teoremasi). Determinantning tanlab olingan k ta ($1 \leq k \leq n - 1$) satri bo‘yicha barcha k – tartibli minorlarning o‘z algebraik to‘ldiruvchilariga ko‘paytmalari yig‘indisi determinantning qiymatiga teng.

Isbot. Teoremaning shartig asosan biz

$$|A| = M_1A_1 + M_2A_2 + \dots + M_nA_n \quad (2)$$

Yoyilmaning to‘g‘ri ekanligini ko‘rsatishimiz kerak . Bu yerda M_i lar tanlab olingan $i_1, i_2, \dots, i_k$ satrlar bo‘yicha olingan barcha minorlar va A_i lar minorlarga mos keluvchi algebraik to‘ldiruvchilardir. Yuqoridagi lemmaga asosan

$M_iA_i, i = \overline{1, n}$ ko‘paytmalarning har bir hadi determinantning hadi bo‘lib , ular bir xil ishorali bo‘ladi.

Aytaylik,

$$a_{1,\alpha_1} \cdot a_{2,\alpha_2} \cdot \dots \cdot a_{n,\alpha_n}$$

determinantning ixtiyoriy hadi bo‘lsin. Bu ko‘paytmadan tanlab olingan $i_1, i_2, \dots, i_k$ satrlariga tegishli bo‘lgan elementlarning ko‘paytmasini olamiz.

$$a_{i_1,\alpha_{i_1}} \cdot a_{i_2,\alpha_{i_2}} \cdot \dots \cdot a_{i_k,\alpha_{i_k}}$$

Bu ko‘paytma $i_1, i_2, \dots, i_k$ satrlar va $\alpha_{i_1}, \alpha_{i_2}, \dots, \alpha_{i_k}$ ustunlarining kesishmasida turuvchi k –tartibli M minorning umumiy hadi bo‘lib olinmay qolgan ko‘paytuvchilar $(n - k)$ –tartibli $\overline{M}$ to‘ldiruvchi minorning umumiy hadi bo‘ladi.

Shunday qilib , determinantning har qanday hadi tanlab olingan satrlar bo‘yicha M minor bilan to‘ldiruvchi $\overline{M}$ minorning tarkibiga kiradi . Determinantda bo‘lgan hadni hosil qilish uchun esa, to‘ldiruvchi minorni algebraik to‘ldiruvchi bilan almashtirish kifoya.

Endi biz (2) tenglikning o‘ng tomonidagi hadlar soni chap tomonidagi hadlar soniga teng ekanligini ko‘rsatamiz. Bizga ma’lumki , M_i minorda $k!$ ta hadi bo‘lib , A_i algebraik to‘ldiruvchida esa $(n - k)!$ ta had mavjud . Demak, M_iA_i ko‘paytmada $k! (n - k)!$ ta had ishtirok etadi. Ma’lumki tanlab olingan k ta satrda hosil qilinadigan barcha k –tartibli minorlar soni n ta sonidan k ta sonni tanlab olishlar soniga, ya’ni C_n^k ga teng. Demak, o‘ng tomondagi barcha hadlar soni

$$C_n^k \cdot k! \cdot (n - k) = \frac{n!}{k!(n-k)!} \cdot k! \cdot (n - k)! = n!$$

ga teng bu esa chap tomondagi hadlar soni bilan o‘ng tomondagi hadlar soni teng ekanligini bildiradi.

Chunki, n –tartibli determinantning $n!$ ta hadi mavjud. Demak, biz determinantning barcha hadi o‘ng tomonda ham aynan bir marotaba ishtirok etishini ko‘rsatdik.

Misol.1. Ushbu 4-tartibli tartibli determinantni 2ta satrini tanlab olib Laplas teoremasidan foydalanib hisoblaymiz.

$$\Delta = \begin{vmatrix} -1 & 0 & 2 & 0 \\ 4 & 5 & -2 & 3 \\ 1 & 0 & 3 & 0 \\ -4 & 2 & 1 & -5 \end{vmatrix} \quad i_1 = 1 \quad i_2 = 3, k = 2, \quad C_4^2 = \frac{4!}{2!(4-2)!} = 6.$$

$$d = M_{1,3}^{1,2}A_{1,3}^{1,2} + M_{1,3}^{1,3}A_{1,3}^{1,3} + M_{1,3}^{1,4}A_{1,3}^{1,4} + M_{1,3}^{2,3}A_{1,3}^{2,3} + M_{1,3}^{2,4}A_{1,3}^{2,4} + M_{1,3}^{3,4}A_{1,3}^{3,4} =$$

$$= (-1)^{1+3+1+2} \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} -2 & 3 \\ 1 & -5 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3+1+3} \begin{vmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 5 & 3 \\ 2 & -5 \end{vmatrix} +$$

$$+(-1)^{1+3+1+4} \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 1 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 5 & -2 \\ 2 & 1 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3+2+3} \begin{vmatrix} 0 & 2 \\ 0 & 3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 4 & 3 \\ -4 & -5 \end{vmatrix} +$$

$$(-1)^{1+3+2+4} \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 4 & -2 \\ -4 & 1 \end{vmatrix} + (-1)^{1+3+2+4} \begin{vmatrix} 2 & 0 \\ 3 & 0 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 4 & 5 \\ -4 & 2 \end{vmatrix} = (-1)^8 \begin{vmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 3 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 5 & 3 \\ 2 & -5 \end{vmatrix} = (-3 -$$

$$2) \cdot (-25 - 6) = (-5) \cdot (-31) = 155$$

ADABIYOTLAR

1. Sh.A.Ayupov, B.A.Omirov, A.X.Xudoyberdiyev, F.H.Haydarov. Algebra va sonlar nazariyasi. Toshkent-2019 (62-67).
2. R.N. Nazarov, B.T. Toshpo‘latov, A.D. Do‘sumbetov. Algebra va sonlar nazariyasi. I qism. Toshkent-1993.(216-219).
3. Allakov. Sonlar nazariyasidan misol va masalalar. (o‘quv qo‘llanma), T. Inovatsion rivojlanish nashriyot matbaa uyi. 2020.348b.

IKKI KARRALI INTEGRALNING MEXANIKAVIY VA FIZIKAVIY TADBIQI

T.S. Oripov, O.G‘. Abdiraimov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Biz bu maqolada ayrim mexanikaviy va fizikaviy masalalar bilan tanishib, ularning echimini aniqlashda ikki karrali integralni tadbqiqini bilan tanishamiz.

1. Tekis(yassi) figuralar massasi. Aytaylik (P)-tekis figurasi $\rho(N)=\rho(x,y)$ zichligi bilan berilgan bo‘lsin. Shu bilan bir qatorda $\rho(x,y)$ funksiyasi berilgan sohada uzluksiz funksiya bo‘lsin. (P) figuraning massasini m bilan belgilaymiz. Bu figurani egri chiziqda n ta $(P_1), (P_2), \dots, P_n$ bo‘laklarga ajratamiz. Uholda bu bo‘lakchalarning yuzi $\Delta P_1, \Delta P_2, \dots, \Delta P_n$, bo‘lib ularning $m_1, m_2, \dots, m_n$ bu bo‘lakchalarning massasini ifodalasin. (P_i) bo‘lakchalarning har birida (ξ_i, η_i) nuqtasini tanlab, ularda $\rho(\xi_i, \eta_i)$ zichlikni isoblaymiz. Agar bo‘laklarni qanchalik kichraytirib borsak, u holda P_i figurani m_i massasi taxminan $\rho(\xi_i, \eta_i)\Delta P_i$ ga teng bo‘lishi mumkin. P soxasining $m=\sum_{i=1}^n m_i$ massasi $m=\sum_{i=1}^n \rho(\xi_i, \eta_i)\Delta P_i$ (1) ga teng bo‘ladi. Agar P sohani kichraytirib borish natijasida P_i bo‘lakchalarga eng katta diametirini $\Delta P_i = \lambda \rightarrow 0$ bilan belgilasak (1) tenglikdan olingan limit quyidagicha bo‘ladi. $m=\lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n \rho(\xi_i, \eta_i)\Delta P_i = \iint \rho(x,y)dP = \iint \rho(x,y)dxdy$

Agar figurani massasi qanchalik kengaytirilsa ham $\rho(x,y)$ zichlik doimiy o‘zgarmasligi saqlanadi.

2. Statik momentlar. Massasi m bolan biror moddiy nuqtaning Oxy tekisligida Ox o‘qiga nisbatan massasi deb my ko‘paytmaga aytiladi. Aar uni $T_x = my$ (2) korinisida ifodalasak uolda, y moddiy nuqtani ordinatasini ifodalaydi.

Tarif: Agar moddiy nuqtalarning sistemasi berilgan bo‘lsa, u holda sistemaning statik momentini koordinatalar o‘qiga nisbatan sistemaning moddiy nuqtalari statik momentlari yig‘indisi bilan hisoblanadi. Agar oxy tekisligida σ material bo‘lak berilgan bo‘lsa, ixtiyoriy nuqtadagi zichlik $\rho=\rho(x,y)$ bo‘lib σ sohasini $\Delta \sigma_i$ bo‘lakchalarga ajratsak bu bo‘lakchalarni har birida $N_i(x_i, y_i)$ tanlangan nuqta bo‘ladi. Tanlangan nuqtalardagi zichlik taxminan doimiy bo‘lib bo‘lakchani massasi taxminan $\Delta m \approx \rho(N_i)\Delta \sigma_i$ hosil qilamiz. Bu nuqtaning statik momenti koordinatalar o‘qiga nisbatan Ω bo‘lakchalarni T_x va T_y statik momentini taqribiy qiymati quyidagicha bo‘ladi.

σ – to‘la bo‘lakchalar static momenti barcha $\Delta \sigma_i$ – bo‘lakchalar statik momentining yig‘indisiga tengdir.

$$T_x = \sum_{i=1}^n y_i \rho(x_i, y_i) \Delta \sigma_i$$

$$T_y = \sum_{i=1}^n x_i \rho(x_i, y_i) \Delta \sigma_i$$

Agar bo‘lakchalar diametric qanchalik m kichrayib borish natijasida ya’ni $n \rightarrow \infty$, $\lambda \rightarrow 0$ statik momentning ortirmalari qiymati quyidagicha bo‘ladi.

$$T_x = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n y_i \rho(x_i, y_i) \Delta \sigma_i = \iint_{(\sigma)} y \rho(x,y) dxdy$$

$$T_y = \lim_{\lambda \rightarrow 0} \sum_{i=1}^n x_i \rho(x_i, y_i) \Delta \sigma_i = \iint_{(\sigma)} x \rho(x,y) dxdy$$

Xususiyl holatlarda statik moment quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi.

$$T_x = \rho_o \iint_{(\sigma)} y \, dx dy \quad va \quad T_y = \rho_o \iint_{(\sigma)} x \, dx dy$$

3. Og'irlik Markazi. Mexanikadan bizga ma'lumki, biror lahzaning og'irlik markazi (ξ , η) nuqtaning koordinatalariga aytiladi. Agar $\xi = \frac{T_y}{m}$, $\eta = \frac{T_x}{m}$ (3) koordinatalarga ega bo'lsa, bu yerda m-massa, T_x va T_y static momentlardir.

T_x va T_y ni qiymatini (3)-formulaga o'tkazib og'irlik markazi koordinatalarini quyidagicha belgilaymiz.

$$J = \frac{\iint_{(\sigma)} x(x, y) \, dx dy}{\iint_{(\sigma)} \rho(x, y) \, dx dy} \quad ; \quad \eta = \frac{\iint_{(\sigma)} y(x, y) \, dx dy}{\iint_{(\sigma)} \rho(x, y) \, dx dy}$$

Zichlik holatining doimiyligi quyidagicha formulaga egadir.

$$J = \frac{\iint_{(\sigma)} x \, dx dy}{\sigma} \quad ; \quad \eta = \frac{\iint_{(\sigma)} y \, dx dy}{\sigma}$$

Masalalar:

M1. Agar bir jinsli bo'lakchalarni statik momentini, zichligi $\rho_o = 1$ bo'lgan $y = x^2$, $x + y = 2$, $y = 0$ chiziqlari bilan chegaralangan bo'lganda hisoblaymiz. Buning uchun statik moment formulasidan foydalanamiz.

$$T_x = \rho_o \iint_{(\sigma)} y \, dx dy = \int_0^1 y \, dy \int_{\sqrt{y}}^{2-y} dx = \int_0^1 y(2-y-\sqrt{y}) \, dy = \left(y^3 - \frac{y^3}{3} - \frac{2y}{5} \right) \Big|_0^1 = 1 - \frac{1}{3} - \frac{2}{5} = \frac{4}{15}$$

$$T_y = \rho_o \iint_{(\sigma)} x \, dx dy = \int_0^1 dy \int_{\sqrt{y}}^{2-y} x \, dx = \int_0^1 \left(\frac{x^2}{2} \Big|_{\sqrt{y}}^{2-y} \right) dy = \frac{1}{2} \int_0^1 (4 - 4y - y^2 - y) \, dy = \frac{1}{2} \left(4y - \frac{5}{2}y^2 + \frac{y^3}{3} \right) \Big|_0^1 = \frac{1}{2} \left(4 - \frac{5}{2} + \frac{1}{3} \right) = \frac{11}{12}$$

$$T_x = \frac{4}{15} \quad ; \quad T_y = \frac{11}{12}$$

M2. Aylanasi tenglamasi $x^2 + y^2 = R^2$ bo'lgan doiraning massasi $\forall$ nuqtadagi zichlik shu nuqta bilan doira konturi orasidagi masofaga teng bo'lgan massani hisoblang.

OM=R-radiusga $\forall N(x, y)$ nuqtani olib $ON = \sqrt{x^2 + y^2}$; $NM = R - \sqrt{x^2 + y^2}$ tenglikni hosil qilamiz.

Masalani shartiga $\rho(x, y) = R - \sqrt{x^2 + y^2}$

$$m = \iint_{(p)} \rho(x, y) \, dx dy = \iint_{(p)} (R - \sqrt{x^2 + y^2}) \, dx dy$$

Qutb koordinatalari sistemasini qo'llab $\rho(x, y) = \rho(\varphi, r)$. $x = r \cos \varphi$, $y = r \sin \varphi$, $0 \leq \varphi \leq 2\pi$, $x^2 + y^2 = r^2$, $0 \leq r \leq R$

$$m = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^R (R - r) r \, dr = \int_0^{2\pi} \left(\frac{Rr^2}{2} - \frac{r^3}{3} \right) d\varphi = \frac{R^3}{6} 2\pi = \frac{R^3}{3} \pi$$

$$m = \pi \frac{R^3}{3}$$

M3. $y^2 = ax^3 - x^4$ berk egri chiziq bilan chegaralangan tekislikni og'irlik markazi topilsin.

1. Egri chiziqni grafigini chizamiz.

a) y-juft darajada berilgan. Shuning uchun bu egri chiziq OX-o'qiga nisbatan simmetirik bo'ladi.

b) $ax^3 - x^4 \leq 0$ tengsizlikdan ($a > 0$) x ni muvofiq bo'lgan nuqtalarini topamiz.

$x^3(a-x) \geq 0$, $x \geq 0$, $x \leq a$, $0 \leq x \leq a$ bo'ladi.

d) Koordinatalar o'qi bilan kesishish nuqtalarini aniqlaymiz.

$y=0$, $ax^3 - x^4=0$, $x=0$, $x=a$, $y=0$, O(0,0) va A(a,0)

e) Monoton intervallarni aniqlaymiz.

$$y = \sqrt{ax^3 - x^4} \quad 2yy' = 3ax^2 - 4x^3, \quad y' = \frac{3ax^2 - 4x^3}{2y} = \frac{x^2(3a - 4x)}{2\sqrt{ax^3 - x^4}}$$

$$y' = \frac{(3a - 4x)\sqrt{x}}{2\sqrt{a - x}}, \quad y' \geq 0, x' \geq 0 \text{ va } 3a - 4x \geq 0, 0 < x < \frac{3a}{4}, y' > 0.$$

Bu intervalda berilgan funksiya o'suvchi bo'lib, $x > \frac{3a}{4}$, $y' < 0$ da berilgan funksiya kamayuvchi hisoblanadi.

$x = \frac{3a}{4}$ da berilgan funksiya maksimum qiymatga ega;

$$Y_{\max} = \sqrt{a\left(\frac{3a}{4}\right)^3} - \frac{3a^4}{4^4} = \frac{3a^2}{16} \sqrt{3};$$

Berilgan funksiyaning maksimum bo'ladi. $x=a$ bo'lganda $y=\infty$ bo'lib $x=a$ nuqtasida egri chiziqli o'rinma OX o'qi bilan perpendikulyarni tashkil etadi. Endi og'irlik markazining koordinatlarini topamiz. (ξ, η) nuqtasi og'irlik markazi bo'lib uning koordinatlarini quyidagi formulalar orqali topamiz. Egri chiziqli OX o'qiga simmetirik bo'lgani uchun, $\eta=0$ bo'ladi. Formula orqali ξ ni quyidagi formula orqali hisoblaymiz. $\eta = \frac{\iint_D y r(x,y) dx dy}{\iint_D \rho(x,y) dx dy}$; $\xi = \frac{T_y}{m} = \frac{\iint_{\sigma} x \sigma(x,y) dx dy}{\iint_{\sigma} \rho(x,y) dx dy}$ formuladagi zichlik doimiy bo'lganda $\xi = \frac{\iint_{\sigma} x dx dy}{\sigma}$; $\eta = \frac{\iint_{\sigma} y dx dy}{\sigma}$ ko'rinishida bo'ladi.

$$\xi = \frac{\iint_{\sigma} x dx dy}{\sigma} = \frac{\int_0^a x dx \int_{-\sqrt{ax^3-x^4}}^{\sqrt{ax^3-x^4}} dy}{2 \int_0^a dx \int_0^{\sqrt{ax^3-x^4}} dy};$$

$$1) \quad \int_0^a x dx \int_{-\sqrt{ax^3-x^4}}^{\sqrt{ax^3-x^4}} dy = \int_0^a (\sqrt{ax^3-x^4} + \sqrt{ax^3-x^4}) x dx = 2 \int_0^a x^2 \sqrt{ax-x^2} dx$$

$$2) \quad \xi = \frac{\int_0^a x^2 \sqrt{ax-x^2} dx}{\int_0^a x \sqrt{ax-x^2} dx}; \text{ Endi bunda biz belgilashlar kiritib olamiz.}$$

$x = a \sin^2 \alpha$ deb belgilab ξ koordinatani hisoblaymiz. $dx = 2a \sin \alpha \cos \alpha$

$a^2 \sin^4 \alpha \sin \alpha \cos \alpha 2a \sin \alpha \cos \alpha dx$ ga teng bo'ladi soddalashtirsak. Biz buni yanada soddalashtiramiz, quyidagi natijaga erishamiz:

$a^2 \sin^2 \alpha \sin \alpha \cos \alpha 2a \sin \alpha \cos \alpha dx$ endi bizni misolimizni eng oddiy soddalashgan ko'rinishini yozamiz:

$$\frac{a \left(\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^6 \alpha d\alpha - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^8 \alpha d\alpha \right)}{\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^4 \alpha d\alpha - \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^6 \alpha d\alpha} \text{ endi bizni bu misolimizni javobi quyidagicha bo'ladi. Javob: } \frac{11\pi}{415} \text{ bo'ladi.}$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Будак Б.М. Фомин С.В. Каткие интегралы и ряды. “Наука”, 1965г.
2. Гурса Э. Курс математического анализа. “Объединенное научно – техническое издательство” НКТПС. СССР 1936г.
3. Фихтенгольц Г.М. Основы математического анализа т.2 “Наука”, Москва 1968г.
4. Рузметов Э.Р. Краткий курс математического анализа ч.1,2. 1988г.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

Аминжан Мавлянов, Ж.С.Абдуллаев

Филиал Астраханского государственного технического университета
в Ташкентской области

Ферганского государственного технического университет

Современное образование переживает активную трансформацию под влиянием цифровых и информационных технологий. В условиях стремительного развития науки и техники преподавание физики требует новых подходов, способных не только передавать знания, но и формировать у студентов практические навыки, креативное и критическое мышление. Инновационные технологии становятся важным инструментом, позволяющим сделать обучение более наглядным, увлекательным и эффективным. За счёт использования интерактивных форм, цифровых платформ и мультимедийных средств учащиеся получают возможность глубже понять физические явления и процессы, что способствует формированию устойчивого интереса к предмету и развитию исследовательской активности.

1. Цифровые образовательные ресурсы

Одним из наиболее распространённых направлений инновационного обучения является использование цифровых образовательных ресурсов (ЦОР) [1]. К ним относятся:

- электронные учебники и пособия;
- образовательные платформы (например, «Физика на Фоксфорде», «Яндекс Учебник», Stepik, Coursera);
- онлайн-лаборатории и симуляторы физических процессов.

ЦОР позволяют учащимся самостоятельно изучать материал в удобном темпе, повторять и закреплять пройденное, проводить виртуальные эксперименты. Особенно актуальны такие ресурсы в условиях дистанционного или смешанного обучения.

2. Интерактивные методы и технологии

Интерактивное обучение предполагает активное вовлечение обучающихся в учебный процесс. К таким технологиям относятся:

- clickers и онлайн-опросы (Mentimeter, Kahoot);
 - интерактивные доски и панели;
 - мобильные приложения для решения задач по физике;
- геймификация - превращение обучения в игру с элементами соревнования, уровней, баллов и наград.

Эти методы способствуют формированию устойчивого интереса к предмету, развитию логического мышления, улучшению понимания сложных физических понятий.

3. Виртуальная и дополненная реальность

Технологии виртуальной (VR) и дополненной реальности (AR) открывают новые горизонты в преподавании физики [2]. С их помощью можно:

- «посетить» атом или солнечную систему;
- наблюдать за недоступными в реальности явлениями (например, черными дырами);
- выполнять лабораторные опыты в безопасной виртуальной среде.

Примеры платформ: Labster, Google Expeditions, PhET Interactive Simulations (University of Colorado Boulder). Использование VR и AR позволяет значительно повысить визуализацию материала и сделать обучение более увлекательным.

4. STEM-подход в обучении физике

STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) - это междисциплинарный подход,

объединяющий науку, технологии, инженерию и математику. В рамках STEM-обучения физика становится неотъемлемой частью комплексных проектов:

- конструирование роботов;
- моделирование технических устройств;
- исследования в области альтернативной энергетики и экологии.

Такой подход способствует формированию у студентов практических навыков, командной работы и проектной деятельности, а также подготавливает их к будущей профессиональной деятельности.

5. Облачные технологии и обучение в сети

Облачные платформы, такие как Google Classroom, Microsoft Teams, Moodle, позволяют организовать:

- онлайн-обмен материалами;
- проведение тестов и проверочных работ;
- командную работу над проектами.

Физика как экспериментальная наука требует фиксации данных и работы с графиками, таблицами, отчетами - всё это удобно реализуется в облачных сервисах.

6. Проблемы и перспективы внедрения инноваций

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение инновационных технологий сопряжено с рядом трудностей [3]:

- недостаточная техническая оснащённость вузов;
- отсутствие подготовки у части преподавателей;
- низкая мотивация к изменениям.

Однако при грамотной методической поддержке и развитии цифровой инфраструктуры эти барьеры могут быть преодолены. Важную роль в успешной интеграции инновационных технологий в преподавание физики играют курсы повышения квалификации для педагогов, регулярный обмен профессиональным опытом, а также участие в сообществах практиков и педагогических форумах. Именно через такие формы взаимодействия преподаватели получают не только технические знания, но и методическую поддержку, мотивацию к профессиональному росту и уверенность в использовании новых подходов.

Заключение

Инновационные технологии становятся важнейшим компонентом современного преподавания физики. Их использование позволяет не только повысить качество образования, но и формирует у студентов устойчивый интерес к науке, навыки 21 века, такие как критическое мышление, умение решать проблемы и работать в команде.

Будущее образования - за интеграцией цифровых и интерактивных инструментов в каждодневную практику преподавания. Особенно важна активная роль педагога, который не только применяет технологии, но и направляет, мотивирует и вдохновляет студентов.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бондарь И. И. Использование цифровых образовательных ресурсов в обучении физике // Физика в школе. -2021. -№2.
2. Суханов В. П. Виртуальная реальность в образовании: возможности и перспективы // Образовательные технологии. -2020.
3. Черникова Н. М. Интерактивные методы обучения: теория и практика. -М.: Просвещение, - 2019.

МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА «ОПТИКА» В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А.В. Цой

Национальный педагогический университет Узбекистана имени Низами, 100185 Ташкент,
Узбекистан

Современные тенденции цифровизации среднего образования обуславливают необходимость пересмотра традиционных методов преподавания физики в средней школе. Особую значимость это приобретает применительно к разделу «Геометрическая оптика», традиционно вызывающему затруднения у учащихся ввиду абстрактности понятий и необходимости развитого пространственного воображения [1]. В этом контексте искусственный интеллект (ИИ) открывает принципиально новые возможности для решения данной проблемы через интерактивную визуализацию явлений, персонализированную поддержку и геймификацию учебного процесса [2].

Цель данной работы — предложить методику изложения темы «Законы отражения и преломления света» с использованием авторского интерактивного приложения, включающего симулятор, мини-игру и GPT-ассистента, а также результаты её экспериментальной апробации в условиях средней общеобразовательной школы.

Разработанная методика строится на трёх взаимосвязанных уроках и предполагает органичную интеграцию ИИ-инструментов на каждом этапе учебного занятия. На этапе изучения нового материала применяется физически корректный интерактивный симулятор, позволяющий учащимся самостоятельно управлять параметрами световых лучей и наблюдать результат в реальном времени. Данный приём реализует индуктивный подход к изучению законов отражения и преломления: учащиеся самостоятельно «открывают» закономерность через наблюдение, что соответствует принципу активного обучения и обеспечивает более глубокое концептуальное понимание по сравнению с традиционным объяснением готового правила [3].

На этапе первичного закрепления используется мини-игра, в которой учащийся управляет лучом лазера, направляя его к цели с помощью зеркал и преломляющих поверхностей. Уровни игры выстроены по принципу нарастающей сложности: от одиночного отражения до комбинированного применения законов отражения и преломления. Игровой контекст обеспечивает устойчивую внутреннюю мотивацию учащихся, что согласуется с положениями теории самодетерминации [4].

На этапе самостоятельной работы и при выполнении домашних заданий учащиеся имеют доступ к GPT-ассистенту, выступающему в роли интеллектуального тьютора. Ассистент настроен на режим пошагового сопровождения решения задач: он не предоставляет готовый ответ, но задаёт направляющие вопросы, помогая учащемуся самостоятельно пройти все этапы решения. Такой режим работы формирует устойчивый навык решения задач, исключая пассивное копирование готового ответа [2]. По итогам каждого урока адаптивная система тестирования автоматически формирует дифференцированное домашнее задание с учётом индивидуального уровня усвоения материала.

Педагогический эксперимент проводился в средней общеобразовательной школе. В эксперименте участвовали учащиеся двух параллельных 9-х классов: экспериментальная группа

(ЭГ, $n = 28$) обучалась по разработанной методике с применением ИИ-инструментов, контрольная группа (КГ, $n = 27$) — по традиционной методике. Исходная сопоставимость групп была подтверждена входным тестированием (средние баллы 5,4 и 5,3 из 15 соответственно).

По результатам итогового тестирования средний балл в ЭГ составил 11,6 из 15 возможных, тогда как в КГ — 9,1 балла. Относительный прирост знаний в ЭГ (115 %) более чем в полтора раза превысил аналогичный показатель КГ (72 %). Доля успевающих учащихся в ЭГ достигла 75 % против 48 % в КГ; доля неуспевающих в ЭГ сократилась до 4 % против 19 % в КГ. Наибольший эффект методики проявился на среднем уровне сложности заданий, требующем подлинного концептуального понимания оптических явлений, а не простого воспроизведения формулировок.

Анкетирование учащихся ЭГ показало высокий уровень субъективной удовлетворённости применёнными инструментами: средние оценки по всем параметрам составили от 4,2 до 4,9 балла по пятибалльной шкале. Особенно высоко учащиеся оценили мини-игру как средство мотивации (4,8 балла) и выразили желание продолжить работу с подобными инструментами при изучении других тем физики (4,9 балла).

Таким образом, разработанная методика преподавания темы «Законы отражения и преломления света» с использованием искусственного интеллекта показала статистически значимую эффективность в сравнении с традиционным обучением. Интеграция интерактивного симулятора, мини-игры и GPT-ассистента обеспечивает повышение как когнитивных результатов (уровень усвоения материала), так и мотивационных показателей (интерес и вовлечённость учащихся). Полученные результаты открывают перспективы для применения данного подхода и на другие разделы школьного курса физики [1].

ЛИТЕРАТУРЫ

5. Хасанов, А.Х. Оптика в школьном курсе физики: методические рекомендации для учителей / А.Х. Хасанов. – Ташкент: Ўқитувчи, 2019. – 128 с.
6. Holmes, W. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning / W. Holmes, M. Bialik, C. Fadel. – Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. – 179 p.
4. Wieman, C.E. Improving How Universities Teach Science / C.E. Wieman. – Cambridge: Harvard University Press, 2017. – 248 p.
5. Deci, E.L. Self-determination theory: A macrotheory of human motivation, development, and health / E.L. Deci, R.M. Ryan // Canadian Psychology. – 2008. – Vol. 49, № 3. – P. 182–185.

QATTIQ JISM FIZIKASIDA YARIMO‘TKAZGICHLARNING ELEKTR O‘TKAZUVCHANLIGINI VIZUAL MODELLASHTIRISH METODIKASI

Shahlo Zamonova, Rozifa Raxmatullayeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy elektronika va mikrotizimlar texnikasining poydevori qattiq jism fizikasi, xususan yarimo‘tkazgichlar fizikasining fundamental qonuniyatlariga tayanadi. Oliy ta’lim muassasalarida fizika yo‘nalishi talabalari uchun ushbu fanni o‘zlashtirish mikrodunyodagi kvant jarayonlarining o‘ziga xos murakkabligi sababli ma’lum qiyinchiliklarni tug‘diradi. Yarimo‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi mexanizmlari, xususan, elektron va kovaklarning energetik zonalaridagi harakati, Fermi sathi pozitsiyasining o‘zgarishi kabi tushunchalar mavhum xarakterga ega bo‘lib, ularni an’anaviy ma’ruza usulida tushuntirish kutilgan samarani bermaydi. Shu sababli, dars jarayonida vizual modellash tirish metodikasini qo‘llash bugungi kun ta’limining ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi. Yarimo‘tkazgichlar elektr o‘tkazuvchanligini modellash tirishda energetik zonalar nazariyasi markaziy o‘rinni egallaydi. Kristall panjaradagi atomlarning davriy potensial maydonida elektronlarning harakati Shredinger tenglamasi va Kronig-Penni modeli asosida tushuntiriladi. Ushbu nazariyani vizuallashtirish orqali talabalarga valent zona, o‘tkazuvchanlik zonasi va taqiqlangan zona kengligining (E_g) modda xossasiga ta’sirini dinamik grafiklarda namoyish etish mumkin. Ayniqsa, harorat ortishi bilan elektronlarning valent zonadan o‘tkazuvchanlik zonasiga termik hayajonlanish natijasida o‘tishi va bu jarayonda kovaklarning hosil bo‘lishini animatsiyalar yordamida ko‘rsatish, talabalarda xususiy o‘tkazuvchanlik haqida aniq fizik tasavvur shakllantiradi.

O‘qitish metodikasida legirlash, ya’ni yarimo‘tkazgich strukturasiga donor va akseptor qo‘shimchalarini kiritish jarayonini modellash tirish alohida ilmiy ahamiyatga ega. Besh valentli (masalan, fosfor) yoki uch valentli (bor) elementlarning kremniy panjarasiga kirishi natijasida n-tip va p-tip o‘tkazuvchanlikning shakllanishini 3D modellar yordamida tahlil qilish, talabalarga Fermi sathining (E_f) taqiqlangan zonadagi harakatini mantiqiy anglash imkonini beradi. Statistik fizika qonuniyatlariga ko‘ra, Fermi-Dirak taqsimoti asosida zaryad tashuvchilar konsentratsiyasining haroratga bog‘liqligini modellash tirish, yarimo‘tkazgichli asboblarning ishlash barqarorligini hisoblashda muhim didaktik vosita bo‘lib xizmat qiladi. Bundan tashqari, yarimo‘tkazgichlar fizikasining amaliy cho‘qqisi bo‘lgan p-n o‘tish (elektron-kovak o‘tishi) jarayonini modellash tirish metodikasi ko‘rib chiqiladi. Kontakt sohasida diffuziya va dreyf toklari natijasida hosil bo‘ladigan potensial to‘siq va hajmiy zaryadlar qatlamini vizual simulyatsiya qilish, talabalarga diod va tranzistorlarning volt-amper xarakteristikalarini (VAX) chuqur tahlil qilishga yordam beradi. Virtual laboratoriya muhitida (masalan, Proteus yoki PhET platformalarida) tashqi kuchlanishning p-n o‘tish kengligiga ta’sirini o‘rganish, nazariy bilimlarni real muhandislik amaliyoti bilan integratsiya qiladi. Bu esa o‘z navbatida mikrodunyodagi murakkab kinetik jarayonlarni makroskopik parametrlar orqali boshqarish ko‘nikmasini shakllantiradi.

Xulosa o‘rnida shuni ta’kidlash lozimki, qattiq jism fizikasida yarimo‘tkazgichlar elektr o‘tkazuvchanligini vizual modellash tirish orqali o‘qitish metodikasi ta’lim sifatini yangi bosqichga ko‘taradi. Mikroskopik kvant hodisalarini dinamik modellarda vizuallashtirish talabalarning fundamental fizik qonuniyatlar haqidagi dunyoqarashini kengaytiradi va ularda murakkab fizik tizimlarni algoritmlash mahoratini rivojlantiradi. Bunday yondashuv nazariyani amaliyot bilan uzviy bog‘lash orqali bo‘lajak mutaxassislarning ilmiy-tadqiqot faoliyatiga bo‘lgan qiziqishini oshiradi va yarimo‘tkazgichlar texnologiyasi sohasidagi bilimlarining mustahkam bo‘lishini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kittel Ch. Introduction to Solid State Physics. – 8th Edition, John Wiley & Sons, 2005.

2. Gulyamov G. Qattiq jism fizikasi. – Toshkent, 2010.
3. Ashkroft N., Mermin N. Solid State Physics. – 1976.
4. O‘lmasov A. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi. – Toshkent, 2021.
5. Safarov A. Fizika o‘qitishda innovatsion texnologiyalar. – T., 2022.

QATTIQ JISMLAR FIZIKASI KURSIDA YARIMO‘TKAZGICHLARNING ELEKTR VA OPTIK XOSSALARINI MODELLASHTIRISHNING ILMIY-METODIK ASOSLARI

Shahlo Zamonova, Kamola To‘rayeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Qattiq jism fizikasi fanining fundamental bo‘limi hisoblangan yarimo‘tkazgichlar fizikasini o‘qitishda zamonaviy modellashtirish usullaridan foydalanish tahlil qilinadi. Tadqiqotda p-n o‘tish jarayonlari, energetik zonalarining shakllanishi va legirlash jarayonlarining o‘tkazuvchanlikka ta’siri ilmiy-pedagogik nuqtai nazardan asoslab berilgan.

Æhususan yarimo‘tkazgichli materiallar texnologiyasi bilan bog‘liqdir. Oliy ta’lim muassasalarida ushbu kursni o‘qitish talabalardan mikroskopik darajadagi kvant jarayonlarini tahlil qilishni talab etadi. Yarimo‘tkazgichlarning elektr va optik xossalarini tushuntirishda an’anaviy metodlardan ko‘ra, dinamik modellashtirish usullarini qo‘llash dars samaradorligini oshirishning asosiy omili hisoblanadi.

Yarimo‘tkazgichlar fizikasining ilmiy-nazariy asoslarini modellashtirishda quyidagi fundamental yo‘nalishlar ustuvor hisoblanadi:

Energetik zonalar strukturasi: Kristall panjaradagi elektronlarning davriy potensial maydondagi harakati Kronig-Penni modeli orqali tushuntiriladi. Talabalarga valent zona, o‘tkazuvchanlik zonasi va taqiqlangan zona (E_g) tushunchalarini vizual modellashtirish orqali berish, moddaning dielektrik, metall yoki yarimo‘tkazgich ekanligini aniq tahlil qilish imkonini beradi

Legirlash va statistik tahlil: Yarimo‘tkazgichga donor va akseptor qo‘shimchalarini kiritish orqali Fermi sathi (E_f) holatining o‘zgarishini modellashtirish. Bu jarayonda elektron va kovaklar konsentratsiyasining haroratga (T) bog‘liqligini grafik usulda yoritish talabalarining materialshunoslikka oid bilimlarini mustahkamlaydi.

Generatsiya va rekombinatsiya jarayonlari: Yarimo‘tkazgichlarning optik xossalarini o‘rganishda fotonlar ta’sirida elektron-kovak juftliklarining hosil bo‘lishi (fotootkazuvchanlik) va ularning rekombinatsiyasini modellashtirish muhim ahamiyatga ega. Ushbu jarayonlarni kompyuter simulyatsiyalarida namoyish etish, yarimo‘tkazgichli asboblari (fotodiod, quyosh elementlari) ishlash prinsipini tushunishga xizmat qiladi.

Dars jarayonida modellashtirishni tashkil etishda "Muammoli ta’lim" va "Case-study" texnologiyalaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Masalan, talabaga ma’lum bir taqiqlangan zona kengligiga ega material beriladi va undan qanday turdagi datchik yasash mumkinligi haqida ilmiy topshiriq yuklanadi. Bu usul talabaning mustaqil ilmiy fikrlash doirasini kengaytiradi.

Virtual laboratoriya ishlarida *Proteus* yoki *Multisim* kabi dasturiy paketlardan foydalanish, p-n o‘tishdagi diffuziya va dreyf toklari, volt-ampere xarakteristikalarini (VAX) kabi murakkab tushunchalarni real vaqt rejimida tahlil qilishga imkon beradi.

Qattiq jism fizikasini o‘qitishda modellashtirish texnologiyalarini qo‘llash — talabalarining nazariy bilimlarini amaliyot (muhandislik) bilan bog‘lashning eng samarali yo‘lidir. Mikroskopik jarayonlarni vizuallashtirish orqali talabalarda fundamental fizik qonuniyatlar haqida yaxlit tasavvur shakllanadi va ularning kelgusidagi ilmiy-tadqiqot ishlariga tayyorgarlik darajasi oshadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kittel Ch. "Introduction to Solid State Physics". – 8th Edition, John Wiley & Sons, 2005.
2. Gulyamov G. "Qattiq jism fizikasi". – Toshkent, 2010.
3. Ashcroft N., Mermin N. "Solid State Physics". – 1976.
4. O‘lmasov A. "Yarimo‘tkazgichlar fizikasi". – Toshkent, 2021.
5. Safarov A. "Fizika o‘qitishda innovatsion texnologiyalar". – T., 2022

LOYIHAVIY FAOLIYATNI BOSHQARISHDA O‘QITUVCHINING FUNKSIONAL ROLI

Lola Meliyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy ta’lim tizimining asosiy vazifalaridan biri o‘quvchilarning mustaqil bilim olish, muammolarni ijodiy hal etish va jamoa bo‘lib ishlash ko‘nikmalarini shakllantirishdan iborat. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda loyiha asosidagi ta’lim eng samarali pedagogik texnologiyalardan biri sifatida tan olingan. Loyihaviy faoliyat o‘quvchilarning faol pozitsiyasini ta’minlab, ularni real hayotiy vaziyatlarda bilim va ko‘nikmalarni qo‘llashga undaydi. Biroq, loyiha asosidagi ta’limning samaradorligi ko‘p jihatdan o‘qituvchining bu jarayonni qanchalik professional boshqarishi bilan belgilanadi. O‘qituvchining loyihaviy faoliyatdagi roli an’anaviy dars jarayonidagi roldan tubdan farq qiladi: u bilim beruvchi emas, balki jarayonni tashkil etuvchi, yo‘naltiruvchi va qo‘llab-quvvatlovchi subyektga aylanadi. Tezisning maqsadi – loyihaviy faoliyatni boshqarishda o‘qituvchining funksional rolini nazariy jihatdan tahlil qilish, uning asosiy vazifalarini aniqlash va samarali amalga oshirish yo‘llarini ko‘rsatish.

Loyihaviy faoliyatni boshqarishda o‘qituvchi bir vaqtning o‘zida bir nechta funksiyalarni bajarishi kerak. Adabiyotlar tahlili va nazariy umumlashtirishlar asosida quyidagi beshta asosiy funksiya aniqlangan:

Birinchi funksiya – tashkiliy-pedagogik. U loyiha jarayonini rejalashtirish, bosqichlarini belgilash va umumiy yo‘nalishni aniqlash bilan bog‘liq. O‘qituvchi loyiha mavzusini tanlashda o‘quvchilarga yordam beradi, maqsad va vazifalarni aniqlashtiradi, ish muddatlarini belgilaydi, zarur resurslarni ta’minlaydi. Shuningdek, loyiha guruhlarini shakllantirish, har bir a’zoning rolini belgilash va ularning o‘zaro hamkorligini ta’minlash ham ushbu funksiya doirasiga kiradi. O‘qituvchi o‘quvchilarning yoshi, qiziqishlari va bilim darajasiga mos loyiha turini tanlashga ko‘maklashishi muhim.

Ikkinchi funksiya – maslahatchilik. U loyihaviy faoliyatning barcha bosqichlarida amalga oshiriladi. O‘qituvchi-maslahatchi o‘quvchilarga to‘g‘ridan-to‘g‘ri javob berish o‘rniga, ularni mustaqil izlanishga yo‘naltiradi, savol berishni o‘rgatadi va muammoni turli tomonlama tahlil qilishga undaydi. Maslahatchilik faoliyatida o‘qituvchi o‘quvchilarning savollarga javob izlashda qo‘llanishi mumkin bo‘lgan strategiyalarni ko‘rsatadi, ma’lumot manbalarini tanlashda yordam beradi va tadqiqot usullarini tanlashda maslahat qiladi. Bu funksiya o‘qituvchidan yuksak pedagogik mahorat va sabr-toqatni talab qiladi.

Uchinchi funksiya – koordinatsiya. U loyiha jarayonini monitoring qilish, guruh a’zolari o‘rtasidagi muloqotni tartibga solish va loyiha rejasiga rioya etilishini nazorat qilishni o‘z ichiga oladi. O‘qituvchi-koordinator loyiha ishlari grafisini kuzatib boradi, har bir bosqichning o‘z vaqtida bajarilishini ta’minlaydi, zarur bo‘lganda rejaga o‘zgartirishlar kiritadi. Bu funksiya, ayniqsa, murakkab, ko‘p bosqichli loyihalarda muhim ahamiyat kasb etadi. Koordinatsiya jarayonida o‘qituvchi guruh ichidagi nizolarni hal qilishga yordam beradi va o‘quvchilarning o‘zaro hamkorligini mustahkamlaydi.

To‘rtinchi funksiya – motivatsion. U o‘quvchilarning loyihaga qiziqishini oshirish, ularning faolligini rag‘batlantirish va qiyinchiliklarga duch kelganda qo‘llab-quvvatlash bilan bog‘liq. O‘qituvchi loyiha jarayonida o‘quvchilarning yutuqlarini e’tirof etishi, ularni yanada murakkab vazifalarga kirishishga ruhlantirishi kerak. Motivatsiya nafaqat yakuniy natijaga, balki jarayonning o‘ziga ham qaratilishi lozim – o‘quvchilar yangi bilim va ko‘nikmalarni egallashdan zavqlanishlari muhim.

Beshinchi funksiya – baholovchi. U loyiha natijalarini tahlil qilish, o‘quvchilarning erishgan yutuqlarini aniqlash bilan bog‘liq. Loyihaviy faoliyatda nafaqat yakuniy mahsulot, balki loyihani amalga oshirish jarayoni, o‘quvchilarning faolligi, hamkorlik ko‘nikmalari va muammolarni yechish qobiliyati ham baholanadi. O‘qituvchi formativ va summativ baholash usullaridan muvozanatli foydalanishi, o‘z-

o‘zini baholash va o‘zaro baholash elementlarini joriy etishi zarur. Baholash mezonlari loyiha boshlanishidan oldin o‘quvchilarga tushunarli tilda tushuntirilishi va ular bilan kelishilgan bo‘lishi kerak.

O‘qituvchining funksional rolini amalga oshirishda bir qator muammolar yuzaga kelishi mumkin. Eng keng tarqalganlari: o‘qituvchilarning loyiha metodidan foydalanishga yetarlicha tayyor emasligi, vaqt resurslarining cheklanganligi, haddan tashqari aralashish istagi. Bu muammolarni hal etish uchun o‘qituvchilarning maxsus o‘qitilishi, tajriba almashish tizimini joriy etish zarur. Zamonaviy raqamli texnologiyalar (onlayn hamkorlik platformalari, loyihalarni boshqarish tizimlari) o‘qituvchining loyihaviy faoliyatni boshqarishini osonlashtirishi mumkin.

Adabiyotlar tahlili va nazariy umumlashtirishlar asosida xulosa qilish mumkinki, loyihaviy faoliyatni boshqarishda o‘qituvchining funksional roli zamonaviy ta’lim samaradorligini ta’minlovchi asosiy omillardan biridir. O‘qituvchi loyiha asosidagi ta’lim jarayonida tashkilotchi, maslahatchi, koordinator, motivator va baholovchi sifatida ko‘p qirrali faoliyat yuritadi. Uning an’anaviy roldan fasilitator va mentor roliga o‘tishi o‘quvchilarning mustaqil bilim olish, ijodiy fikrlash va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishga katta imkoniyatlar yaratadi. Funksional rolni samarali amalga oshirish uchun quyidagilar zarur: loyiha metodikasi bo‘yicha maxsus tayyorgarlik, zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo‘llash ko‘nikmalari, o‘quvchilarning individual ehtiyojlariga mos yondashuv va refleksiv munosabat. Kelgusida empirik tadqiqotlar o‘tkazish va o‘qituvchilarning loyihaviy kompetensiyasini rivojlantirish dasturlarini ishlab chiqish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Dewey J. Democracy and Education. – New York, 1916.
2. Polat E.S. Metod proyektov na urokakh inostrannogo yazyka // Inostrannye yazyki v shkole. – 2000. – №2.
3. Pakhomova N.Yu. Metod uchebnogo proyekta v obrazovatelnom uchrezhdenii. – M., 2005.
4. Musojon R.M. Loyiha usuli – ta’lim samaradorligini oshirishning muhim omili // Xalq ta’limi. – 2018. – №3.
5. Thomas J.W. A review of research on project-based learning. – San Rafael, 2000.
6. Kokotsaki D., Menzies V., Wiggins A. Project-based learning: A review // Improving Schools. – 2016. – Vol. 19(3).

YADRO O‘LCHAMI VA ZICHLIGI

Muhammaddiyor Abdusalomov, Doston Yoqubov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Atom yadrosi moddaning eng muhim tarkibiy qismi bo‘lib, proton va neytronlardan tashkil topgan murakkab tizimdir. Yadro juda kichik o‘lchamlarga ega bo‘lsa-da, unda moddaning asosiy massasi jamlangan. Yadro o‘lchamini aniqlash masalasi kvant mexanik xarakterga ega bo‘lib, uning aniq chegarasi mavjud emas. Shu sababli yadro odatda ma’lum radiusga ega sfera sifatida tasavvur qilinadi [1].

Yadro o‘lchamini aniqlashda turli tajriba usullari, jumladan, yuqori energiyali elektronlar, protonlar va boshqa zarrachalarning yadrolarda sochilishi keng qo‘llaniladi. Ushbu usullar yadro ichidagi zaryad taqsimoti va strukturasi haqida muhim ma’lumotlar beradi [2].

Mana, suratlardagi matn va formulalarning yozma ko‘rinishi:

Yadro radiusi tajribaviy natijalarga asoslanib quyidagi empirik formula orqali aniqlanadi:

$$R = r_0 \cdot A^{1/3}$$

bu yerda $r_0 = (1.25 \div 1.6)$ fm ($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$), A — massa soni. Ushbu bog‘lanish shuni ko‘rsatadiki, yadro hajmi nuklonlar soniga proporsional ravishda ortadi [2].

Yadro hajmi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$V = \frac{4}{3} \pi r_0^3 A$$

Agar yadroni bir jinsli muhit deb qarasa, undagi nuklonlar konsentratsiyasi:

$$n = \frac{A}{V} = \frac{3}{4\pi r_0^3} \approx 10^{38} \text{ nuklon/sm}^3$$

Bu qiymat barcha yadrolar uchun deyarli o‘zgarmas bo‘lib, yadro moddasining yuqori zichlikka ega ekanligini ko‘rsatadi.

Yadro zichligi esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho = n \cdot m \approx 10^{14} \text{ g/sm}^3$$

bu yerda $m \approx 1.66 \cdot 10^{-24} \text{ g}$ — bitta nuklon massasi. Bu natija shuni ko‘rsatadiki, atom yadrosi nihoyatda zich muhit bo‘lib, hatto eng og‘ir moddalardan ham millionlab marta zichroqdir [1].

Yadro ichidagi zaryad taqsimotini aniqlashda yuqori energiyali elektronlar (100–500 MeV va undan yuqori) yordamida sochilish tajribalari qo‘llaniladi. Bu tajribalar orqali yadro form-faktori aniqlanadi va zaryadning fazoviy taqsimoti o‘rganiladi [3].

Yadro strukturasi tavsiflash uchun bir nechta modellar taklif etilgan. Ulardan eng muhimlari — Gauss va Fermi modellaridir.

Gauss modeli:

$$\rho(r) = \left(\frac{3}{2\pi a^2} \right)^{3/2} \exp \left(-\frac{3r^2}{2a^2} \right)$$

Bu modelda yadro zichligi markazda maksimal bo‘lib, markazdan uzoqlashgan sari eksponensial tarzda kamayadi.

Fermi modeli:

$$\rho(r) = \frac{\rho_0}{1 + \exp\left(\frac{r - R_{1/2}}{\delta}\right)}$$

bu yerda $R_{1/2}$ — zichlik yarmiga kamayadigan radius, δ — zichlik kamayish tezligini ifodalovchi parametr. Ushbu model yadro chegarasining aniq emasligini va zichlikning silliq kamayishini ko'rsatadi [2].

Tajriba natijalari shuni ko'rsatadiki, yadro markazida zichlik deyarli o'zgarmas bo'lib, faqat tashqi qismida keskin kamayadi. Bu esa yadro moddasining "suyuq tomchi modeli" bilan ham yaxshi mos keladi.

Atom yadrosining o'lchami massa sonining kub ildiziga proporsional ravishda ortadi. Biroq yadroning zichligi deyarli barcha elementlar uchun bir xil qiymatda saqlanib qoladi. Bu holat yadroning ichki tuzilishi bir xil zich muhitdan iborat ekanligini ko'rsatadi. Zamonaviy eksperimental usullar, xususan, zarrachalar sochilishi orqali yadro strukturasi va zaryad taqsimoti chuqur o'rganilmoqda. Yadro fizikasi nafaqat fundamental fan sifatida, balki energetika va texnologiyada ham muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Irodov I.E., Atom va yadro fizikasi asoslari, Moskva, 2001
2. Krane K.S., Introductory Nuclear Physics, Wiley, 1987
3. Blatt J.M., Weisskopf V.F., Theoretical Nuclear Physics, Springer
4. Yadro fizikasi bo'yicha o'quv qo'llanma, O'zbekiston OTMlari uchun

QUYOSH PANELLARINING ISH SAMARADORLIGIGA ATROF-MUHIT HARORATINING TA’SIRI VA UNI KAMAYTIRISH YO’LLARI

E.X. Yusupov, B. Dobilov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Hozirgi vaqtda muqobil energiya manbalaridan foydalanish, ayniqsa quyosh panellarini o’rnatish juda ommalashmoqda. O’zbekiston quyoshli o’lka bo’lgani uchun bu qurilmalardan foydalanish juda foydali. Lekin ko’pchilik foydalanuvchilar bir muammoga duch kelishadi: yozning issiq kunlarida quyosh juda kuchli charaqlab tursa ham, panellar kutilganidek ko’p elektr energiyasi ishlab chiqarmaydi. Buning asosiy sababi fizikadagi harorat omilidir. 3-kursda o’rganiladigan yarimo’tkazgichlar fizikasi fanidan ma’lumki, harorat oshishi materialning elektr o’tkazuvchanligiga va qarshiligiga bevosita ta’sir qiladi.

Quyosh panellari asosan kremniy (Si) asosidagi yarimo’tkazgichlardan tayyorlanadi. Harorat ko’tarilganda yarimo’tkazgich ichidagi zaryad tashuvchilarning harakati tartibsizlashadi. Bu esa hosil bo’layotgan kuchlanishning (V) pasayishiga olib keladi.

Odatda, quyosh panellari 25°C haroratda eng yaxshi samaradorlikni beradi. Agar panel sirti bundan issiq bo’lsa, samaradorlik pasaya boshlaydi. Buni oddiy formula bilan tushuntirish mumkin:

$$P = P_{max}[1 - 0.0045 (T - 25)]$$

Bu yerda P — hozirgi quvvat, T — panelning haqiqiy harorati. Masalan, agar panel 55°C gacha qizib ketsa, u o’z quvvatining deyarli 13-15 % qismini yo’qotadi.

Tadqiqotimiz davomida panellarni sovutishning eng oddiy va samarali usullari o’rganildi:

Tabiiy sovutish: Panellarni o’rnatayotganda ular va tom orasida kamida 15-20 sm bo’shliq qoldirish kerak. Shunda havo oqimi panelning orqa qismini tabiiy sovutadi.

Suv bilan sovutish: Issiq kunlarda panel sirtiga suv purkash samaradorlikni tezda tiklaydi, lekin bu usulda suv tarkibidagi tuzlar panel yuzasida qolib ketmasligiga e’tibor berish lozim.

Soyalashga yo’l qo’ymaslik: Panel atrofidagi issiq havoni haydaydigan kichik ventilyatorlardan foydalanish ham yaxshi natija beradi. O’tkazilgan tajriba kuzatishlari va olingan energetik ko’rsatkichlar shuni ko’rsatadiki, quyosh paneli yuzasining tozalik darajasi ishlab chiqarilayotgan quvvat miqdoriga to’g’ridan-to’g’ri ta’sir ko’rsatadi. Tadqiqot natijalarini quyidagicha xulosalash mumkin:

Ideal holat: Mutlaqo toza yuzaga ega bo’lgan quyosh paneli o’zining nominal quvvatida ishlab, o’rtacha 250 W energiya berishi qayd etildi. Bunda quvvat yo’qolishi 0% ni tashkil etdi.

Yengil ifloslanish: Panel yuzasida bir hafta davomida to’plangan yupqa chang qatlami quyosh nurlarining o’tishiga to’sqinlik qilib, quvvatning 5% dan 8% gacha yo’qolishiga sabab bo’ldi. Natijada olingan o’rtacha quvvat 232 W ga tushdi.

Kuchli ifloslanish: Bir oy davomida tozalanmagan va yuzasida qalin chang qatlami hosil bo’lgan panellarda quvvat yo’qolishi keskin ortib, 15% dan 25% gacha bo’lgan ko’rsatkichni tashkil etdi. Bu holatda quvvat miqdori 195 W dan oshmadi.

Lokal to’siqlar: Eng salbiy natija panel yuzasiga tushgan daraxt barglari, qush qoldiqlari yoki loy kabi mahalliy ifloslanishlarda kuzatildi. Bunday holatda nurning sezilarli qismi to’silib qolishi natijasida quvvat yo’qolishi 30% dan yuqori bo’ldi va olingan energiya miqdori 170 W gacha kamayib ketdi.

Ushbu tahlillar shuni isbotlaydiki, panel yuzasidagi ifloslanish darajasi ortib borishi bilan foydali ish ko’effitsienti chiziqli bo’lmagan tarzda kamayib boradi. Shunga ko’ra, quyosh fotoelektr stansiyalarining iqtisodiy samaradorligini ta’minlash uchun ularni davriy ravishda tozalab turish zaruriy texnik tadbir hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, quyosh panellarining samaradorligi faqat yorug‘likka emas, balki haroratga ham bog‘liq. Panellarni to‘g‘ri o‘rnatish va ularni haddan tashqari qizib ketishdan himoya qilish orqali biz ko‘proq energiya olishimiz mumkin. Bu esa ham iqtisodiy, ham energetik jihatdan foydalidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Azizov Sh.K. Yarimo‘tkazgichlar fizikasi kursi. – Toshkent, 2021.
2. Karimov B. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari. – Farg‘ona, 2022.
3. Internet ma’lumotlari: www.solarenergy.uz

QUYOSH ELEMENTLARINING ENERGETIK SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING FIZIK ASOSLARI

E.X. Yusupov, F.O. Xursanov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti.

Hozirgi vaqtda butun dunyo bo'ylab qayta tiklanuvchi energiya manbalariga e'tibor kuchaymoqda. O'zbekiston sharoitida yiliga 300 kundan ortiq quyoshli havo bo'lishi biz uchun juda katta imkoniyatdir. Biroq, oddiy quyosh panellarining samaradorligi hali ham past (o'rtacha 17-20%). Fizika nuqtai nazaridan yondashadigan bo'lsak, bu samaradorlikni oshirish uchun yangi materiallar va texnologiyalarni qo'llash zarur. Ushbu ishning maqsadi quyosh elementlarida sodir bo'ladigan fizik jarayonlarni o'rganish orqali ularning ish unumdorligini ko'tarish yo'llarini ko'rsatib berishdir.

Quyosh elementlarida energiya isrofining fizik sabablari. Nima uchun panellar quyosh nurining hammasini tokka aylantira olmaydi? Buning bir necha asosiy sabablari bor:

Optik yo'qotishlar: Quyosh nuri panel yuzasiga tushganda uning bir qismi ko'zgu kabi qaytib ketadi.

Spektral muammo: Quyosh nuri turli to'lqin uzunlikdagi (rangdagi) nurlar jamlanmasidir. Yarimo'tkazgich esa faqat o'zining taqiqlangan zonasi kengligiga (E_g) mos keladigan nurlarnigina yaxshi yutadi. Juda kuchli nurlar panelni qizdirib yuboradi (issiq panel esa sust ishlaydi), kuchsiz nurlar esa shunchaki o'tib ketadi.

Elektronlarning rekombinatsiyasi: Hosil bo'lgan elektronlar tashqi zanjirga chiqib ketmasdan, o'zining "teshigi" bilan qayta birlashib ketishi natijasida tok kamayadi.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, quyidagi usullar orqali panellar ishini ancha yaxshilash mumkin:

Prizmatik (G'adir-budur) sirtlar: Panel yuzasini mikroskop ostida qaraganda kichik piramidalar shakliga keltirish kerak. Bu usulda tushgan nur bir necha marta akslanib, ichkariga ko'proq kiradi. Bu "qopqon" effekti deb ataladi va optik yo'qotishlarni 5% gacha kamaytiradi.

Tandem (Ko'p qatlamli) strukturalar: Bu eng zamonaviy usul bo'lib, bunda ikki xil material (masalan, Kremniy va Perovskit) ustma-ust qo'yiladi. Birinchi qatlam ko'k va ultrabinafsha nurlarni ushlasa, ikkinchi qatlam infraqizil nurlarni elektrga aylantiradi. Bu usul FIKni 30% dan ham yuqoriga ko'tarishi mumkin.

Nanotexnologiyani qo'llash: Material ichiga "kvant nuqtalari" deb ataladigan juda kichik zarralarni kiritish orqali bitta quyosh nuridan (fotondan) ikkita elektron ajratib olish imkoniyati paydo bo'ladi.

Mamlakatimizda quyosh panellarini nafaqat o'rnatish, balki ularga texnik xizmat ko'rsatish ham muhim. Chang va yuqori harorat panellar ishiga salbiy ta'sir qiladi. Shuning uchun fizik tadqiqotlarimizda sirtni o'zi tozalanadigan (gidrofob) qoplamalar bilan qoplash va passiv sovutish tizimlarini joriy qilish masalalarini ham o'rganishimiz kerak.

Xulosa qilib aytganda, quyosh energetikasi fizikasi bugungi kunda eng tez rivojlanayotgan soha. Nanostrukturali yarimo'tkazgichlar va tandem usullarini qo'llash orqali biz kelajakda yanada arzon va kuchli panellar yaratishimiz mumkin. Bu nafaqat iqtisodiy foyda beradi, balki ekologiyani toza saqlashga ham katta hissa qo'shadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Z. Mirzayev. "Muqobil energiya manbalaridan foydalanish".

MATEMATIKA TA'LIMIDA MASALA YECHISH JARAYONI ORQALI O'QUVCHILARNING MANTIQUIY TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY VA METODIK ASOSLARI

Mavjuda Sobirova, Xurshida Norova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Matematika ta'limida o'quvchilarning mantiqiy tafakkurini rivojlantirish masalasi psixologiya va pedagogika fanlarining kesishuvida o'rganiladigan murakkab jarayon hisoblanadi. Mantiqiy tafakkur insonning bilish faoliyatining yuqori shakli bo'lib, u tahlil qilish, sintez, taqqoslash, umumlashtirish va xulosa chiqarish kabi aqliy amallar orqali namoyon bo'ladi.

Psixologik nuqtai nazardan qaraganda, mantiqiy tafakkur o'quvchilarning kognitiv rivojlanishi bilan uzviy bog'liqdir. U o'quv jarayonida bosqichma-bosqich shakllanib, murakkab fikrlash operatsiyalarini bajarish orqali takomillashib boradi. Shu jihatdan, matematika ta'limi o'quvchilarda mantiqiy fikrlashni rivojlantirish uchun qulay imkoniyat yaratadi, chunki mazkur fan abstrakt tushunchalar, qonuniyatlar va munosabatlarni o'rganishga asoslanadi.

Pedagogik nuqtai nazardan, mantiqiy tafakkurni rivojlantirish ta'lim jarayonini maqsadli tashkil etishni talab qiladi. Bu jarayonda o'qituvchining roli alohida ahamiyat kasb etib, u o'quvchilarning fikrlash faoliyatini yo'naltiruvchi va rag'batlantiruvchi sifatida namoyon bo'ladi. Masala yechish jarayoni esa ushbu faoliyatning markaziy komponenti sifatida qoraladi.

Matematikada masala yechish jarayoni o'quvchilarni faol bilish faoliyatiga jalb etadi. Masalani yechishda o'quvchi shartni tahlil qiladi, ma'lum va noma'lum elementlarni ajratadi, ular o'rtasidagi bog'lanishlarni aniqlaydi va yechim algoritmini ishlab chiqadi. Bu jarayon o'quvchilarda mantiqiy fikrlashning asosiy elementlarini shakllantiradi. Nazariy jihatdan, masala yechish jarayonini tashkil etishda bir qator didaktik tamoyillarga tayanish zarur. Jumladan, izchillik, tizimlilik, onglilik va faollik tamoyillari mantiqiy tafakkurni rivojlantirishda muhim o'rin tutadi. Shuningdek, ta'lim jarayonida muammoli vaziyatlarni yaratish, o'quvchilarni mustaqil izlanishga yo'naltirish va turli yechim variantlarini qo'llab-quvvatlash nazariy asos sifatida qoraladi. Konstruktivizm nazariyasiga ko'ra, bilim o'quvchilar tomonidan mustaqil ravishda shakllantiriladi. Masala yechish jarayoni esa ushbu nazariyaning amaliy ifodasi bo'lib, o'quvchilar o'z bilimlarini faol ravishda qurish imkoniyatiga ega bo'ladi. Faoliyatli yondashuv nazariyasi ham muhim ahamiyatga ega bo'lib, unga ko'ra ta'lim jarayonida o'quvchining faol ishtiroki ta'minlanishi lozim. Masala yechish jarayoni aynan shu faoliyatni ta'minlovchi asosiy vosita hisoblanadi.

Matematika ta'limida masala yechish jarayoni orqali o'quvchilarning mantiqiy tafakkurini rivojlantirishning metodik asoslari ta'lim jarayonini samarali tashkil etishga qaratilgan o'qitish usullari, shakllari va vositalarini qamrab oladi. Ushbu metodik yondashuvlar o'quvchilarning fikrlash faolligini oshirish, mustaqil ishlash ko'nikmalarini shakllantirish va mantiqiy xulosa chiqarish qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. Avvalo, masala yechish jarayonini bosqichli tashkil etish muhim metodik shart hisoblanadi. Bu jarayon masalani tushunish, rejalashtirish, yechimni amalga oshirish va natijani tekshirish kabi bosqichlarni o'z ichiga oladi. Bunday yondashuv o'quvchilarda izchil va tizimli fikrlash ko'nikmalarini shakllantiradi. Masalalar o'quvchilarning yosh xususiyatlari, bilim darajasi va individual imkoniyatlarini hisobga olgan holda tanlanishi lozim. Oddiydan murakkabga qarab tuzilgan masalalar tizimi o'quvchilarning mantiqiy fikrlashini bosqichma-bosqich rivojlantirish imkonini beradi. Muammoli ta'lim elementlaridan foydalanish ham muhim metodik vositalardan biri hisoblanadi. Muammoli vaziyatlar yaratish orqali o'quvchilar mustaqil ravishda yechim izlashga jalb etiladi, bu esa ularning ijodiy va mantiqiy fikrlashini rivojlantiradi. Interaktiv o'qitish usullarini qo'llash metodik jihatdan samarali hisoblanadi. Guruhli ish, munozara, “aqliy hujum” kabi usullar o'quvchilarning faol

ishtirokini ta'minlab, ularning fikr almashish va dalillash qobiliyatini rivojlantiradi.

Masala yechish jarayonida turli yechim usullarini taqqoslash va tahlil qilish metodikasi ham muhim ahamiyatga ega. Bu usul o'quvchilarni bir nechta yondashuvlarni ko'rib chiqishga, eng maqbul yechimni tanlashga va o'z fikrini asoslashga o'rgatadi. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish ham zamonaviy metodik yondashuvlardan biri hisoblanadi. Kompyuter dasturlari, vizual modellar va interaktiv platformalar orqali masala yechish jarayoni yanada tushunarli va qiziqarli tashkil etiladi. Ryefleksiv faoliyatni tashkil etish metodik jihatdan muhim o'rin tutadi. O'quvchilar o'z ishlarini tahlil qilish, xatolarini aniqlash va ularni bartaraf etish orqali mantiqiy fikrlash ko'nikmalarini mustahkamlaydilar. Matematika ta'limida masala yechish jarayonini metodik jihatdan to'g'ri tashkil etish o'quvchilarning mantiqiy tafakkurini samarali rivojlantirishga xizmat qiladi. Bu esa ta'lim sifatini oshirish va o'quvchilarning intellektual salohiyatini yuksaltirishda muhim omil hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sobirova M. Maktabda geometriyani fizika bilan sinxron va asinxron bog'lab o'qitishda maktablararo olimpiadalarni tashkil etish // Kasb-hunar ta'limi jurnali. – 2023. – B. 167–172.
2. Geometriyani fizika bilan sinxron va asinxron bog'lab o'quvchilarni fan olimpiadalariga tayyorlashda masalalarning roli / “Aniq va tabiiy fanlarning rivojlanish istiqbollari” respublika ilmiy-amaliy anjumani 2024-yil 7-may –B. 469-472

GEOMETRIYA DARSLARIDA KICHIK GURUHLARDA ISHLASH METODI ORQALI O‘QUVCHILARNING MANTIQUIY VA KREATIV FIKRLASHINI SHAKLLANTIRISH

Mayjuda Sobirova, Xurshida Norova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

O‘quvchilarning kreativ va mantiqiy fikrlashini rivojlantirish maqsadida matematika, xususan geometriya darslarida muammoli ta’limni kichik guruhlarda ishlash metodi bilan uyg‘unlashtirib tashkil etish samarali hisoblanadi. Bunda dars jarayoni o‘quvchilarni 3–4 nafardan iborat kichik guruhlariga ajratish orqali amalga oshiriladi. Darsning boshlang‘ich bosqichida o‘qituvchi muammoni yuqori darajadan boshlab, bosqichma-bosqich o‘rta va past darajalargacha tushuntirib, barcha guruhlar uchun umumiy topshiriq sifatida taqdim etadi. Har bir guruh muammoning har bir darajasi bo‘yicha mustaqil fikr yuritib, o‘z xulosalarini tartib raqamlari asosida yozma ravishda qayd etadi. Kichik guruhlarda ishlash jarayonida o‘quvchilar o‘zaro fikr almashadilar, turli yechimlarni muhokama qiladilar va eng maqbul natijaga kelishga harakat qiladilar. Bu jarayon ularda hamkorlikda ishlash, fikrni asoslash va dalillash ko‘nikmalarini shakllantiradi. Shu bilan birga, turli yondashuvlarni taqqoslash orqali kreativ fikrlash faol rivojlanadi. Guruhlar muammoni yuqori darajadan past darajagacha tahlil qilib borish orqali muayyan qoidalarni mustaqil ravishda kashf etadilar. Bu esa bilimlarni tayyor holda emas, balki faol bilish jarayoni orqali egallash imkonini beradi. O‘quvchilar o‘z mulohazalarini tekshirish, xatolarni aniqlash va ularni takomillashtirish orqali refleksiv fikrlashni ham rivojlantiradilar.

O‘qituvchi ushbu jarayonda kuzatuvchi va yo‘naltiruvchi sifatida ishtirok etadi. U har bir guruhning ish jarayonini nazorat qilib, zarur hollarda maslahat beradi va qiyinchiliklarni bartaraf etishga yordamlashadi. Bu esa har bir o‘quvchining individual rivojlanishini ta’minlaydi. Darsning keyingi bosqichida guruhlar o‘z xulosalarini taqdim etadilar va umumiy muhokama tashkil etiladi. Shundan so‘ng o‘qituvchi ilmiy ta’rifni berib, mavzuni umumlashtiradi. Bilimlarni mustahkamlash bosqichida esa o‘quvchilar darslikdagi masalalarni mustaqil yoki guruh bo‘lib yechadilar. Kichik guruhlarda ishlash metodi asosida tashkil etilgan muammoli ta’lim o‘quvchilarning mantiqiy va kreativ fikrlashini samarali rivojlantiradi. Bu usul o‘quvchilarni faol ishtirokga jalb etib, ularning mustaqil fikr yuritish va ijodiy yondashuvini shakllantirishga xizmat qiladi.

1- misol.

a) yuqori daraja

Uzunligi 15 m bo‘lgan AV kesmada S nuqta belgilangan. Agar AS va VS kesmalarning uzunliklari 2:3 kabi nisbatda bo‘lsa, AS va VS kesmalarning uzunliklarini toping

v) o‘rta daraja

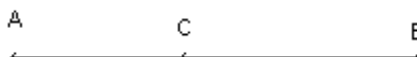
Qoida: ikki tomoni chegaralangan to‘g‘ri chiziq kesma deyiladi.

Masalani yeching: Uzunligi 15 m bo‘lgan AV kesmada S nuqta belgilangan. Agar AS va VS kesmalarning uzunliklari 2:3 kabi nisbatda bo‘lsa, AS va VS kesmalar uzunliklarini toping.

s) past daraja

Qoida: ikki tomoni chegaralangan to‘g‘ri chiziq kesma deyiladi.

Chizma chizilgan:



1-rasm.

Masalani yeching: Uzunligi 15 m bo‘lgan AV kesmada S nuqta belgilangan. Agar AS va VS kesmalarning uzunliklari 2:3 kabi nisbatda bo‘lsa, AS va VS kesmalarning uzunliklarini toping.

2- misol.

a) yuqori daraja

Masalani yeching: Ikki to‘g‘ri chiziqning kesishishidan xosil bo‘lgan burchaklarning biri 30^0 ga

teng. Qolgan burchaklari nimaga teng?

v) o'rta daraja

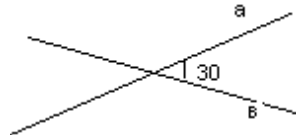
Qoida: Agar ikki burchakdan birining tomonlari ikkinchi burchak tomonlarining to'ldiruvchi yarim to'g'ri chiziqlari bo'lsa, bu ikki burchak vertikal burchaklar deyiladi.

Masalani yeching: Ikki to'g'ri chiziqning kesishishidan xosil bo'lgan burchaklarning biri 30^0 ga teng. Qolgan burchaklari nimaga teng?

s) past daraja

Qoida: Agar ikki burchakdan birining tomonlari ikkinchi burchak tomonlarining to'ldiruvchi yarim to'g'ri chiziqlari bo'lsa, bu ikki burchak vertikal burchaklar deyiladi.

Chizma chizilgan:



2-rasm

Masalani yeching: Ikki to'g'ri chiziqning kesishishidan xosil bo'lgan burchaklarning biri 30^0 ga teng. Qolgan burchaklari nimaga teng?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

3. Sobirova M. Maktabda geometriyani fizika bilan sinxron bog'lab o'qitishda muammoli darslar o'tkazish sxemasi // "Yosh matematiklarning yangi teoremlari" respublika ilmiy-amaliy anjumani, 23-24-may, 2025
4. Sobirova M.R. O'quvchining geometrik qobiliyatlari tuzilishi va komponentlari. // Maktab va hayot. -T. -2019. -5- son. - B. 16-18, (13.00.00. №4).

MATEMATIKA O‘QITUVCHISINING KASBIY KOMPETENSIYASI DARAJALARI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH MEKANIZMLARI

Mavjuda Sobirova, Mohinur Lutfilloyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy ta’lim tizimini rivojlantirish sharoitida matematika o‘qituvchisining kasbiy kompetensiyasini oshirish muhim masalalardan biri hisoblanadi. Bugungi kunda o‘qituvchidan nafaqat chuqur nazariy bilim, balki innovatsion yondashuvlar, interfaol metodlar va axborot texnologiyalaridan samarali foydalanish ko‘nikmalari talab etilmoqda.

Matematika fanining murakkabligi va mantiqiyligi esa o‘qituvchining yuqori darajadagi pedagogik mahoratini talab qiladi. Shu bois matematika o‘qituvchisining kasbiy kompetensiyasi darajalarini aniqlash va ularni rivojlantirish mexanizmlarini ishlab chiqish bugungi kunning dolzarb ilmiy-pedagogik muammolaridan biridir.

Kompetentli o‘qituvchi qanday bo‘lishi kerakligini matematika fani o‘qituvchilari misolida ko‘rib chiqaylik. Bunda ularning pedagogik mahoratini to‘rtta darajaga ajratib ko‘rsatish mumkin.

Birinchi va ikkinchi daraja – matematika o‘qituvchisi tomonidan dars (ma’ruza, amaliy mashg‘ulot, mustaqil ish va nazorat ishlari) elementlarini rejalashtirish va tahlil qilish ko‘nikmasini qayd etadi. M.N. Karpov fikricha, o‘z navbatida, amaliy masalalarni hal qilishda, turli hisoblash va geometrik vazifalarni bajarishda o‘quv jarayonida amaliy muammolar yuzaga keladi. Binobarin, o‘qituvchining kasbiy kompetensiyasi nazariy bilim va amaliy ko‘nikmalarni uyg‘un holda shakllantirish bilan uzviy bog‘liqdir [3].

Uchinchi daraja – matematika o‘qituvchisining o‘z rejasini qanchalik mahorat bilan amalga oshirishini bildiradi. Bu bosqichda o‘qituvchi o‘quv materialini mantiqiy ketma-ketlikda bayon qiladi, mavzularni tushunarli shaklda izohlaydi hamda talabalarning mustaqil fikrlashini faollashtiradi.

To‘rtinchi darajada – nazariya va amaliyotni to‘la egallagan, matematika fanidan dars jarayonida guruhda ro‘y bergan o‘zgarishlarga e’tibor qaratadigan, darsning turli komponentlarini vaziyatga qarab o‘zgartira oladigan matematika o‘qituvchisi nazarda tutiladi. Bunday o‘qituvchi talabalarning bilim darajasiga qarab differensial yondashadi, murakkab mavzularni hayotiy misollar orqali tushuntiradi hamda innovatsion texnologiyalarni samarali qo‘llaydi.

Matematika o‘qituvchisining kasbiy kompetensiyasini rivojlantirish uzluksiz va tizimli jarayon bo‘lib, u bir qator o‘zaro bog‘liq mexanizmlar asosida amalga oshiriladi. Ushbu mexanizmlar o‘qituvchining nazariy bilimlari, amaliy ko‘nikmalari hamda pedagogik faoliyatini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Avvalo, metodik rivojlanish mexanizmi muhim ahamiyat kasb etadi. Bu jarayon orqali o‘qituvchi o‘z fanini chuqur o‘zlashtirish bilan birga, uni samarali o‘qitish usullarini ham egallaydi. Darsni rejalashtirish, ta’lim jarayonini tahlil qilish va zamonaviy metodlarni qo‘llash mazkur mexanizmning asosiy tarkibiy qismlarini tashkil etadi.

Innovatsion yondashuvlar asosida rivojlanish mexanizmi alohida o‘rin tutadi. Bugungi kunda ta’lim jarayonida axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, raqamli platformalarni joriy etish va interfaol metodlardan foydalanish o‘qituvchining kasbiy kompetensiyasini sezilarli darajada oshiradi.

Amaliy faoliyatga asoslangan rivojlanish mexanizmi ham samarali hisoblanadi. Ochiq darslar, tajriba almashish, seminar va treninglar orqali o‘qituvchi o‘z tajribasini boyitadi hamda kasbiy faoliyatiga tanqidiy yondashishni o‘rganadi. Bu esa uning pedagogik mahoratini oshirishga xizmat qiladi.

O‘z-o‘zini rivojlantirish mexanizmi o‘qituvchining mustaqil ravishda bilimini oshirib borishi,

ilmiy adabiyotlarni o‘rganishi va zamonaviy tendensiyalarni kuzatib borishi uning kasbiy o‘rishini ta’minlaydi.

Kasbiy kompetensiyani rivojlantirishda monitoring va baholash mexanizmi ham alohida ahamiyatga ega. Ushbu mexanizm orqali o‘qituvchining bilim va ko‘nikmalari muntazam tahlil qilinadi hamda rivojlanish yo‘nalishlari aniqlanadi. Shu bilan birga, motivatsion omillar asosidagi rivojlanish mexanizmi ham muhim hisoblanadi. O‘qituvchini rag‘batlantirish, uning mehnatini e’tirof etish va kasbiy faoliyatiga ijobiy baho berish uning yanada faol ishlashiga turtki bo‘ladi. Yuqoridagi mexanizmlar o‘zaro uyg‘un holda qo‘llanilgandagina matematika o‘qituvchisining kasbiy kompetensiyasini samarali rivojlantirish mumkin bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

5. Соби́рова М. Мактабда геометрияни ўқитишда GeoGebra технологияси орқали ўқувчи креативлигини ривожлантириш методикаси./ Узликсиз билимлендириш 1-2-сон 2023й –Б: 243-250.
6. Sobirova M., Maktabda geometriyani fizika bilan sinxron-asinxron bog‘lab o‘qitishda masalalar yechimiga kreativ yondashuv / DTPI, Tadbirkorlik va pedagogika. -12 bet, 2024-yil.
7. Sobirova M Geometriyani fizika bilan sinxron va asinxron bog‘lab o‘qitishda o‘quvchi kreativ faoliyati komponentlarini takomillashtirishning psixologik pedagogik xususiyatlari//-uslubiy qo‘llanma, 2021-yil 48b

ZAMONAVIY TA'LIM SHAROITIDA MATEMATIKA DARSLARIDA O'QUVCHILARNING KREATIV FIKRLASHINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART-SHAROITLARI

Mavjuda Sobirova, Adiba Abdimo'minova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning kreativ fikrlash qobiliyatini rivojlantirish dolzarb pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Matematika fanini o'qitish jarayonida bu masala alohida ahamiyat kasb etadi, chunki mazkur fan o'quvchilarda tahlil qilish, mantiqiy fikr yuritish va mustaqil qaror qabul qilish ko'nikmalarini shakllantiradi.

Tadqiqot doirasida matematika darslarida o'quvchilarning kreativ fikrlashini shakllantirishga ta'sir etuvchi pedagogik shart-sharoitlar va texnologiyalar tahlil qilindi. Dars jarayonini samarali tashkil etish, o'quvchilarni faol ishtirokga jalb qilish, muammoli vaziyatlar yaratish hamda interaktiv usullardan foydalanish kreativ fikrlashni rivojlantirishda muhim omil ekanligi asoslandi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo'llash, loyiha asosida o'qitish va differensial yondashuvlar orqali o'quvchilarning individual imkoniyatlarini ochib berish mumkinligi aniqlandi. Bunday yondashuvlar o'quvchilarning ijodiy faolligini oshirishga va bilimlarni mustaqil o'zlashtirishga xizmat qiladi.

Olib borilgan tahlillar natijasida shu xulosaga kelindiki, matematika darslarida kreativ fikrlashni shakllantirish uchun pedagogik jarayonni maqsadli tashkil etish, zamonaviy texnologiyalardan tizimli foydalanish va qulay ta'lim muhitini yaratish zarur. Bu esa ta'lim samaradorligini oshirish bilan birga o'quvchilarning intellektual salohiyatini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Matematika darslarida o'quvchilarning kreativ fikrlashini shakllantirish samaradorligi, avvalo, ta'lim jarayonida yaratilgan pedagogik shart-sharoitlar bilan uzviy bog'liqdir. Ushbu shart-sharoitlar o'quvchilarning intellektual faolligini rag'batlantirish, mustaqil fikrlashini rivojlantirish va ijodiy yondashuvini shakllantirishga xizmat qiladi.

Muammoli ta'lim muhitini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi. Muammoli vaziyatlar asosida tashkil etilgan dars jarayoni o'quvchilarni faol fikrlashga, tahlil qilishga va mustaqil xulosalar chiqarishga undaydi. Bu esa kreativ fikrlashning shakllanishi uchun zarur didaktik asosni yaratadi.

O'quvchilarning bilish faolligini oshirishga qaratilgan interaktiv yondashuvlarni qo'llash muhim pedagogik shartlardan biri hisoblanadi. Ta'lim jarayonida “aqliy hujum”, “muammoli savollar”, “guruhli ish” kabi usullarning qo'llanilishi o'quvchilarning faol ishtirokini ta'minlab, ularning ijodiy fikr yuritish qobiliyatini rivojlantiradi.

Individual va differensial yondashuvni ta'minlash ham muhim ahamiyatga ega. O'quvchilarning shaxsiy xususiyatlari, qobiliyat darajasi va qiziqishlarini hisobga olgan holda ta'limni tashkil etish ularning ijodiy salohiyatini ro'yobga chiqarish imkonini beradi.

Ta'lim jarayonida ijobiy psixologik muhitni shakllantirish kreativ fikrlashni rivojlantirishning muhim omili hisoblanadi. Erkin fikr bildirish imkoniyati, xatolarga konstruktiv munosabat va o'qituvchining qo'llab-quvvatlovchi pozitsiyasi o'quvchilarda ijodiy faollikni kuchaytiradi.

Zamonaviy pedagogik texnologiyalar va axborot-kommunikatsiya vositalaridan maqsadli foydalanish ham muhim shartlardan biridir. Raqamli resurslar, vizual materiallar va interaktiv platformalar orqali o'quvchilarning bilish jarayoni faollashadi va ularda kreativ yondashuv shakllanadi.

Matematik bilimlarni hayotiy vaziyatlar bilan bog'lash, amaliy topshiriqlardan foydalanish ham o'quvchilarning mustaqil va ijodiy fikrlashini rivojlantiradi. Bu jarayon nazariya va amaliyot uyg'unligini ta'minlaydi.

Refleksiv faoliyatni tashkil etish, ya'ni o'quvchilarning o'z bilimini baholashi va tahlil qilishi kreativ

fikrlashni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Refleksiya orqali o‘quvchilar o‘z faoliyatiga tanqidiy yondashishni o‘rganadilar. Matematika darslarida kreativ fikrlashni shakllantirish kompleks pedagogik shart-sharoitlarni yaratishni talab qiladi. Ularning uyg‘unligi ta’lim jarayoni samaradorligini oshirish bilan birga o‘quvchilarning intellektual va ijodiy rivojlanishini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sobirova M. Maktabda geometriyani fanlararo sinxron-asinxron aloqadorlikda o‘qitishda o‘quvchi kreativ faoliyati va qobiliyati orasidagi bog‘liqlik // NamDU ilmiy axborotnomasi. – 2021. – B. 673–680.
2. Geometriyani fizika bilan sinxron va asinxron bog‘lab o‘qitishda o‘quvchi kreativ faoliyati komponentlarini takomillashtirish metodikasi : uslubiy qo‘llanma. – 2021. – 48 b.. – 12 b.
3. Sobirova M. Geometriyani fizika bilan sinxron va asinxron bog‘lab o‘qitishda o‘quvchi kreativ faoliyati komponentlarini takomillashtirishning psixologo-pedagogik xususiyatlari: uslubiy qo‘llanma. – 2023. – 32 b.

AMORF JISMLARNING TUZILISHI VA ULARNING FIZIK XOSSALARI

Sherzod Boymirov, Nafisa Nomozova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Qattiq jismlar fizikasida moddalar ichki tuzilishiga ko‘ra ikki guruhga: kristall va amorf jismlarga bo‘linadi. Kristallarda atomlar qat’iy geometrik tartibda (fazoviy panjara) joylashgan bo‘lsa, amorf jismlar (yunoncha *amorphos* – shaklsiz) o‘zining tartibsiz ichki strukturasi bilan ajralib turadi.

Amorf holat ko‘pincha moddaning suyuq va qattiq holati orasidagi oraliq holat sifatida qaraladi. Amorf jismlarning asosiy xususiyati ularda uzoq tartibning yo‘qligidir. Ya’ni, har bir alohida atom yoki molekula atrofida uning qo‘shnilari ma’lum darajada tartib bilan joylashgan bo‘lishi mumkin (yaqin tartib), biroq bu tartib butun jism bo‘ylab takrorlanmaydi. Molekulalar xuddi suyuqliklardagi kabi tartibsiz, lekin bir-biriga juda zich joylashgan bo‘ladi.

Amorf jismlarning kristallardan farq qiluvchi fundamental xususiyatlari:

1. Izotropiya: Kristallarda fizik xossalar (masalan, yorug‘lik sinishi yoki issiqlik o‘tkazuvchanlik) yo‘nalishga qarab o‘zgarsa (anizotropiya), amorf jismlarda barcha yo‘nalishlarda xossalar bir xil bo‘ladi.
2. Aniq erish haroratining yo‘qligi: Kristall jismlar ma’lum bir doimiy haroratda (masalan, muz 0°C da) eriydi. Amorf jismlar esa isitilganda sekin-asta yumshaydi, qovushqoq bo‘lib qoladi va keyinchalik suyuqlikka aylanadi. Bu jarayon sodir bo‘ladigan harorat oralig‘i shishalanish harorati deb ataladi.
3. Ichki energiya: Amorf holatdagi moddaning ichki energiyasi xuddi shu moddaning kristall holatidagiga qaraganda yuqoriroq bo‘ladi. Shu sababli amorf jismlar termodinamik jihatdan metastabil (nisbiy barqaror) hisoblanadi.

Amorf jismlarning tabiatda va sanoatda tarqalishi: Shishalar: eng keng tarqalgan turi – silikat shishalar, metall shishalar. Polimerlar: plastmassa, kauchuk, polietilen va turli smolalar. Ularning molekulalari uzun zanjirlardan iborat bo‘lib, tartibli kristall hosil qilishi qiyin.

Boshqa misollar: kahrabo (yantar), bitum, mum va ba’zi turdagi muzlar.

Qiziqarli faktlar va amaliy misollar: Amorf jismlar mexanik jihatdan qattiq ko‘rinsa-da, tabiatiga ko‘ra ular o‘ta yuqori qovushqoqlikka ega suyuqliklardir. Masalan, juda qadimgi binolardagi deraza oynalarini o‘lchaganda, ularning pastki qismi yuqorisiga qaraganda bir necha millimetr qalinroq ekani aniqlangan. Bu shishaning o‘nlab yillar davomida og‘irlik kuchi ta’sirida pastga qarab juda sekin “oqishi” natijasidir.

Vaqt o‘tishi bilan barcha amorf jismlar energiya jihatdan qulayroq bo‘lgan kristall holatga o‘tishga intiladi. Bu jarayon juda sekin kechadi. Masalan, eski shishalarning xiralashishi – bu ularning ichida mayda mikrokristallarning hosil bo‘lishi (devitrifikatsiya) natijasidir.

Amorf kremniy asosidagi quyosh panellari oddiy kristall panellarga qaraganda arzonroq va egiluvchan bo‘ladi.

Amorf metallar (metallik oynalar) oddiy po‘latdan bir necha marta mustahkamroq va korroziyaga o‘ta chidamli bo‘ladi.

Optik tolali aloqa tizimlarida shishaning izotropiyasi ma’lumotni yuqori tezlikda uzatish imkonini beradi.

Amorf jismlar o‘zining noyob strukturaviy va termodinamik xususiyatlari bilan zamonaviy kondensirlangan holat fizikasining muhim ob’ekti hisoblanadi. Ular shishasozlikdan tortib mikroelektronikagacha bo‘lgan sohalarida ajralmas materialga aylangan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I., “Qattiq jismlar fizikasi”, Toshkent, O‘qituvchi, 2012.
2. Ahmedov M., “Molekulyar fizika”, Toshkent, Universitet, 2015.
3. Sultonov S., “Materialshunoslik asoslari”, Namangan, 2018.
4. Китайгородский А. И., “Порядок и беспорядок в мире атомов”, Москва, Наука, 1984.

ELEKTRON-KOVAK O‘TISHNING FIZIK XUSUSIYATLARI VA ULARNING ZAMONAVIY ELEKTRON QURILMALARDAGI ROLI

Sh. Zamonova, R. Toshpo‘latova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy elektronika va mikroelektronika tizimlarining jadal rivojlanishi yarimo‘tkazgich materiallar va ularning asosiy elementi bo‘lgan elektron-kovak o‘tish (p-n o‘tish) xususiyatlarini chuqur o‘rganishni talab etadi. p-n o‘tish yarimo‘tkazgich qurilmalarining fundamental qismi bo‘lib, uning fizik mohiyati zamonaviy diodlar, tranzistorlar va integral mikrosxemalar ishlash prinsipini belgilaydi. Shu sababli ushbu hodisaning nazariy va amaliy jihatlarini kompleks tahlil qilish muhim ilmiy ahamiyatga ega.

p-n o‘tish p-tip va n-tip yarimo‘tkazgichlarning tutashuvi natijasida hosil bo‘ladi. n-tip yarimo‘tkazgichda donor qo‘shimchalar hisobiga erkin elektronlar asosiy zaryad tashuvchilar bo‘lsa, p-tip yarimo‘tkazgichda akseptor qo‘shimchalar tufayli kovaklar ustunlik qiladi. Ushbu ikki muhit tutashganda konsentratsiya gradienti ta‘sirida elektronlar n-sohadan p-sohaga, kovaklar esa p-sohadan n-sohaga diffuziyanadi. Natijada chegaraviy hududda erkin zaryad tashuvchilardan xoli bo‘lgan deplesiya qatlami shakllanadi va bu qatlam ichida statsionar ionlar hisobiga ichki elektr maydon hosil bo‘ladi. Mazkur ichki maydon diffuziya jarayoniga qarama-qarshi yo‘nalishda ta‘sir qilib, tizimda muvozanat holatini yuzaga keltiradi.

Energetik nuqtai nazardan qaralganda, tutashuvdan oldin p va n sohalarda Fermi darajalari turlicha bo‘ladi, biroq muvozanat holatda ular tenglashadi va energiya zonalarida egilish kuzatiladi. Shu jarayon natijasida potensial to‘siq vujudga keladi va u zaryad tashuvchilarning erkin harakatiga to‘sqinlik qiladi. Ushbu potensial to‘siq qiymati yarimo‘tkazgich parametrlariga bog‘liq bo‘lib, u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$V_0 = \frac{kT}{q} \ln \frac{N_a N_d}{n_i^2}$$

Bu yerda akseptor va donor konsentratsiyalari hamda intrinsik tashuvchilar soni asosiy rol o‘ynaydi. Kremniy asosidagi p-n o‘tishlarda ushbu to‘siq odatda 0.6–0.7 V atrofida bo‘ladi. Tashqi kuchlanish berilganda p-n o‘tish xossalari sezilarli darajada o‘zgaradi. To‘g‘ri ulanish holatida tashqi elektr maydon ichki maydonga qarshi yo‘nalib, potensial to‘siqni kamaytiradi va natijada zaryad tashuvchilar oqimi keskin ortadi. Teskari ulanishda esa aksincha, potensial to‘siq kattalashadi va tok juda kichik qiymatda saqlanib qoladi.

p-n o‘tishning tok-kuchlanish bog‘lanishi Shockley modeli orqali ifodalanadi va u yarimo‘tkazgich qurilmalar ishlashini tushuntirishda asosiy nazariy vosita hisoblanadi:

$$I = I_s \left(e^{\frac{qV}{kT}} - 1 \right)$$

Yuqoridagi tenglama shuni ko‘rsatadiki, to‘g‘ri ulanishda tok kuchlanishga nisbatan eksponensial ravishda ortadi, teskari ulanishda esa tok deyarli o‘zgarmaydi va faqat to‘yingan tok qiymatiga teng bo‘ladi. Bu xususiyat p-n o‘tishning bir tomonlama o‘tkazuvchanligini ta‘minlaydi va diodlarning asosiy funksional xususiyati sifatida namoyon bo‘ladi.

Harorat p-n o‘tish parametrlariga sezilarli ta‘sir ko‘rsatadi. Xususan, to‘yingan tokning haroratga bog‘liqligi quyidagi munosabat orqali ifodalanadi:

$$I_s \propto T^3 e^{-\frac{E_g}{kT}}$$

Ushbu bog‘lanishdan kelib chiqib, harorat oshishi bilan zaryad tashuvchilar soni ortadi, potensial to‘siq kamayadi va umumiy o‘tkazuvchanlik oshadi. Nazariy hisoblashlar shuni ko‘rsatadiki, harorat 300 K dan 350 K ga oshirilganda to‘yingan tok bir necha barobar ortadi, bu esa p-n o‘tish asosidagi

qurilmalarning sezgirligini oshiradi. Shu bilan birga, kichik kuchlanish oʻzgarishlari ham tokning keskin ortishiga olib kelishi aniqlangan boʻlib, bu hodisa signalni kuchaytirish va detektorlarda yuqori aniqlikni taʼminlash imkonini beradi.

Mazkur xususiyatlar p-n oʻtishning keng amaliy qoʻllanilishiga sabab boʻladi. U yarimoʻtkazgich diodlar, bipolyar tranzistorlar, quyosh elementlari va integral mikrosxemalarning ishlash asosini tashkil etadi. Ayniqsa, quyosh panellarida p-n oʻtish yorugʻlik energiyasini elektr energiyaga aylantirishda muhim rol oʻynaydi, bu esa qayta tiklanuvchi energiya manbalari rivojida katta ahamiyat kasb etadi. Umuman olganda, elektron-kovak oʻtishning fizik xususiyatlarini chuqur tahlil qilish yarimoʻtkazgich texnologiyalarini takomillashtirish, energiya samaradorligini oshirish va yangi avlod elektron qurilmalarini yaratishda muhim ilmiy asos boʻlib xizmat qiladi.

Yuqorida keltirilgan nazariy va analitik tahlillar shuni koʻrsatadiki, elektron-kovak oʻtish yarimoʻtkazgich qurilmalarining fundamental elementi boʻlib, uning fizik xususiyatlari zaryad tashuvchilarning harakati, ichki elektr maydon va potensial toʻsiq orqali belgilanadi. Shockley modeli asosida tok-kuchlanish bogʻlanishining eksponensial xarakterga ega ekanligi hamda haroratning oʻtish parametrlariga sezilarli taʼsir koʻrsatishi ilmiy jihatdan asoslab berildi. Olingan natijalar p-n oʻtish asosida ishlovchi qurilmalarda, xususan diodlar, tranzistorlar va quyosh elementlarida yuqori samaradorlikka erishish uchun muhim ahamiyatga ega ekanligini koʻrsatadi. Shu bilan birga, p-n oʻtish xususiyatlarini chuqur oʻrganish va optimallashtirish zamonaviy mikroelektronika va nanoelektronika rivojining ustuvor yoʻnalishlaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sze S.M., Ng K.K. *Physics of Semiconductor Devices*. – 4th ed. – Hoboken: Wiley, 2021. – 1000 p.
2. Neamen D.A. *Semiconductor Physics and Devices*. – 5th ed. – New York: McGraw-Hill, 2023. – 800 p.
3. Taur Y., Ning T.H. *Fundamentals of Modern VLSI Devices*. – 3rd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2021. – 700 p.
4. Kasap S.O. *Principles of Electronic Materials and Devices*. – 4th ed. – New York: McGraw-Hill, 2019. – 750 p.
5. Abdurahmonov A.A. Qattiq jism fizikasi asoslari. – Toshkent: Oʻqituvchi, 2022. – 352 b.
6. Axmedov Q.R. Elektronika va mikroelektronika asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 320 b.
7. Karimov Sh.Sh., Ismoilov B.A. Yarimoʻtkazgich p-n oʻtishlarda tok-kuchlanish xususiyatlarini tahlil qilish // *OʻzMU xabarlari*. – Toshkent, 2022. – №3. – B. 45–49.

OLDINDAN ANIQLANGAN XUSUSIY HOSILALI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASI: NAZARIYA, AMALIYOT VA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR

Shahriniso Abdisalomova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Xususiy hosilali differensial tenglamalar zamonaviy matematika va amaliy fanlarning asosiy vositalaridan biri hisoblanadi. Ular issiqlik uzatish, suyuqliklar dinamikasi, elektromagnit maydonlar nazariyasi, kvant mexanikasi hamda biologik tizimlar kabi ko‘plab jarayonlarni modellashtirishda muhim rol o‘ynaydi.

Oldindan aniqlangan boshlang‘ich va chegaraviy shartlarga ega tenglamalar sistemasi real fizik jarayonlarni aniq ifodalash imkonini beradi. Bunday masalalar ko‘pincha boshlang‘ich-chegaraviy masalalar deb ataladi va ular amaliyotda eng ko‘p uchraydigan matematik modellar sirasiga kiradi.

Hozirgi kunda ilmiy-texnik taraqqiyot sharoitida murakkab ko‘p o‘lchovli tizimlarni o‘rganish zarurati ortib borayotganligi sababli XHDTlarni samarali va tezkor yechish dolzarb masalaga aylangan.

Xalqaro ilmiy manbalarda XHDT nazariyasi keng va chuqur o‘rganilgan. Jumladan, Lawrence C. Evans tomonidan ishlab chiqilgan nazariy asoslar differensial tenglamalarning mavjudlik, yagonalik va barqarorlik xossalarini o‘rganishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Gilbert Strang va boshqa olimlar tomonidan ishlab chiqilgan chekli elementlar usuli esa murakkab geometrik sohalarida tenglamalarni yechishda keng qo‘llanilmoqda. Ushbu usul muhandislik va fizik modellashtirishda ayniqsa samarali hisoblanadi.

So‘nggi yillarda yetakchi ilmiy markazlarda, jumladan, MIT va Stanford universitetlarida sun‘iy intellekt asosida differensial tenglamalarni yechish yo‘nalishi jadal rivojlanmoqda. Xususan, Raissi, Perdikaris va Karniadakis tomonidan taklif etilgan fizikaga asoslangan neyron tarmoqlar (PINNs) usuli differensial tenglamalarni ma‘lumotlarga asoslangan holda yechishning yangi bosqichini boshlab berdi.

Mazkur tadqiqotda nazariy va amaliy yondashuvlar uyg‘un holda qo‘llanildi. Analitik yechimlar mavjud bo‘lgan hollarda ular nazariy asos sifatida olindi va sonli natijalar bilan solishtirildi.

Quyidagi zamonaviy metodlar asosida hisoblash tajribalari o‘tkazildi:

chekli ayirmalar usuli (finite difference method);

chekli elementlar usuli (finite element method);

spektral usullar;

sun‘iy intellekt asosidagi modellashtirish (PINNs).

Empirik tahlil davomida turli tipdagi differensial tenglamalar sistemalari (parabolik, elliptik va giperbolik) uchun algoritmlar sinovdan o‘tkazildi. Hisoblashlar zamonaviy kompyuter dasturlari yordamida amalga oshirilib, ularning hisoblash tezligi, aniqligi va barqarorligi baholandi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, klassik analitik usullar faqat sodda yoki maxsus ko‘rinishdagi tenglamalar uchun qo‘llanishi mumkin. Murakkab va real hayotiy masalalarda esa sonli usullar asosiy yechim vositasi hisoblanadi.

Chekli elementlar usuli murakkab geometrik sohalarida yuqori aniqlik beradi, spektral usullar esa silliq yechimlarga ega masalalarda juda tez yaqinlashadi. Chekli ayirmalar usuli esa soddaligi va tushunarliqligi bilan ajralib turadi.

Sun‘iy intellekt asosidagi yondashuvlar, ayniqsa PINNs usuli, differensial tenglamalarni yechishda yangi imkoniyatlar yaratdi. Ushbu usul kamroq ma‘lumot bilan ham yuqori aniqlikda natija olish imkonini beradi hamda an‘anaviy to‘r (mesh) talab qilmaydi. Bu esa yuqori o‘lchamli masalalarda muhim ustunlik hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, oldindan aniqlangan xususiy hosilali differensial tenglamalar sistemalarini o‘rganish va ularni zamonaviy usullar yordamida yechish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy usullar bilan bir qatorda zamonaviy sonli va sun’iy intellektga asoslangan metodlardan kompleks foydalanish eng samarali yondashuv hisoblanadi. Kelgusida ushbu yo‘nalishda yuqori aniqlikdagi algoritmlar yaratish, katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlash va real vaqt rejimida modellashtirish tizimlarini rivojlantirish muhim ilmiy vazifalardan biri bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Partial Differential Equations – Evans L.C. Providence: American Mathematical Society, 2010.
2. Computational Science and Engineering – Strang G. Wellesley-Cambridge Press, 2007.
3. Differential Equations of Mathematical Physics – Tikhonov A.N., Samarskiy A.A. Moscow: Nauka, 1977.
4. Physics-Informed Neural Networks – Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Journal of Computational Physics, 2019.
5. Numerical Solution of Partial Differential Equations – Smith G.D. Oxford University Press, 1985.
6. Finite Element Procedures – Bathe K.J. Prentice Hall, 1996.
7. Spectral Methods in MATLAB – Trefethen L.N. SIAM, 2000.

3D MODELLASHTIRISH ASOSIDA GEOMETRIYA DARSINI TASHKIL ETISH BOSQICHLARI VA KREATIVLIKNI RIVOJLANTIRISH IMKONIYATLARI

Mavjuda Sobirova, Ilxom Tursunov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Zamonaviy ta’lim jarayonida innovatsion texnologiyalarni qo‘llash o‘quvchilarning bilim olish jarayonini yanada samarali va qiziqarli qiladi. Ayniqsa, geometriya fanini o‘qitishda 3D modellash tirish texnologiyalaridan foydalanish o‘quvchilarning fazoviy tasavvurini rivojlantirish, ijodiy fikrlashini shakllantirish hamda mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmalarini oshirishda muhim ahamiyatga ega.

3D modellash tirish — bu geometrik shakllarni uch o‘lchamli muhitda yaratish va ularni turli rakurslardan ko‘rib chiqish imkonini beruvchi zamonaviy vositadir. Ushbu texnologiya yordamida o‘quvchilar murakkab geometrik tushunchalarni aniq va vizual tarzda anglaydilar. Natijada, abstrakt bilimlar konkret ko‘rinishga ega bo‘lib, o‘zlashtirish darajasi ortadi.

3D modellash tirish asosida tashkil etilgan geometriya darsi quyidagi asosiy bosqichlardan iborat:

1. Muammoli vaziyat yaratish

Darsning boshlanishida o‘qituvchi o‘quvchilar oldiga muammoli savol yoki vaziyat qo‘yadi. Bu esa o‘quvchilarda qiziqish uyg‘otadi va ularni izlanishga undaydi. O‘quvchilar muammoni anglab, uni hal qilish yo‘llarini izlay boshlaydilar. Ushbu bosqich kreativlikning boshlang‘ich nuqtasi bo‘lib, unda qiziqish va motivatsiya shakllanadi.

2. 3D modellash tirish jarayoni

Bu bosqichda o‘qituvchi o‘quvchilarga model yaratish bo‘yicha yo‘nalish beradi. O‘quvchilar esa mustaqil ravishda yoki guruhlarda geometrik shakllarning 3D modellarini yaratadilar va ularni o‘zgartirib ko‘radilar. Natijada, o‘quvchilarning fazoviy tafakkuri rivojlanadi, ular yangi g‘oyalar yaratishga intiladilar va ijodiy yondashuv kuchayadi.

3. Tahlil va taqqoslash

Yaratilgan modellar ustida kuzatish ishlari olib boriladi. O‘qituvchi o‘quvchilarni tahlil qilishga yo‘naltiradi, ular esa shakllar orasidagi bog‘lanishlarni aniqlaydilar. Bu bosqich o‘quvchilarda mustaqil fikrlashni rivojlantiradi, mantiqiy xulosalar chiqarishga yordam beradi.

4. Xulosa chiqarish

Dars yakunida o‘qituvchi umumlashtirishga undaydi, o‘quvchilar esa o‘z xulosalarini bayon etadilar. Bu bosqichda o‘quvchilarning kreativ natijalari shakllanadi, ular o‘z bilimlarini tizimlashtiradilar va yangi bilimlar bilan boyitadilar.

3D modellash tirish asosida tashkil etilgan darslar quyidagi imkoniyatlarni yaratadi: o‘quvchilarning mustaqil ishlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi; muammoli vaziyatlarda kreativ yechim topishga o‘rgatadi; fazoviy va vizual tafakkurni shakllantiradi; jamoada ishlash va fikr almashish madaniyatini oshiradi; innovatsion texnologiyalar bilan ishlash tajribasini beradi.

3D modellash tirish texnologiyalaridan foydalanish geometriya darslarini samarali tashkil etishning muhim vositasidir. Ushbu yondashuv orqali o‘quvchilarning nafaqat bilim darajasi, balki kreativ fikrlashi, mustaqil qaror qabul qilish qobiliyati va innovatsion tafakkuri ham rivojlanadi. Shu sababli, zamonaviy ta’lim jarayonida 3D modellash tirishni keng joriy etish dolzarb vazifa hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Собирова М. Мактабда геометрияни ўқитишда GeoGebra технологияси орқали ўқувчи креативлигини ривожлантириш методикаси./ Узликсиз билимлендириш 1-2-сон 2023й –Б: 243-250.

2. Sobirova M., Tursunov I. Maktabda geometriyadan masalalar yechishda 3d modellashtirish texnologiyasidan foydalanish metodikasi / Yosh matematiklarning yangi teoremlari// respublika ilmiy-amaliy anjumani to ‘plami. -3 bet, 2025-yil.
3. Собирова М. Мактабда геометрияни ўқитишда GeoGebra воситаси орқали ўқувчи ўқув-иждий фаолиятини ривожлантириш методикаси. // Узлуксиз таълим тизими муаммоларига креатив ёндашув: назария ва амалиёт. Республика илмий-амалий конференция материаллари. –Термиз, 2020. -Б. 327-331

EKOTARBIYANI ZAMONAVIY RAQAMLI VOSITALAR ORQALI TASHKIL ETISH

Norjonova Asaloy Anvar qizi

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Hozirgi kunda ekologik muammolar eng dolzarb masalalardan biriga aylangan. Iqlim o'zgarishi, biologik xilma-xillikning kamayishi va atrof-muhitning ifloslanishi kabi tahdidlar ekologik ta'limni jiddiy rivojlantirish zaruratini taqozo etadi. An'anaviy ekologiya va barqaror rivojlanish bo'yicha ta'lim usullari hozirgi kunda bu muammolarni hal qilishda yetarli emas. Shu bois, ekologik ta'limni tashkil etishda zamonaviy raqamli vositalarning roli tobora muhimlashmoqda.

Raqamli texnologiyalar talabalarga ekologik tushunchalarni o'rgatishning interaktiv va innovatsion usullarini taklif etadi. Bu raqamli vositalar nafaqat o'quvchilarning ekologik ongini oshirishga yordam beradi, balki ularga yashil texnologiyalarni o'rganish va barqaror rivojlanish maqsadlarini amalga oshirishda faollik ko'rsatish imkonini yaratadi. Xususan:

— J. Dewey o'zining “Experience and Education” asarida bolalarning o'z tajribalari asosida o'rganishini, faoliyat turlarining o'zaro bog'lanishini asoslab bergan.

— L.S. Vygotskiy esa bolaning rivojlanishida ijtimoiy muhit va faol muloqotning hal qiluvchi o'rni borligini ta'kidlaydi.

— O'zbekistonlik pedagog olim D. Mirzayeva fikricha, “rivojlanish markazlari bola faoliyatini mustaqil tanlash, ijodiy ifodalash va muhit bilan o'zaro ta'sirda bo'lish imkonini yaratadi.”

— Haydarova M.G. o'z tadqiqotida tarbiyachi bola ijodkorligini qo'llab-quvvatlovchi, yo'naltiruvchi va rahbarlik qiluvchi subyekt sifatida faol bo'lishi lozimligini qayd etadi.

“Ilk qadam” dasturi ta'limning quyidagi 5 rivojlanish sohasini ajratib ko'rsatadi: ijtimoiy-hissiy rivojlanish, nutq va muloqot, jismoniy rivojlanish, bilish jarayonlari, san'at va ijodkorlik. Tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi:

1. Nazariy tahlil – “Ilk qadam” davlat o'quv dasturi, pedagogik va psixologik adabiyotlar o'rganildi.
2. Kuzatuv va suhbat – 4–5 yoshli bolalar bilan ishlovchi tarbiyachilarning ish tajribalari tahlil qilindi.
3. Tajriba-sinov – integratsiyalashgan faoliyatlarni rivojlanish markazlarida amaliyotda sinab ko'rish orqali samaradorlik baholandi.
4. Qiyosiy tahlil – an'anaviy va integratsiyalashgan ta'lim yondashuvlari taqqoslandi.

Tadqiqot natijalariga ko'ra, integratsiyalashgan ta'limiy faoliyat bolaning bir nechta kompetensiyalarini bir vaqtda rivojlantirish imkonini beradi. Masalan:

“Konstruktorlik markazi”da bola matematik tafakkur, ijodkorlik va kichik motorikani rivojlantiradi.

“Til va muloqot markazi”da nutq madaniyati, so'z boyligi va muloqot ko'nikmalari shakllanadi.

“San'at markazi” orqali estetik did va tasviriy ifoda rivojlanadi.

“Tabiat markazi”da esa kuzatuvchanlik, tahlil qilish, tabiatga mehr kabi fazilatlar tarbiyalanadi.

Integratsiyalashgan ta'lim - bu faqat turli fanlarni qo'shish emas, balki bola markazida bo'lgan pedagogik yondashuvdir. U quyidagi afzalliklarni beradi: shaxsiylashtirilgan o'rganish, faol o'rganish, tarbiyachi rolini o'zgartirish va mustaqil fikrlashni qo'llab-quvvatlash. “Ilk qadam” dasturi doirasida integratsiyalashgan ta'lim bolaning tabiiy qiziqishlarini qo'llab-quvvatlab, o'z-o'zini namoyon etish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, “Ilk qadam” dasturi asosida rivojlanish markazlarida integratsiyalashgan ta'limni tashkil etish bola shaxsini har tomonlama rivojlantirishga, ijodiy va bilish faoliyatlarini uyg'unlashtirishga, tarbiyachining metodik salohiyatini oshirishga va ta'lim jarayonini jonli, interfaol hamda mazmunli qilishga xizmat qiladi. Kelajakda maktabgacha ta'lim tashkilotlarida integratsiyalashgan o'quv faoliyatlarini yanada takomillashtirish, tarbiyachilar uchun metodik qo'llanmalarni ishlab chiqish dolzarb masalalardan biridir.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi “Maktabgacha ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. - Toshkent, 2019.
2. “Ilk qadam” davlat o‘quv dasturi. - Toshkent: Maktabgacha va maktab ta’limi vazirligi, 2022.
3. Dewey J. Experience and Education. - New York: Macmillan, 1938.
4. Vygotsky L.S. Mind in Society. - Harvard University Press, 1984.
5. Mirzayeva D. (2023). Rivojlanish markazlarining pedagogik imkoniyatlari. - “Maktabgacha ta’lim” jurnali.
6. Haydarova M.G‘. (2023). Maktabgacha yoshdagi bolalarda ijodiy qobiliyatni rivojlantirishda tarbiyachi roli.

UMUMIY FIZIKA JARAYONLARNI KOMPYUTERDA MODELLASHTIRISH

Zamira Tursunmurodovna Avulova, Halima O‘ljabek qizi Abdullayeva, E‘zoza Safarali qizi Axmedova

Shahrisabz davlat pedagogika instituti talabalari

Kirish. Kompyuterli modellashtirishning asosi — bu fizik hodisani matematik tillarda ifodalashdir. Har qanday fizik jarayon (masalan, jismning harakati yoki issiqlik almashinishi) differensial tenglamalar yoki qonuniyatlar tizimi orqali tavsiflanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi umumiy fizika jarayonlarini kompyuterda modellashtirish jarayonini o‘rganishdan iborat. Shuningdek, quyidagi vazifalar belgilangan: 1) fizika jarayonlarini modellashtirishda qo‘llaniladigan dasturlarni tahlil qilish; 2) laboratoriya ishlarini o‘tkazishda kompyuter simulyatsiyalarining samaradorligini baholash; 3) o‘quvchilarning fizika faniga bo‘lgan qiziqishini oshirish uchun yangi pedagogik usullarni ishlab chiqish; 4) olingan natijalarni taqdim etish va muhokama qilish.

Asosiy qism: Zamonaviy fizika ta’limida va ilmiy tadqiqotlarda kompyuter modellashtirish usullari keng o‘rin egallamoqda. Hozirgi kunda qo‘llanilayotgan dasturiy vositalarni uchta asosiy guruhga ajratish mumkin. Birinchisi, MATLAB va Wolfram Mathematica kabi universal matematik paketlar bo‘lib, ular murakkab differensial tenglamalar tizimini yechish va jarayonlarning yuqori aniqlikdagi grafik modellarini yaratish imkonini beradi. Ikkinchi guruhga Python dasturlash tili (NumPy, Matplotlib kutubxonalari bilan) kiradi; u o‘zining moslashuvchanligi va ochiq kodli ekanligi bilan ajralib turadi. Uchinchisi, PhET va Algodoo kabi interaktiv simulyatorlar bo‘lib, ular asosan o‘quv jarayonida fizik hodisalarni vizual namoyish etish uchun xizmat qiladi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tadqiqotning maqsadiga qarab dastur tanlash natijalarning aniqligi va ko‘rgazmaliligini ta’minlaydi. Laboratoriya mashg‘ulotlarida kompyuter simulyatsiyalaridan foydalanish an’anaviy eksperimentlarning imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi. Birinchidan, bu usul real sharoitda bajarish xavfli bo‘lgan (masalan, yadro fizikasi yoki yuqori kuchlanishli elektr zanjirlari) tajribalarni virtual muhitda xavfsiz amalga oshirish imkonini beradi. Ikkinchidan, simulyatsiyalar yordamida jarayonning vaqt shkalasini o‘zgartirish (tezlashtirish yoki sekinlashtirish) orqali juda tez yoki o‘ta sekin kechadigan hodisalarni batafsil kuzatish mumkin. Eng muhimi, kompyuter modellari o‘quvchiga tashqi xalaqit beruvchi omillarni (ishqalanish, havo qarshiligi) boshqarish imkonini berib, fizik qonuniyatning "toza" ko‘rinishini anglashga yordam beradi. Xususan, "virtual laboratoriya" va "muammoli izlanish" metodlari o‘quvchini passiv tinglovchidan faol tadqiqotchiga aylantiradi. O‘quvchi dastur parametrlarini o‘zi o‘zgartirishi va natijani darhol ekranda ko‘rishi unda mustaqil xulosa chiqarish ko‘nikmasini shakllantiradi. Shuningdek, jarayonlarni geymifikatsiya qilish (o‘yin ko‘rinishiga keltirish) o‘quvchilarning fanga bo‘lgan ichki motivatsiyasini va mavhum fizik tushunchalarni (masalan, entropiya yoki elektromagnit maydon) tasavvur qilish qobiliyatini oshiradi. Tadqiqot davomida 10 ta maktabda fizika laboratoriya ishlari o‘tkazildi va ularning natijalari tahlil qilindi. 250 ta o‘quvchi bilan o‘tkazilgan so‘rovnoma natijasida, o‘quvchilarning 78% fizika jarayonlarini kompyuterda modellashtirish orqali o‘z bilimlarini yanada chuqurlashtirish imkoniyatiga ega ekanligini bildirdi. Modellashtirish dasturlari yordamida o‘tkazilgan tajribalarda o‘quvchilarning 65% natijalarni to‘g‘ri tushunish va izohlashda yuqori ko‘rsatkichlarga erishdi.

Xulosa. Umumiy fizika jarayonlarini kompyuterda modellashtirish ta’lim jarayonini samarali tashkil etish uchun muhimdir. O‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyotda qo‘llash imkoniyati ularning qiziqishini oshiradi va ilmiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Shuning uchun, maktablarda fizika laboratoriya ishlari davomida kompyuter simulyatsiyalaridan keng foydalanish tavsiya etiladi. Kelajakda tadqiqotlarni kengaytirish va boshqa fanlar bilan integratsiyalashgan modellarni yaratish zarur.

ADABIYOTLAR

1. Muradov A.B. Fizikaning asoslari. - Toshkent: Fan, 2020. - 300 b.

2. Qodirov D.A. Kompyuter simulyatsiyalari. - Toshkent: O‘qituvchi, 2019. - 250 b.
3. Abdullaeva H.O. Maktab fizikasida yangi pedagogik usullar. - Shahrizabz: Shahrizabz davlat pedagogika instituti, 2021. - 150 b.
4. Jalilov R.X. O‘quv jarayonida texnologiyalardan foydalanish. - Toshkent: Ma’naviyat, 2022. - 200 b.
5. Akmalov S. Fizika fanini o‘qitish metodikasi. - Toshkent: Ma’lumot, 2023. - 180 b.

TEXNIKA OLIY O‘QUV YURTLARIDA OLIY MATEMATIKA FANINING O‘QITISH METODIKASI

Jonqobilov Jaxongir Tirkashevich

Olmalik davlat texnika inistututi

Mazkur ishda texnika oliy o‘quv yurtlarida oliy matematika fanini o‘qitishning zamonaviy metodikasi yoritilgan. Unda muammoli o‘qitish, modellashtirish, axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, differensial yondashuv hamda kompetensiyaga asoslangan ta’limning ahamiyati tahlil qilingan. Shuningdek, oliy matematika fanini o‘qitishda nazariy bilimlarni amaliy masalalar bilan uyg‘unlashtirish orqali talabalarning kasbiy tayyorgarligini oshirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari zamonaviy pedagogik yondashuvlar asosida yuqori malakali muhandis kadrlarni tayyorlash imkoniyatlarini kengaytirishini ko‘rsatadi.

Texnika oliy o‘quv yurtlarida oliy matematika fanini o‘qitish muhandislik ta’limining ajralmas qismi bo‘lib, u talabalarning mantiqiy fikrlash, tahlil qilish va murakkab texnik jarayonlarni modellashtirish ko‘nikmalarini shakllantiradi. Oliy matematika fani orqali talabalar nafaqat nazariy bilimlarni, balki ularni amaliy muammolarni hal etishda qo‘llash malakasini ham egallaydi. Shu sababli mazkur fanni o‘qitishda zamonaviy metodik yondashuvlarni qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy ta’lim jarayonida muammoli o‘qitish metodi alohida o‘rin tutadi. Ushbu metod talabalarning mustaqil fikrlashini rivojlantirib, ularni izlanishga undaydi. O‘qituvchi tomonidan yaratilgan muammoli vaziyatlar orqali talabalar matematik qonuniyatlarni o‘zlari kashf etishga harakat qiladi. Bu esa bilimlarning mustahkam o‘zlashtirilishiga xizmat qiladi. Modellashtirish metodi texnika oliy ta’limida ayniqsa muhimdir. Chunki muhandislik faoliyati ko‘p jihatdan real jarayonlarni matematik modellar orqali ifodalash va ularni tahlil qilishga asoslanadi. Oliy matematika darslarida differensial tenglamalar, integral hisob va chiziqli algebra kabi bo‘limlarni amaliy masalalar bilan bog‘lab o‘qitish talabalarning kasbiy tayyorgarligini oshiradi.

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish esa o‘qitish samaradorligini yanada oshiradi. Turli matematik dasturlar, grafik vositalar va onlayn platformalar yordamida murakkab matematik tushunchalarni vizual tarzda tushuntirish mumkin. Bu talabalarning qiziqishini oshiradi va mavzuni chuqurroq anglashga yordam beradi. Bundan tashqari, differensial yondashuv va individual ta’limni tashkil etish ham muhim hisoblanadi. Har bir talabaga uning bilim darajasi va qobiliyatiga mos topshiriqlar berish orqali ta’lim samaradorligi oshiriladi. Mustaqil ta’lim, kichik guruhlarda ishlash va loyihaviy yondashuv esa talabalarning ijodiy fikrlash va jamoada ishlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Kompetensiyaga asoslangan yondashuv oliy matematika fanini o‘qitishda ustuvor yo‘nalishlardan biri bo‘lib, u talabalarning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan bog‘lashga xizmat qiladi. Natijada, bitiruvchilar zamonaviy texnologiyalarni egallagan, muammolarni mustaqil hal qila oladigan va raqobatbardosh mutaxassislar sifatida shakllanadi. Texnika oliy o‘quv yurtlarida oliy matematika fanini samarali o‘qitish zamonaviy pedagogik texnologiyalar, innovatsion metodlar va amaliy yo‘naltirilgan yondashuvlar asosida amalga oshirilishi lozim. Bu esa talabalarni yuqori malakali muhandis va mutaxassislar sifatida tayyorlashda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni.
2. O‘zbekiston Respublikasi “Kadrlar tayyorlash milliy dasturi”.
3. Ziyomuhhammadov B. Pedagogika. – Toshkent: O‘qituvchi, 2019.
4. Tolipov O‘., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalar. – Toshkent, 2017.
5. Kolmogorov A.N. va boshqalar. Oliy matematika asoslari.
6. Kreyszig E. Advanced Engineering Mathematics.
7. Anton H. Calculus: Early Transcendentals.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI TASHKIL ETISH VA O‘TKAZISH METODIKASI

Avulova Zamira Tursunmurodovna, Elatova Nozima Zafarali qizi, Elatova Mohinur Zafarali qizi

Shahrisabz davlat pedagogika instituti

Kirish. Fizika fanini o‘qitishda nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi. Laboratoriya mashg‘ulotlari o‘quvchilarning fizik hodisalarni bevosita kuzatishi, tajribalar o‘tkazishi va nazariy bilimlarini mustahkamlashida asosiy vosita hisoblanadi. Shu sababli laboratoriya ishlarini to‘g‘ri tashkil etish va samarali o‘tkazish metodikasini ishlab chiqish fizika ta‘limining dolzarb masalalaridan biridir. Fizika fanini o‘qitishda laboratoriya mashg‘ulotlarining o‘rni beqiyosdir. Chunki laboratoriya ishini bajarishda talaba mavzu mazmunini tushunishi, olgan nazariy bilimlari mohiyatini anglash, hamda uni amaloyotga qo‘llash ko‘ ishtirokchisi sifatida qatnashadi. U fizik jarayonlarning ro‘y berishini kuzatadi, his qiladi va kattaliklarning qiymatlarini hisoblaydi. Boshqacha aytganda, ma‘lumot olish kanallarining asosiy qismida ishtirok etadi. O‘rganish jarayonida talabaning qancha ko‘p sezgilari ishtirok etsa, o‘zlashtirish jarayoni ham shuncha tez kechadi va yuqori darajada bo‘ladi. O‘rganishlarning ko‘rsatishicha talaba ma‘lumotlarning 81 foizini ko‘rish orqali oladi. Laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishda birinchi navbatda darsning maqsadi aniq belgilanishi zarur. Har bir tajriba o‘quvchilarga muayyan fizik qonuniyatni tushuntirishga xizmat qilishi kerak. Mashg‘ulotlar quyidagi bosqichlar asosida olib boriladi:

- Tayyorgarlik bosqichi – o‘quvchilarga kerakli nazariy ma‘lumotlar beriladi, xavfsizlik qoidalari tushuntiriladi.

- Amaliy faoliyat bosqichi – o‘quvchilar mustaqil yoki guruhda tajriba o‘tkazadilar, o‘lchashlar bajaradilar.

- Natijalarni tahlil qilish – olingan ma‘lumotlar qayta ishlanadi, xulosalar chiqariladi.

Laboratoriya mashg‘ulotlarida zamonaviy pedagogik texnologiyalar, jumladan, interfaol usullar va axborot-kommunikatsiya vositalaridan foydalanish samaradorlikni oshiradi. O‘qituvchi bu jarayonda yo‘naltiruvchi va maslahat beruvchi rolni bajaradi, o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantiradi.

Xulosa

Xulosa qilib aytganda, fizika fanini o‘qitishda laboratoriya mashg‘ulotlari o‘quvchilarning bilimlarini chuqurlashtirish va amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirishda muhim o‘rin tutadi. To‘g‘ri tashkil etilgan laboratoriya ishlari o‘quvchilarning ilmiy tafakkurini shakllantiradi, ularni mustaqil izlanishga undaydi hamda fizika faniga bo‘lgan qiziqishini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. B.M. Mirzamedov, N.M. Mamadiyorov. O‘rta maktabda fizika o‘qitish metodikasi Guliston.:1992 y.
2. Djorayev M. Fizika o‘qitish metodikasi. O‘quv qo‘llanma. Guliston, GuIDU, 2017.
3. Zaharov. P.(2004) Fizika o‘qitish metodikasi. Tashkent: O‘zbekiston Respublikasi Xalq ta‘limi vazirligi.
4. Mazur, E. (2021). Peer Instruction: A User’s Manual. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
5. Jo‘rayev, M. (2019). Fizika o‘qitishda zamonaviy texnologiyalar. Toshkent: "Niso Poligraf".
6. Redish, E. F. (2019). Teaching Physics with the Physics Suite. Wiley & Sons.

QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIKDAN KENGAYISH XUSUSIYATLARINI ZAMONAVIY FIZIKA KURSIGA INTEGRATSIYA QILISH

Amonova Shirin Norboy qizi

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti talabasi

Qattiq jismlarning issiqlik ta'sirida kengayishi fizika fanining muhim bo'limlaridan biri hisoblanadi. Bu hodisa nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy hayotda ham katta ahamiyat kasb etadi. Masalan, temir yo'l relslari yozda kengayib, qishda qisqaradi, ko'priklar qurilishida esa maxsus kengayish bo'shliqlari qoldiriladi. Agar bu jarayonlar hisobga olinmasa, katta texnik nosozliklar yoki avariylar yuzaga kelishi mumkin. Shu sababli, qattiq jismlarning issiqlik kengayishi mavzusini zamonaviy fizika kursiga chuqur integratsiya qilish orqali talabalar nafaqat nazariy bilimlarga ega bo'ladilar, balki ularni real hayotdagi muammolarni hal etishda qo'llashni ham o'rganadilar. Bu esa ta'lim sifatini oshirishda muhim rol o'ynaydi.

Qattiq jismlar atom va molekulalardan tashkil topgan bo'lib, ular muvozanat holatida ma'lum masofada joylashgan bo'ladi. Harorat oshishi bilan zarrachalarning kinetik energiyasi ortadi va ular orasidagi masofa kengayadi. Natijada jismning o'lchamlari ortadi.

Issiqlik kengayishi uch turga bo'linadi:

1. *Chiziqli kengayish*. Jismning uzunligi harorat o'zgarishi bilan ortadi yoki kamayadi. Bu quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T$$

Δl – uzunlik o'zgarishi,

α – chiziqli kengayish koeffitsienti (materialga bog'liq),

l_0 – boshlang'ich uzunlik,

ΔT – harorat o'zgarishi.

2. *Sirti kengayishi*. Jismning yuzasi ham harorat ta'sirida ortadi. Bu hodisa ikki o'lchamli kengayish sifatida qaraladi.

3. *Hajmiy kengayish*. Uch o'lchamli jismlarda hajmning o'zgarishi kuzatiladi. Bu quyidagi formula bilan ifodalanadi: $\Delta V = \beta V_0 \Delta T$

Bu yerda:

ΔV – hajm o'zgarishi,

β – hajmiy kengayish koeffitsienti,

V_0 – boshlang'ich hajm.

Odatda, $\beta \approx 3\alpha$ munosabat mavjud bo'ladi (izotrop jismlar uchun).

Molekulyar darajada qaralganda, qattiq jismlardagi zarrachalar elastik bog'lanishlar orqali tutashgan bo'ladi. Harorat oshganda bu bog'lanishlar "cho'ziladi", chunki zarrachalar tebranish amplitudasi ortadi. Potensial energiya grafigi assimetrik bo'lgani sababli o'rtacha masofa ortadi.

Bu tushuncha talabalar uchun kvant va statistik fizika elementlarini tushunishga asos bo'lib xizmat qiladi.

Talabalarga quyidagi yo'nalishlarda bilim berish muhim:

Issiqlik kengayishining fizik mohiyati. Turli materiallar (metall, keramika, shisha) uchun kengayish farqlarini va issiqlik deformatsiyasining ijobiy va salbiy tomonlarini real hayotiy misollar orqali tushuntirish.

1. *Laboratoriya mashg'ulotlari*. Talabalar metall tayoqchalarni qizdirib, ularning uzunligi qanday o'zgarishini maxsus asboblardan yordamida o'lchaydilar. Bu tajriba orqali ular nazariy formulalarning amalda qanday ishlashini ko'radilar.

2. *Virtual laboratoriyalar va modellash*. Kompyuter dasturlari yordamida turli materiallarning haroratga bog'liq kengayishi simulyatsiya qilinadi. Bu usul ayniqsa murakkab tizimlarni

o‘rganishda samarali hisoblanadi.

3. *Muammoli ta’lim usuli*. Talabalarga real muammolar beriladi (masalan, ko‘prik qurishda kengayishni hisoblash) va ular mustaqil yechim topishga yo‘naltiriladi.

Qattiq jismlarning issiqlik kengayishi ko‘plab sohalarda qo‘llaniladi:

Qurilishda: Binolar va ko‘priklarda deformatsiyani oldini olishda; Mashinasozlikda: Detallarning aniqligini ta’minlashda; Energetikada: Issiqlik qurilmalarining samaradorligini oshirishda; Transportda: Temir yo‘l relslarining xavfsizligini ta’minlashda.

Qattiq jismlarning issiqlikdan kengayishi mavzusi nafaqat fundamental fizik qonuniyatlarni o‘rganishda, balki ularni amaliyotda qo‘llashda ham muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar yordamida ushbu mavzuni o‘qitish talabalarning bilim saviyasini oshiradi va ularni kelajakda malakali mutaxassis bo‘lib yetishishiga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. Fundamentals of Physics. — Wiley, 2014.
2. Serway, R.A., Jewett, J.W. Physics for Scientists and Engineers. — Cengage Learning, 2018.
3. Tipler, P.A., Mosca, G. Physics for Scientists and Engineers. — W.H. Freeman, 2008.
4. Kittel, C. Introduction to Solid State Physics. — Wiley, 2005.
5. Ioffe, A.F. Fizika poluprovodnikov. — Moskva: Nauka, 1977.
6. Landau, L.D., Lifshitz, E.M. Statistical Physics. — Pergamon Press, 1980.
7. Zaytsev, V.F. Umumiy fizika kursi. — Toshkent, 2000.
8. Axmedov, A., Karimov, Sh. Fizika (umumiy kurs). — Toshkent: O‘qituvchi, 2015.

SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA ATOM FIZIKASI BO'YICHA MUAMMOLI TOPSHIRIQLARNI AVTOMATIK SHAKLLANTIRISH ALGORITMLARI

Boymirov Sherzod Tuxtayevich¹, Mahmudov Yusup Ganiyevoich²

¹Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

²Termiz davlat pedagogika instituti

Bugungi kunda fizika ta'limi, xususan atom fizikasi kabi mavhum va matematik jihatdan murakkab soha, o'quvchilardan yuqori darajadagi analitik fikrlashni talab etadi. An'anaviy yondashuvda test va imtihon topshiriqlarini ishlab chiqish ekspertlarning ko'p vaqt va mehnatini talab qiladigan jarayon bo'lib, bu keng ko'lamli va moslashuvchan baholash tizimlarini yaratish imkoniyatini cheklaydi. So'nggi yillarda katta til modellari (LLM) va generativ sun'iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi ta'limda avtomatik topshiriq generatsiyasi uchun yangi imkoniyatlar ochib berdi.

Biroq, SI asosida generatsiya qilingan topshiriqlarning sifati, ularning o'quvchilarning bilim darajasini haqqoniy baholash qobiliyati, hamda yuqori kognitiv darajadagi (analiz, sintez, baholash) masalalarni yaratish imkoniyati hali to'liq o'rganilmagan. Ushbu tezis atom fizikasi misolida mazkur muammoning yechimiga doir zamonaviy algoritmlarni tizimlashtirish va ularning samaradorligini baholashga qaratilgan.

Atom fizikasi bo'yicha muammoli topshiriqlarni avtomatik shakllantirish uchun bir necha asosiy yondashuvlar mavjud bo'lib, ularning har biri turli algoritmik asoslarga tayanadi.

Mavjud tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, oddiy bir martalik ko'rsatma bilan murakkab fizik masalalarni ishlash ko'pincha past sifatli yoki noto'g'ri natijalarga olib keladi. Samarali usullardan biri bu "ko'rsatma-zanjir" strategiyasidir. Ushbu usulda generatsiya jarayoni bir necha bosqichga bo'linadi:

1. Masala strukturasini aniqlash: Bosqichda topshiriqning matematik shakli (masalan, Bor postulatlar yoki yadro reaksiyasi tenglamalari) ko'rsatiladi.

2. Kontekstni yaratish: Atom fizikasiga oid real hodisa yoki eksperiment (masalan, fotoeffekt yoki kompton sochilishi) tavsiflanadi.

3. Sonli ma'lumotlarni kiritish: Python interpretatori yordamida yechimni avtomatik tekshirish imkonini beradigan sonli qiymatlar varaqalashtiriladi.

4. Validatsiya: Yaratilgan masala yechimga egami va fizik jihatdan to'g'rimi – bu tekshiruvdan o'tkaziladi.

Bu usul atom fizikasidagi "izomorf" masalalar (bir xil fizik qonun asosida, lekin turli kontekstdagi masalalar) bankini yaratishda yuqori samaradorlikni namoyish etadi.

Yana bir innovatsion yondashuv – bu fizik jarayonlarning simulyatorlaridan foydalanish. Carnegie Mellon universiteti olimlari tomonidan ishlab chiqilgan Sim2Reason platformasi fizik simulyatorlarni avtomat ravishda "savol-javob" juftliklari generatoriga aylantiradi. Buning uchun:

- Simulyator muhitida atomlar yoki subatom zarrachalar ishtirokidagi turli ssenariylar ishga tushiriladi.

- Domenga xos til yordamida ssenariylar randomizatsiyasi strukturalashtiriladi.

- Simulyatsiya natijasida "agar shunday bo'lsa, nima bo'lardi?" degan printsip asosida muammoli topshiriqlar avtomatik shakllantiriladi.

Bu usul ayniqsa, kvant holatlarning evolyutsiyasi yoki mikroolamdagi o'zaro ta'sirlarni modellashtirishda juda kuchli vositadir. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, faqat sintetik (simulyatsiya) ma'lumotlarda o'qitilgan LLMlar haqiqiy Xalqaro fizika olimpiadasi (IPhO) masalalarida 5-10% ga yaxshilangan natijalar ko'rsatgan.

Atom fizikasida ko'pincha kuzatilgan natijalar (masalan, zarrachalar sochilishi spektri) asosida sabablarni (masalan, yadroning ichki tuzilishi) aniqlash talab etiladi. Bu "teskari masala" sifatida

belgilanadi. SAGIPS (Scalable Asynchronous Generative Inverse-Problem Solver) kabi tizimlar generativ hamkorlik tarmoqlari (GAN) yordamida bu muammoni yechadi.

- Generator - masalaning yechimini (masalan, protonning 3D tasvirini) "taxminlaydi".
- Diskriminator - bu yechim haqiqiy eksperimental ma'lumotlarga mos keladimi yoki yo'qmi, tekshiradi.

GANlarning ushbu musobaqasi mavjud ma'lumotlarga to'liq mos keladigan muammoli vaziyatlarni yaratish imkonini beradi.

Yaratilgan algoritmlarning samaradorligini baholash uchun bir qancha mezonlar ishlab chiqilgan.

Oliy Iqtisodiyot maktabi (HSE) va Nigeriyadagi tadqiqotlar LLM tomonidan yaratilgan fizika savollari yuqori darajadagi ishonchlilikka (2PL modelida 0,79) ega ekanligini ko'rsatdi. Yaratilgan topshiriqlar Blum taksonomiyasi bo'yicha eng past (bilim) dan eng yuqori (baholash) kognitiv darajalargacha qamrab olingan.

Tsyurix ETHda o'tkazilgan tadqiqotda (Physical Review jurnalida chop etilgan) 34 nafar talaba LLM generatsiyalagan 543 ta masalani yechib, ularga baho berdi. Ekspertlar bahosi va LLM ("sudya" sifatida) bahosi o'rtasida yuqori korrelyatsiya aniqlandi. Tadqiqot shuni ko'rsatdiki, topshiriqlar sifatini baholash uchun ularning har bir jihatini (matematik to'g'riligi, realizm, til ravonligi) alohida tekshirish shart emas, balki "strukturaviy va ko'rinib turadigan" cheklarning kichik to'plami yetarli.

Mavjud yutuqlarga qaramay, avtomatik generatsiya algoritmlari bir qator kamchiliklarga ega:

1. Hozirgi LLMlar ko'p bosqichli fizik mulohaza (multi-step physical reasoning) talab qiladigan masalalarda xato qiladi.
2. Mavjud modellar ko'pincha o'qitish ma'lumotlarida uchragan masalalarga o'xshash variantlarni yaratadi, haqiqiy yangi konstruksiyani (original discovery) yarata olmaydi.
3. Yadro fizikasiga oid tor sohalarda (masalan, kvant xromodinamika) LLMlar ko'pincha chalkashtirib yuboradi.

Kelajakdagi ishlar generatsiya jarayoniga aniq fizik qonunlarni (simvol usullari) integratsiya qilish, hamda LLMlarni atom fizikasi bo'yicha ixtisoslashtirilgan ma'lumotlar to'plamida (ilmiy maqolalar, preprinter) qo'shimcha o'qitish (fine-tuning) ustida olib borilishi kerak.

Sun'iy intellekt asosida atom fizikasi bo'yicha muammoli topshiriqlarni avtomatik shakllantirish algoritmlari ta'lim sohasida inqilob qilish imkoniyatiga ega. Ko'rsatma-zanjir, fizik simulyatorlar (Sim2Reason) va GANlar asosidagi yondashuvlar yuqori sifatli, ishonchli topshiriqlarni yaratish imkonini beradi. Bu texnologiyalarning rivojlanishi, ayniqsa, fizika fanidan moslashuvchan va shaxsiylashtirilgan ta'lim tizimlarini yaratishga olib keladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Omopekunola, M. O. (2025). *Psychometric evaluation of LLM-generated physics questions for high-stakes assessment*. Higher School of Economics (HSE) University.
2. Lersch, D., Sato, N., & Schram, M. (2025). *It's Elementary: Problem-Solving AI Approach Offers Scientific Discovery at Scale*. Jefferson Lab. (Machine Learning: Science and Technology jurnalida chop etilgan).
3. Prabhudesai, M., Satpathy, A., Li, Y., et al. (2026). *Sim2Reason: Solving Physics Olympiad via Reinforcement Learning on Physics Simulators*. Carnegie Mellon University.
4. Geisler, T., & Kortemeyer, G. (2026). *When AI evaluates its own work: Validating learner-initiated, AI-generated physics practice problems*. Physical Review Physics Education Research, 22, 010134.
5. Chen, Z. (2025). *Reliable generation of isomorphic physics problems using Generative AI with prompt-chaining and tool use*. arXiv preprint, arXiv:2508.14755. / Stanford SCALE Repository.

SUN’IY INTELLEKT YORDAMIDA O‘QITUVCHI VA TALABA O‘RTASUN’IY INTELLEKTDAM SAMARALI PEDAGOGIK O‘ZARO ALOQANI TASHKIL ETISH

Boymirov Sherzod Tuxtayevich

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti dotsenti, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori

Bugungi raqamli asrda talabalar sonining ko‘payishi va o‘qituvchilarning ish yukining ortishi har bir talabaga individual yondashish imkoniyatini cheklamoqda. An‘anaviy pedagogik muloqot asosan sun‘iy intellektnda amalga oshiriladi, biroq talabalar darsdan tashqari vaqtda (kechki payt, dam olish kunlari) yordam olishda qiyinchiliklarga duch keladi. Sun‘iy intellekt xususan ChatGPT, Gemini kabi katta til modellari (LLM) 24/7 rejimida talabalar savollariga javob berish, ularning bilim darajasun‘iy intellektga mos tushuntirishlar taqdim etish va o‘qituvchiga hisobot berish imkoniyatini yaratdi. Ushbu tezis sun‘iy intellekt yordamida o‘qituvchi va talaba o‘rtada sun‘iy intellekt orqali aloqani samarali, pedagogik asoslangan va insonparvar tarzda tashkil etish masalaga bag‘ishlangan.

Pedagogik o‘zaro aloqa – o‘qituvchi va talaba o‘rtadagi bilim, tajriba va ko‘nikmalar almashinuvining ikki tomonlama jarayonidir. Pedagogikada to‘rt asosiy o‘zaro aloqa modeli mavjud:

Model	Tavsifi	Sun‘iy intellektning roli
Transfer-model	O‘qituvchi faol, talaba passiv	Tezkor javob berish
Interaktiv model	Savol-javob, munozara	Real vaqtda dialog
Shaxsiylashtirilgan model	Talaba ehtiyojlariga mos yondashuv	Bilim bo‘shliqlarini aniqlash
Transformatsion model	Talabani mustaqil fikrlashga undash	Muammoli vaziyatlar yaratish

Sun‘iy intellekt ayniqsa interaktiv va shaxsun‘iy intellektylashtirilgan modellarda yuqori samara beradi.

Intellektual repetitorlik tizimlari – Cognitive Tutor, ALEKS kabi tizimlar talaba xatolarini tahlil qilib, o‘qituvchiga hisobot ma‘lumotlarini yuboradi.

Adaptiv fikr-mulohaza generatorlari bu sun‘iy intellekt xatolarni ko‘rib chiqish va tuzatishi, takliflar erish va rag‘batlantirish beradi. Bu esa o‘qituvchi vaqtini 50-70% tejaydi.

3. Samarali aloqani tashkil etish algoritmi. Boshlang‘ich testlar talabalarga beriladi, sun‘iy intellekt profil yaratadi va o‘qituvchi strategiyani belgilaydi. Talaba istalgan vaqtda chatbotga savol beradi va ushbu muloqotlar o‘qituvchi panelida saqlanadi. Talabalar tabiiy intellektida haftada 1-2 marta jonli muloqot. Sun‘iy intellekt talabalar haqida baholash hisobotini beradi, bahoni faqat o‘qituvchi qo‘yadi.

ADABIYOTLAR

1. VanLehn, K. (2011). The relative effectiveness of human tutoring, intelligent tutoring systems, and other tutoring systems. *Educational Psychologist*, 46(4), 197-221.
2. Mollick, E. R., & Mollick, L. (2023). Usun‘iy intellektng AI to implement effective teaching strategies in classrooms. Wharton School.
3. Holmes, W. et al. (2019). Artificial intelligence in education. Center for Curriculum Redesun‘iy intellektgn.

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA MAXSUS EHTIYOJLI O‘QUVCHILAR UCHUN TEXNOLOGIYALAR VA TAJRIBALARNING ROLI

Raimov G‘ayrat Fayzullayevich, G‘ulomov Davlatbek Istat o‘g‘li

Termiz davlat pedagogika instituti
Termiz davlat universiteti magistranti

Fizika fani tabiiy-ilmiy bilimlarning asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, uning o‘qitilishi o‘quvchilarda ilmiy tafakkur, kuzatuvchanlik, muammolarni hal qilish ko‘nikmasi va eksperimental faoliyatni rivojlantirishga xizmat qiladi. Biroq maxsus ta‘lim ehtiyojlari mavjud (ko‘rish, eshitish, harakat cheklanishi, intellektual rivojlanish farqlari va boshqa nogironlik turlari bo‘lgan) o‘quvchilar uchun fizika darslarini an‘anaviy usullar bilan o‘tkazish ko‘pincha samarasiz bo‘ladi. Chunki fizika mavzularining aksariyati abstrakt, ko‘zga ko‘rinmaydigan hodisalar (masalan, kuch, magnit maydon, to‘lqinlar, elektr zaryadlari) bilan bog‘liq bo‘lib, ularni faqat vizual yoki jismoniy tajriba orqali tushunish mumkin. Shu sababli, maxsus ehtiyojli o‘quvchilar uchun moslashtirilgan texnologiyalar va tajribalar fizika o‘qitishning eng muhim va samarali vositalariga aylanmoqda.

Zamonaviy texnologiyalar inklyuziv ta‘lim sharoitida fizika fanini o‘qitishda bir necha muhim vazifalarni bajaradi. Birinchidan, ular abstrakt hodisalarni vizual, audio yoki taktil shaklda taqdim etish orqali o‘quvchining idrok kanallarini kengaytiradi. Ikkinchidan, jismoniy harakat talab qilmaydigan virtual tajribalar orqali harakat cheklangan o‘quvchilar uchun xavfsiz va qulay sharoit yaratadi. Uchinchidan, individual tezlik va qobiliyatga moslashish imkonini beradi – har bir o‘quvchi o‘ziga qulay ritmda tajriba o‘tkazib, natijalarni tahlil qiladi. To‘rtinchidan, teng ishtirokni ta‘minlaydi – sog‘lom o‘quvchilar bilan birga virtual muhitda ishlaganda maxsus ehtiyojli o‘quvchilar o‘zini chetda his qilmaydi.

Masalan, “Forces and Motion: Basics” simulyatsiyasida o‘quvchilar kuch, massa va tezlanish o‘rtasidagi bog‘lanishni o‘rganadi – og‘irlikni o‘zgartirib, aravachaning tezlanishini kuzatadi. Harakat cheklangan o‘quvchi uchun bu simulyatsiya jismoniy harakat o‘rniga virtual harakatni taqdim etadi, ko‘zi ojiz o‘quvchi uchun esa audio tavsif va teginishli qurilmalar qo‘llaniladi.

Virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalari ham muhim o‘rin tutmoqda. VR ko‘zoynaklari orqali o‘quvchilar fizika hodisalarini “ichidan” ko‘radi – masalan, yorug‘lik nurlarining sinishi va qaytishini optik muhitda kuzatadi yoki magnit maydon chiziqlarini uch o‘lchovli shaklda his qiladi. Inklyuziv sharoitda VR dasturlari sensorli ekranlar, ovozli boshqaruv va teginishli qo‘shimchalar bilan moslashtiriladi, shuning uchun har bir o‘quvchi o‘ziga mos usulda ishtirok etadi. Sensorli va taktil tajribalar ko‘zi ojiz va harakat cheklangan o‘quvchilar uchun alohida ahamiyatga ega. Masalan, mexanika mavzusida og‘irlik va kuchni his qiladigan sensorli asboblari ishlatiladi – o‘quvchi qo‘li bilan og‘irlikni ko‘tarib, kuch sarflashini his qiladi. Optika bo‘limida teginishli prizma va linza modellar orqali yorug‘likning sinishi va fokuslanishini his qilish mumkin. Elektr zanjirlarini o‘rganishda teginishli sxemalar va sensorli ampermetrlar qo‘llaniladi. Texnologiyalar va tajribalarning roli shundaki, ular fizika fanini nafaqat o‘qitadi, balki o‘quvchilarning shaxsiy rivojlanishiga ham yordam beradi. Maxsus ehtiyojli o‘quvchilar virtual muhitda tajriba o‘tkazganda o‘ziga ishonchi oshadi, tengdoshlari bilan birga ishlaganda ijtimoiy ko‘nikmalari rivojlanadi, natijalarni tahlil qilganda ilmiy tafakkuri shakllanadi. Bu jarayon O‘zbekiston ta‘lim tizimining zamonaviy talablarga moslashishida muhim o‘rin tutadi. Ammo texnologiyalarning roli to‘liq ro‘yobga chiqishi uchun bir qancha shartlar bajarilishi kerak: maktablarning texnik ta‘minoti yaxshilanishi, o‘qituvchilarning maxsus treninglardan o‘tishi, individual ta‘lim dasturlari tuzilishi va baholash tizimi yangilanishi lozim. Aks holda, texnologiyalar faqat ayrim maktablarda qo‘llaniladi va keng qamrovli natija bermaydi. Fizika fani tabiiy-ilmiy bilimlar tizimining asosiy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, uning o‘qitilishi o‘quvchilarda ilmiy tafakkur, kuzatuvchanlik, muammolarni hal qilish qobiliyati, eksperimental faoliyat va mantiqiy fikrlash ko‘nikmalarini

rivojlantirishga xizmat qiladi. Biroq maxsus ta'lim ehtiyojlari mavjud bo'lgan (ko'rish qobiliyati cheklangan, eshitish muammosi bo'lgan, harakatlanishda qiyinchiliklar mavjud, intellektual rivojlanish farqlari yoki boshqa nogironlik turlari bo'lgan) o'quvchilar uchun fizika darslarini an'anaviy usullar bilan o'tkazish ko'pincha samarasiz va hatto imkonsiz holatga kelib qoladi. Fizika mavzularining aksariyati abstrakt, ko'zga ko'rinmaydigan, teginib his qilib bo'lmaydigan hodisalar (masalan, gravitatsiya kuchi, magnit maydon chiziqlari, yorug'lik to'lqinlari, elektr zaryadlari va oqimi) bilan bog'liq bo'lganligi sababli, ularni faqat vizual yoki jismoniy tajriba orqali tushuntirish va o'rgatish zarur bo'ladi. Shu sababli, maxsus ehtiyojli o'quvchilar uchun moslashtirilgan zamonaviy texnologiyalar va tajribalar fizika o'qitishning eng muhim, samarali va hatto yagona vositalariga aylanib bormoqda. Zamonaviy texnologiyalar inklyuziv ta'lim sharoitida fizika fanini o'qitishda bir necha asosiy vazifalarni bajaradi. Birinchidan, ular abstrakt va ko'zga ko'rinmaydigan fizik hodisalarni turli idrok kanallari orqali – vizual, audio, taktil va hatto kinestetik shaklda taqdim etish imkonini beradi, bu o'quvchining idrok usullariga moslashishni ta'minlaydi. Ikkinchidan, jismoniy harakat talab qilmaydigan virtual tajribalar orqali harakat cheklangan o'quvchilar uchun xavfsiz va qulay sharoit yaratiladi, ular xohlagancha tajriba o'tkazib, xato qilishdan qo'rqmaydi va natijalarni takroriy ravishda sinab ko'radi. Uchinchidan, texnologiyalar individual tezlik va qobiliyatga moslashish imkonini beradi – har bir o'quvchi o'ziga qulay ritmda, o'z darajasida tajriba o'tkazib, natijalarni tahlil qiladi va xulosalar chiqaradi. To'rtinchidan, texnologiyalar teng ishtirokni ta'minlaydi – sog'lom o'quvchilar bilan birga virtual muhitda ishlaganda maxsus ehtiyojli o'quvchilar o'zini chetda his qilmaydi, aksincha guruhning to'laqonli a'zosi sifatida faoliyat yuritadi.

Virtual reallik (VR) va kengaytirilgan reallik (AR) texnologiyalari fizika o'qitishda yangi imkoniyatlar ochmoqda. VR ko'zoynaklari orqali o'quvchilar fizika hodisalarini “ichidan” ko'radi va his qiladi – masalan, yorug'lik nurlarining sinishi va qaytishini optik muhitda uch o'lchovli shaklda kuzatadi, magnit maydon chiziqlarini uch o'lchovli fazoda “aylanib yurib” ko'radi yoki gravitatsiya ta'sirini kosmik muhitda tajriba qiladi. Inklyuziv sharoitda VR dasturlari sensorli ekranlar, ovozli boshqaruv va teginishli qo'shimchalar bilan moslashtiriladi, shuning uchun har bir o'quvchi o'ziga mos usulda ishtirok etadi. AR texnologiyalari esa planshet yoki smartfon orqali real muhitga virtual elementlarni qo'shadi – masalan, stol ustida virtual elektr zanjiri qurish yoki yorug'lik nurlarining yo'nalishini ko'rish mumkin. Sensorli va taktil tajribalar ko'zi ojiz va harakat cheklangan o'quvchilar uchun alohida ahamiyatga ega. Mexanika mavzusida og'irlik va kuchni his qiladigan sensorli asboblari ishlatiladi – o'quvchi qo'li bilan og'irlikni ko'tarib, kuch sarflashini his qiladi. Optika bo'limida teginishli prizma va linza modellar orqali yorug'likning sinishi va fokuslanishini his qilish mumkin. Elektr zanjirlarini o'rganishda teginishli sxemalar va sensorli ampermetrlar qo'llaniladi, bu o'quvchiga elektr oqimini “his qilish” imkonini beradi.

Texnologiyalar va tajribalarning roli shundaki, ular fizika fanini nafaqat o'qitadi, balki o'quvchilarning shaxsiy rivojlanishiga ham yordam beradi. Maxsus ehtiyojli o'quvchilar virtual muhitda tajriba o'tkazganda o'ziga ishonchi oshadi, tengdoshlari bilan birga ishlaganda ijtimoiy ko'nikmalari rivojlanadi, natijalarni tahlil qilganda ilmiy tafakkuri shakllanadi. Bu jarayon O'zbekiston ta'lim tizimining zamonaviy talablarga moslashishida muhim o'rin tutadi va inklyuziv ta'limning samaradorligini oshiradi. Ammo texnologiyalarning roli to'liq ro'yobga chiqishi uchun bir qancha shartlar bajarilishi kerak: maktablarning texnik ta'minoti yaxshilanishi, o'qituvchilarning maxsus treninglardan o'tishi, individual ta'lim dasturlari tuzilishi va baholash tizimi yangilanishi lozim. Aks holda, texnologiyalar faqat ayrim maktablarda qo'llaniladi va keng qamrovli natija bermaydi. Xulosa qilib aytganda, maxsus ehtiyojli o'quvchilar uchun texnologiyalar va moslashtirilgan tajribalar fizika fanini o'qitishda asosiy vosita bo'lib qolmoqda. Ular abstrakt hodisalarni tushunarli qiladi, teng ishtirokni ta'minlaydi, xavfsiz va individual tajriba o'tkazish imkonini beradi, o'quvchilarning ilmiy tafakkurini va mustaqilligini rivojlantiradi. Ushbu bobda keltirilgan tahlil keyingi bo'limlarda konkret dars ishlanmalari va sinov natijalari uchun zamin yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. Abdukarimov Q. va boshq. Fizika o‘qitish metodikasi. – Toshkent: Fan, 2018.
2. Nishonova S. Inklyuziv ta’lim asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2021.
3. Safarova R. Maxsus ehtiyojli bolalarga ta’lim berish texnologiyalari. – Toshkent, 2022.
4. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder.

“FLIPPED LEARNING” MODELINI O‘QUV JARAYONI SAMARADORLIGIGA TA’SIRINI BAHOLASH

A. Narbayev¹, Z. Safarova², S. Eshmo‘minova²

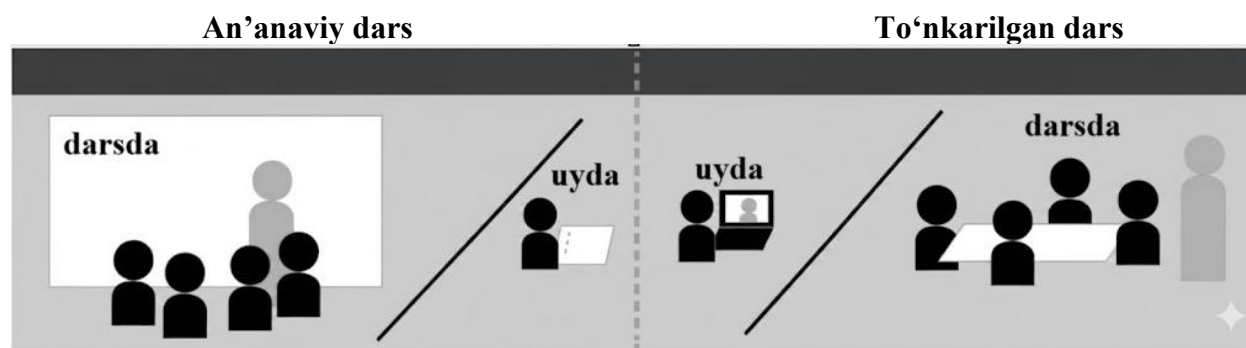
¹ Termiz davlat universiteti

² Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Zamonaviy axborotlashgan jamiyatda ta’lim tizimi tubdan o’zgarmoqda. Raqamli texnologiyalarning shiddatli rivojlanishi nafaqat o’qitish vositalarini, balki darsning fundamental pedagogik tuzilmasini ham o’zgartirishni taqozo etmoqda. Bugungi kunda ta’lim sohasidagi asosiy muammolardan biri — o’quvchilarning o’quv jarayonidagi passivligidir. An’anaviy ma’ruza uslubidagi darslarda o’quvchi ko’pincha axborotni shunchaki qabul qiluvchi iste’molchi bo’lib qolmoqda, bu esa kognitiv faollikning pasayishiga va bilimlarni amaliyotda qo’llash ko’nikmasining yetishmasligiga olib kelmoqda.

Ushbu muammolarni hal etishda “Flipped Learning” (To’ntarilgan ta’lim) modeli eng istiqbolli yondashuvlardan biri sifatida namoyon bo’lmoqda. Ushbu modelning mohiyati darsning an’anaviy dinamikasini teskarisiga o’zgartirishdan iborat. Yangi nazariy ma’lumotlarni o’zlashtirish jarayoni qo’shimcha vazifa qilib beriladi, bevosita sinf mashg’ulotlarida esa bilimlarni chuqurlashtiriladi, tahlil qilinadi va muammoli topshiriqlarni bajariladi. Mazkur yondashuv Bloom taksonomiyasining quyi bosqichlarini (bilish va tushunish) o’quvchining shaxsiy vaqtiga, yuqori bosqichlarini (tahlil, sintez va baholash) esa o’qituvchi bilan hamkorlikdagi dars vaqtiga ko’chiradi.

Flipped Learning modelining fizika darslaridagi samaradorligini 9-sinf darsligidagi “Geliotexnika. O’zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish” mavzusi orqali yaqqol ko’rsatish mumkin. Ushbu mavzu o’quvchilarda ham nazariy, ham amaliy va vatanparvarlik ko’nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.



An’anaviy darsdan farqli o’laroq, darsdan oldingi bosqichda o’qituvchi yangi mavzuni sinfda tushuntirib bermoqda. Buning o’rniga o’quvchilarga uyga o’rganib kelishlari uchun raqamli resurslar taqdim etiladi. O’quvchilar O’zbekistondagi “Fizika-Quyosh” majmuasi haqidagi qisqa hujjatli film yoki gelio-qurilmalar ishlash prinsipi tasvirlangan animatsion videolarni o’rganib kelishadi. O’quvchilar mustaqil ravishda HTML5 formatidagi oddiy simulyatsiya yordamida quyosh nurlarining fokuslanish jarayonini o’rganadi.

O’quvchilar darsga kelishdan oldin *Quizizz* yoki o’qituvchi tayyorlagan *Kahoot!* testi orqali asosiy tushunchalarni qanchalik tushunganini tekshirib ko’radilar.

Dars boshlanganda esa o’quvchilar nazariy ma’lumotga ega bo’lib kelgani uchun, dars vaqti to’liq amaliyotga yo’naltiriladi. Ularga “Nima uchun O’zbekiston geliotexnika rivojlanishi uchun eng qulay hudud hisoblanadi?” deya muammoli savol taqdim etiladi va o’qituvchi savol atrofida munozara tashkil

etadi.

Munozara bosqichidan so‘ng, o‘quvchilar kichik guruhlariga bo‘linib, amaliy topshiriq bajradilar. Bunda ular O‘zbekistonning turli viloyatlaridagi quyoshli kunlar soni va quyosh radiatsiyasi miqdorini tahlil qiladilar. Bunda o‘quvchilar geografik joylashuv va iqlimiy omillarning fizik jarayonlarga ta‘sirini baholaydilar.

O‘tkazilgan tahlillar va dars jarayonidagi kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, geliotexnika mavzusini to‘ntarilgan ta‘lim modeli asosida o‘qitish an‘anaviy metodikadan bir qator ustunliklarga ega. Flipped Learning modelida o‘quvchi videoma‘ruzani uyda ko‘rayotganda tushunmagan joyini qayta ko‘rish, to‘xtatib turish yoki qo‘shimcha manbalarga murojaat qilish imkoniga ega bo‘ladi. Bu, ayniqsa, geliostatlarining ishlash mexanizmi yoki quyosh energiyasini elektr energiyasiga aylantirish kabi murakkab jarayonlarni o‘zlashtirishda kognitiv yuklamani muvozanatlashtiradi. An‘anaviy darsning 60-70% yangi mavzu bayoniga sarflansa, ushbu metodda darsning deyarli 90% faol muloqot va amaliyotga ajratiladi. Bu vaqt ichida o‘qituvchi “axborot yetkazuvchi”dan “yo‘naltiruvchi” (facilitator) darajasiga ko‘tariladi. O‘quvchilar darsda nazariyani yodlash bilan emas, balki “O‘zbekistonda nima uchun aynan geliotexnika ustuvor soha?” kabi strategik tahlillar bilan band bo‘lishadi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli ta‘lim muhitida Flipped Learning metodikasini qo‘llash nafaqat fizika fanini o‘zlashtirish sifatini oshiradi, balki o‘quvchilarda XXI asr ko‘nikmalari deb e‘tirof etiladigan - mustaqil bilim olish, jamoada ishlash va raqamli texnologiyalardan unumli foydalanish qobiliyatlarini shakllantiradi. Geliotexnika mavzusi misolida ko‘rganimizdek, ushbu yondashuv fanni hayot bilan bog‘lash va kelajakdagi muhandislik sohalari uchun poydevor yaratishning eng maqbul yo‘lidir.

ADABIYOTLAR

1. Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers & Education*.
2. Bodily, R., et al. (2019). Research trends in educational technology and instructional design.
3. Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence. *Review of Educational Research*.
4. Kahu, E. R. (2013). Framing student engagement in higher education. *Studies in Higher Education*.

MEXANIKA QONUNIYATLARINI REAL VA VIRTUAL LABORATORIYALAR YORDAMIDA O‘QITISH METODLARINI TAKOMILLASHTIRISH

U.H. Omonqulova, M. Yo‘llyeva

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti ¹o‘qituvchisi

Kirish. Hozirgi zamonaviy ta’lim tizimida o‘quvchilarning nazariy bilimlarini amaliyot bilan bog‘lash muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, fizikaning mexanika bo‘limi abstrakt tushunchalarga boy bo‘lgani sababli uni samarali o‘qitishda laboratoriya mashg‘ulotlari muhim o‘rin egallaydi. Shu nuqtai nazardan, real va virtual laboratoriyalarni uyg‘unlashtirish o‘quv jarayonining samaradorligini oshiradi [2].

Mexanika qonuniyatlarini o‘qitishda real laboratoriyalar o‘quvchilarga fizik hodisalarni bevosita kuzatish, o‘lchash va tahlil qilish imkonini beradi. Masalan, erkin tushish tezlanishini aniqlash, Nyuton qonunlarini tajriba orqali o‘rganish o‘quvchilarda mustahkam tasavvur hosil qiladi. Biroq real laboratoriyalarning ayrim kamchiliklari mavjud: jihozlarning yetishmasligi, vaqt cheklovi, xavfsizlik masalalari [4].

Shu sababli virtual laboratoriyalar muqobil vosita sifatida keng qo‘llanilmoqda. Virtual simulyatsiyalar yordamida o‘quvchilar murakkab tajribalarni xavfsiz muhitda takroran bajarish, natijalarni modellash va tahlil qilish imkoniga ega bo‘ladilar [1]. Real va virtual laboratoriyalarni integratsiyalash ta’lim tizimini transformatsiya qilishning eng samarali vositalaridan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuv an’anaviy ta’limning amaliy jihatlarini zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan birlashtirib, o‘quv jarayonining umumiy sifatini oshirishga xizmat qiladi [3].

Mazkur integratsiyalashgan tizim quyidagi muhim yo‘nalishlarda ijobiy natijalar beradi:

Bilimni chuqurlashtirish va mustaqil fikrlash: Nazariy tushunchalar virtual muhitda vizuallashtiriladi, real laboratoriyada esa jonli tajriba orqali mustahkamlanadi [5]. Bu jarayon o‘quvchini tayyor qoliplardan chiqib, mustaqil mulohaza yuritishga va hodisalarning mohiyatini anglashga undaydi.

1-jadval. Laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etishning metodik asosi

№	Metodik yondashuv	Mazmun-mohiyati	Kutilayotgan natija (Afzalliklari)
1	Aralash ta’lim	An’anaviy (yuzma-yuz) va masofaviy (onlayn) ta’lim shakllarini laboratoriya mashg‘ulotlarida birlashtirish.	Nazariy bilimlarni chuqurroq o‘zlashtirish, dars vaqtidan unumli foydalanish va moslashuvchan o‘quv muhiti.
2	Virtual simulyatsiyalar (PhET, Algodoo)	Fizik jarayonlarni kompyuter modellari va interaktiv dasturlar orqali modellash.	Murakkab jarayonlarni vizuallashtirish, xavfsiz tajriba o‘tkazish va resurslarni (mablag‘, vaqt) tejash.
3	Muammoli ta’lim	Tajriba oldidan muammoli vaziyat yaratish va o‘quvchini yechim izlashga yo‘naltirish.	Mustaqil fikrlashni rivojlantirish va o‘quvchilarda tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish.
4	STEAM yondashuvi	Fan, texnologiya, muhandislik, san’at va matematikaning o‘zaro integratsiyasi.	Fanlararo bog‘liqlikni tushunish, loyihalar ustida ishlash va tajriba natijalarini hayotiy muammolarga tatbiq etish.

Tahliliy ko‘nikmalar: Virtual simulyatsiyalar yordamida olingan ideal natijalarni real hayotdagi xatoliklar va tashqi ta’sirlar bilan solishtirish o‘quvchilarda tanqidiy tahlil qilish, farqlarni aniqlash va mantiqiy xulosalar chiqarish mahoratini shakllantiradi [2].

Resurslar optimallasuvi: Murakkab, qimmat yoki xavfli tajribalarni avval virtual tarzda sinab ko‘rish vaqtini tejash bilan birga, real laboratoriya resurslaridan ancha tejamkor va xavfsiz foydalanish imkonini beradi [3].

Xulosa. Mexanika qonuniyatlarini o‘qitishda real va virtual laboratoriyalardan kompleks foydalanish o‘quv jarayonini samarali tashkil etishning eng muhim didaktik omillaridan biri ekanligi tadqiqot natijalarida o‘z tasdig‘ini topdi. Ushbu yondashuv o‘quvchilarning nafaqat nazariy bilimlarini mustahkamlash, balki ularni amaliy faoliyat bilan uzviy bog‘lash, eksperimental tafakkurini rivojlantirish hamda mustaqil ilmiy izlanish ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, o‘qituvchilarning raqamli kompetensiyalarini rivojlantirish va metodik tayyorgarligini oshirish ham ushbu jarayonning muvaffaqiyatli amalga oshirilishida hal qiluvchi omil bo‘lib xizmat qiladi. Umuman olganda, real va virtual laboratoriyalar integratsiyasiga asoslangan o‘qitish modeli mexanika fanini o‘qitishda innovatsion va samarali pedagogik yechim sifatida namoyon bo‘lib, zamonaviy ta‘lim tizimining ustuvor yo‘nalishlariga to‘liq mos keladi.

ADABIYOTLAR

1. Wieman, C. E., Adams, W. K. (2010). *Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why*. Science, 322(5902), 682–683.
2. De Jong, T., Linn, M. C., Zacharia, Z. C. (2013). *Physical and virtual laboratories in science and engineering education*. Science, 340(6130), 305–308.
3. Rutten, N., Van Joolingen, W. R., Van der Veen, J. T. (2012). *The learning effects of computer simulations in science education*. Computers & Education, 58(1), 136–153.
4. Smetana, L. K., Bell, R. L. (2012). *Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature*. International Journal of Science Education, 34(9), 1337–1370.
5. Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning (2nd ed.)*. Cambridge University Press.

KOMPETENSIYAGA ASOSLANGAN TA'LIM VA OECD LEARNING COMPASS 2030 MODELI

Tog'ayeva Qizlarxon Ulug'nazarovna, Ergashev Nurmuhammad Erkin o'g'li

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti talabasi

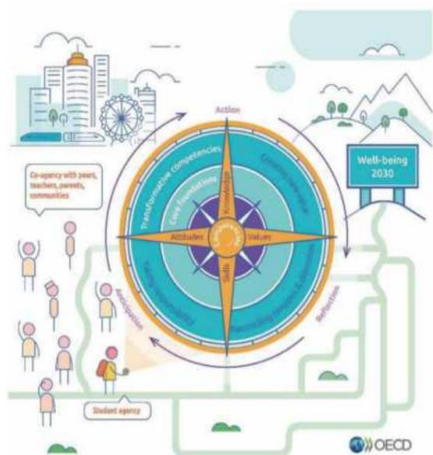
Zamonaviy ta'lim tizimida kompetensiya tushunchasi markaziy o'rin egallab, u faqat bilim va ko'nikmalar yig'indisi sifatida emas, balki murakkab hayotiy vaziyatlarda samarali faoliyat yuritish qobiliyati sifatida talqin qilinmoqda. Bu yondashuv, ayniqsa, OECD tomonidan ilgari surilgan konsepsiyalarda o'z ifodasini topgan. Kompetensiya - bu shaxsning turli psixologik va ijtimoiy resurslardan foydalanib, murakkab vaziyatlarda samarali qaror qabul qilish va harakat qilish qobiliyatidir. U bilim, ko'nikma, munosabat va qadriyatlarining integratsiyasini o'z ichiga oladi. Mazkur tushuncha 1990-yillardan boshlab bilimga asoslangan jamiyat sharoitida keng muhokama qilina boshladi. Ayniqsa, OECD tomonidan 1997–2003-yillarda amalga oshirilgan DeSeCo (Defining and Selecting Key Competencies) loyihasi kompetensiya tushunchasini aniqlashtirishda muhim rol o'ynadi. Ushbu loyiha orqali asosiy kompetensiyalar aniqlanib, ular xalqaro baholash dasturlari, xususan, PISA orqali ta'lim siyosatiga tatbiq etildi. Tarixiy jihatdan, 1996-yilda UNESCO tomonidan e'lon qilingan “Learning: The Treasure Within” hisobotida ham umr bo'yi ta'lim va asosiy kompetensiyalar masalasiga katta e'tibor qaratilgan.

OECD kompetensiyalarni uch asosiy toifaga ajratadi:

1. Vositalardan interaktiv foydalanish – ijtimoiy, madaniy va texnologik vositalardan samarali foydalanish qobiliyati.
2. Ijtimoiy o'zaro aloqalar – boshqalar bilan samarali muloqot va hamkorlik qilish qobiliyati.
3. Avtonom harakat qilish – mustaqil qaror qabul qilish va o'z faoliyatini boshqarish qobiliyati.

Ushbu kompetensiyalar o'quvchining o'zgaruvchan muhitga moslashishi, tanqidiy fikrlashi va tajribadan xulosa chiqarishiga xizmat qiladi. Bugungi kunda jamiyat tobora murakkablashib, individlar o'rtasidagi o'zaro bog'liqlik kuchayib bormoqda. Turli madaniyat vakillari o'rtasidagi muloqot kengayib, global hamkorlik yangi shakllarga ega bo'lmoqda. Bu esa ta'lim tizimidan yangi yondashuvlarni talab qiladi. Umr bo'yi ta'lim konsepsiyasining rivojlanishi natijasida ta'limga bo'lgan ehtiyoj ortib bormoqda. Shu bois ta'lim dasturlarining sifati, samaradorligi va ehtiyojlarga mosligi global muammoga aylanmoqda.

2019-yilda OECD tomonidan taqdim etilgan Learning Compass 2030 modeli zamonaviy ta'limning konseptual asosini tashkil etadi. Ushbu model “biz xohlagan kelajak” — ya'ni shaxsiy va ijtimoiy farovonlikka erishish yo'lini ko'rsatadi.



Modelning markazida o'quvchi agentligi (student agency) tushunchasi joylashgan. Bu o'quvchining o'z maqsadlarini belgilashi, harakatlarini tahlil qilishi va mas'uliyat bilan faoliyat yuritishini anglatadi. Shuningdek, modelda hamkorlikdagi agentlik (co-agency) tushunchasi ham muhim o'rin tutadi. U o'quvchi, o'qituvchi, oila va jamiyat o'rtasidagi o'zaro hamkorlikni ifodalaydi.

OECD Learning Compass 2030 modeli

Kompas quyidagi asosiy elementlardan tashkil topgan:

- bilim (knowledge),

- ko'nikmalar (skills),

- munosabat va qadriyatlar (attitudes and values),
- transformatsion kompetensiyalar,
- AAR sikli (Anticipation – Action – Reflection),
- asosiy poydevorlar (core foundations).

Xulosa qilib aytganda, kompetensiyaga asoslangan ta’lim yondashuvi zamonaviy ta’lim tizimining ajralmas qismiga aylangan. U nafaqat o’quvchilarning bilim darajasini oshirish, balki ularni mustaqil fikrlaydigan, ijtimoiy faol va mas’uliyatli shaxs sifatida shakllantirishga xizmat qiladi. OECD Learning Compass 2030 modeli esa ushbu jarayonda muhim metodologik asos bo’lib, ta’limni kelajak ehtiyojlariga mos ravishda rivojlantirishga yo’naltiradi.

ADABIYOTLAR

1. OECD. (2019). OECD Learning Compass 2030: A series of concept notes. OECD Publishing.
2. OECD. (2020). The future of education and skills 2030. OECD Publishing.
3. OECD. 2005. The Definition and Selection of Key Competencies (DeSeCo). Paris: OECD Publishing.
4. UNESCO. 1996. Learning: The Treasure Within. Paris: UNESCO.
5. Rychen, Dominique S., and Laura H. Salganik, eds. 2003. Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society. Göttingen: Hogrefe & Huber.

YORUG‘LIK HODISALARINI O‘QITISHDA REAL VA VIRTUAL TAJRIBALAR INTEGRATSIYASI

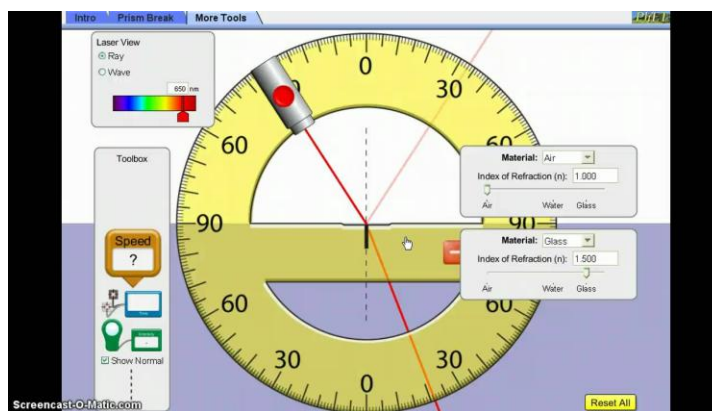
F.J. Xudoyberdiyeva¹, O.T. Abdullayeva²

¹ Qiziriq tumani 34-maktab o‘qituvchisi

² Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Fizika fanining optika bo‘limidagi mavzular o‘zining ko‘rgazmaliligi bilan o‘quvchilarda doim katta qiziqish uyg‘otib kelgan. Ushbu hodisalar kundalik hayotda eng ko‘p kuzatiladigan jarayonlar bo‘lsa-da, ularning mohiyatini faqat statik chizmalar va quruq formulalar orqali tushuntirish darsning jozibasini biroz kamaytirishi mumkin. Ushbu mavzuni shunchaki o‘rganish emas, balki jonli jarayonga aylantirishda PhET interaktiv simulyatsiyalari beqiyos imkoniyatlar ochib beradi. Ular o‘quvchiga nurning harakatini nafaqat kuzatish, balki dinamik laboratoriya muhitida turli parametrlar bilan erkin tajriba o‘tkazish orqali fanning naqadar mantiqiy va qiziqarli ekanligini his qilish imkonini beradi.

PhET raqamli platformasining interaktiv simulyatsiyalari o‘quvchilarga turli optik muhitlar ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida modellashtirish orqali yorug‘lik nurlarining dinamik harakatini kuzatish, virtual o‘lchov asboblari yordamida jarayonning miqdoriy qonuniyatlarini tahlil qilish hamda to‘la ichki qaytish kabi fundamental hodisalarni mustaqil kognitiv tadqiqotlar asosida “kashf etish” imkonini beruvchi innovatsion ta’lim muhitini yaratadi. Ushbu nazariy yondashuvni amaliyotda ko‘rish uchun simulyatsiyadagi “Yorug‘likning qaytishi va sinishi” mavzusidagi qonuniyatlarini tahlil qilaylik. 1-rasmda nurning ikki muhit chegarasida qanday taqsimlanishi va burchaklar orasidagi bog‘liqlik vizual tarzda namoyon bo‘ladi.



1-rasm

Ma’lumotni shunchaki simulyatsiya orqali ko‘rsatish kifoya emas, uni Richard Mayerning kognitiv nazariyasi asosida quyidagicha tamoyillar yordamida yetkazish lozim:

- multimedia tamoyili;
- fazoviy yaqinlik tamoyili;
- modallik tamoyili;
- ortiqchalik tamoyili;
- signalizatsiya tamoyili.

PhET simulyatsiyalarini Mayerning kognitiv tamoyillari asosida metodik tashkil etish o‘quv samaradorligini oshirishning asosi hisoblanadi. Bunda multimediya tamoyili orqali vizual va matnli ma’lumotlar uyg‘unligi ta’minlanadi, fazoviy yaqinlik va signalizatsiya tamoyillari esa o‘quvchi diqqatini tarqoqlikdan asrab, asosiy fizik elementlarga yo‘naltiradi. Modallik va muvofiqlik qoidalari asosida ortiqcha matnli yuklamadan voz kechib, jarayonni audio-vizual hamda soddalashtirilgan

interfeys orqali taqdim etish ishchi xotira resurslarini tejaydi va fundamental tushunchalarning kognitiv o‘zlashtirilishiga xizmat qiladi.

Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, fizika darslarida PhET interaktiv simulyatsiyalaridan foydalanish nafaqat darsning ko‘rgazmaliligini ta‘minlaydi, balki o‘quvchilarning mustaqil tadqiqotchi sifatidagi ko‘nikmalarini shakllantiradi. Richard Mayerning kognitiv tamoyillarini ushbu raqamli resurslar bilan integratsiya qilish - ta‘lim oluvchining axborotni qabul qilish kanallarini optimallashtiradi. Natijada, yorug‘likning sinishi va qaytishi kabi murakkab optik hodisalar “quruq” nazariyadan jonli tajribaga aylanadi. Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, raqamli pedagogika va kognitiv psixologiya qonuniyatlarining uyg‘unligi talabalarning ishchi xotirasini ortiqcha yuklamadan xalos etib, fizik jarayonlarni chuqur va ongli ravishda o‘zlashtirish samaradorligini kafolatlaydi.

ADABIYOTLAR

1. Mayer R. E. Multimedia Learning. – 3rd ed. – Cambridge: Cambridge University Press, 2020. – 410 p.
2. Clark R. C., Mayer R. E. e-Learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2016. – 528 p.
3. Paivio A. Mental Representations: A Dual Coding Approach. – New York: Oxford University Press, 1986. – 336 p.
4. Wieman C. E., Adams W. K., Perkins K. K. PhET: Simulations for Teaching and Learning Physics // The Physics Teacher. – 2008. – Vol. 46. – No. 2. – P. 94–99.
5. Isroilov B. Fizika o‘qitishda raqamli texnologiyalar va interaktiv simulyatsiyalardan foydalanish metodikasi. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent. 2023. – 160 b.
6. <https://phet.colorado.edu>.

TA'LIM KLASTERI TIZIMIDA IXTISOSLASHTIRILGAN MAKTAB O'QUVCHILARIDA KASBIY KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISHNING PSIXOLOGIK-PEDAGOGIK OMILLARI

F.B.To'raxonov¹, M.Kurbonov²

¹Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

²O'zMU Umumiy fizika kafedrası professori

Bugungi kunda O'zbekistonda ta'lim tizimini tubdan isloh qilish, iqtisodiyotning turli tarmoqlari uchun raqobatbardosh kadrlar tayyorlash davlat siyosatining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. “O'zbekiston - 2030” strategiyasida belgilanganidek, ta'limning uzviyligini ta'minlash va kadrlar sifatini oshirishda ta'lim klasterlari muhim mexanizm bo'lib xizmat qilmoqda. Ayniqsa, ixtisoslashgan maktab o'quvchilarida kasbiy kompetensiyalarni erta shakllantirish, ularni maktab davridanoq OTM va ishlab chiqarish muhitiga tayyorlash zarurati ushbu tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

Amaliyotda ixtisoslashtirilgan maktab o'quvchilarining nazariy bilimlari va amaliy ko'nikmalari o'rtasida uzilishlar kuzatilmoqda. An'anaviy ta'lim usullari o'quvchining kasbiy o'z-o'zini anglashi va identifikatsiyasini to'liq shakllantira olmayapti. Bu esa ta'lim klasteri sharoitida o'quvchilarning kasbiy shakllanishiga ta'sir etuvchi psixologik va pedagogik determinantlarni chuqur tadqiq etishni talab qiladi.

“Maktab – OTM – Ishlab chiqarish” integratsiyasi muhitida o'quvchilarning kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishning asosiy psixologik-pedagogik determinantlarini aniqlash, ularning kasbiy o'z-o'zini anglash jarayonidagi o'rnini asoslash hamda klaster sharoitida dual ta'lim elementlarini joriy etish bo'yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqish zarur.

Tadqiqotda ixtisoslashgan maktab o'quvchilarining kasbiy shakllanish jarayoni olindi. Tadqiqot davomida tizimli tahlil, qiyosiy-pedagogik kuzatuv va psixologik diagnostika metodlaridan foydalanildi.

Kasbiy kompetensiyalarni shakllantirish muammosi zamonaviy pedagogik antropologiyaning markaziy masalalaridan biri bo'lib, uning nazariy asoslari E.F.Zeer [1] kabi olimlarning tadqiqotlarida o'z aksini topgan. Ushbu mualliflar kompetensiyani shunchaki bilim va ko'nikmalar yig'indisi emas, balki shaxsning murakkab ishlab chiqarish vaziyatlarida muvaffaqiyatli faoliyat yuritishini ta'minlovchi integrativ psixofizik xususiyati sifatida talqin etadilar. Ularning yondashuvi ixtisoslashgan maktab o'quvchilarida kasbiy tayyorgarlikning nafaqat kognitiv, balki amaliy va motivatsion komponentlarini ham rivojlantirish zarurligini ilmiy asoslab beradi.

Ta'lim klasteri sharoitida integratsiyalashgan muhitni yaratish masalalari M.Porter tomonidan ilgari surilgan klaster nazariyasiga tayanadi va O'zbekistonlik olimlar tomonidan pedagogik tizimga muvaffaqiyatli adaptatsiya qilingan. Mazkur tadqiqotlarda “Maktab - OTM - Ishlab chiqarish” zanjiri o'quvchi kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishning tashqi pedagogik determinanti sifatida ko'rsatiladi. Klaster yondashuvi ta'lim oluvchini mehnat bozori talablari bilan erta tanishtirish orqali unda professional dunyoqarashning tizimli shakllanishiga xizmat qiladi. O'smirlik davridagi kasbiy o'z-o'zini anglashning psixologik qonuniyatlari bir guruh olimlar ishlarida fundamental tarzda o'rganilgan. E.G'oziyevning ta'kidlashicha, ixtisoslashgan ta'limda o'quvchining ichki psixologik determinanti (qobiliyat va intellektual salohiyat) tashqi muhitdan kelayotgan professional axborotlar bilan o'zaro rezonansga kirishishi lozim. Bu jarayonda psixologik identifikatsiya o'quvchining tanlangan soha bilan o'zini bir butun deb his qilishi va kelajakdagi professional “Men” obrazini modellashtirishiga imkon beradi [2]. Zamonaviy pedagogikada kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirish mexanizmlari F.B. To'raxonov tadqiqotlarida tahlil qilingan bo'lib [3, 4], ular kompetensiyani shakllantirishda “vaziyatli ta'lim” muhimligini uqtiradilar. Ixtisoslashgan maktablar kontekstida bu o'quvchining nazariy bilimlarni ishlab chiqarish muammolarini yechish orqali o'zlashtirishini anglatadi. Bunday pedagogik determinant o'quvchida nafaqat fan bo'yicha bilim, balki kross-funksional (kommunikativlik, tahlil qilish, jamoada ishlash) ko'nikmalarni ham shakllantiradi.

Xalqaro tajriba, xususan Germaniya va Shveytsariya dual ta'lim tizimi klaster sharoitida kasbiy kompetentsiyalarni rivojlantirishning amaliy samaradorligini tasdiqlaydi. Sheltenning fikriga ko'ra, ta'lim va amaliyotning uzviyligi o'quvchida professional mas'uliyatni his qilish va ish joyidagi real texnologik jarayonlarga psixologik moslashish imkonini beradi. Bu tajriba ixtisoslashgan maktablarda korxona mutaxassislarini ta'lim jarayoniga jalb qilish orqali kadrlar sifatini oshirish mumkinligini ko'rsatadi.

Adabiyotlar tahlili ixtisoslashgan maktab o'quvchilarida kasbiy kompetentsiyalarni shakllantirish - bu ichki psixologik omillar va tashqi klasterli pedagogik muhitning o'zaro sintezi ekanligini tasdiqlaydi. Mavjud manbalar ta'lim klasteri sharoitida o'quvchilarning kasbiy identifikatsiyasini boshqarish uchun raqamli hamkorlik platformalari va dual ta'lim texnologiyalaridan foydalanish zarurligini ilmiy jihatdan asoslaydi. Tadqiqotning metodologik asosi sifatida ta'lim klasteri sharoitida shaxsning kasbiy shakllanishini ta'minlovchi tizimli va kompetentsiyaviy yondashuvlar tanlab olindi. Ushbu yondashuvlar ixtisoslashgan maktab o'quvchilarining kasbiy kompetentsiyalarini shakllantirishni faqat ta'lim jarayoni sifatida emas, balki “Maktab – OTM – Korxona” uchligining o'zaro dialektik hamkorligi natijasi o'laroq o'rganish imkonini beradi. Bunda tadqiqot obyekti sifatida o'quvchining ichki psixologik holati va tashqi pedagogik muhitning o'zaro rezonansi, ya'ni kasbiy tayyorgarlikning determinantlari tahlil qilinishi belgilab olindi.

Empirik ma'lumotlarni to'plash uchun metodlar majmuasidan foydalanildi, jumladan, o'quvchilarning kasbiy yo'nalganlik darajasini aniqlashda J.Holland va E.Klimovning psixodiagnostik so'rovnomalari qo'llanildi. Pedagogik determinantlarni baholash maqsadida klaster sub'ektlari (maktab o'qituvchilari, OTM professor-o'qituvchilari va ishlab chiqarish korxonasi mutaxassislari) o'rtasida hamkorlik samaradorligini aniqlovchi anketa so'rovlari o'tkazildi. Bu usul o'quvchilarning nazariy bilimlari va amaliy ko'nikmalari o'rtasidagi korrelyatsion bog'liqlikni miqdoriy va sifat jihatidan tahlil qilishga xizmat qildi.

Tadqiqot jarayonida kasbiy kompetentsiyaning shakllanganlik darajasi uchta asosiy mezon - motivatsion, kognitiv va faoliyatli-amaliy ko'rsatkichlar asosida monitorig qilindi. O'quvchilarning ishlab chiqarish keyslarini yechishdagi faolligi hamda raqamli hamkorlik platformasidagi ishtiroki tadqiqotning amaliy natijadorligini belgilovchi asosiy indikatorlar sifatida qabul qilindi. Ushbu mezonlar o'smirlik davridagi kasbiy identifikatsiya jarayonining dinamikasini kuzatish va pedagogik ta'sir mexanizmlarini optimallashtirish imkonini berdi.

Olingan natijalarni qayta ishlashda matematik-statistika metodlari, xususan, o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlikni asoslovchi tahliliy usullar qo'llanildi. Bu tadqiqot metodologiyasi ixtisoslashgan maktab o'quvchilarida kasbiy kompetentsiyalarni rivojlantirishning psixologik-pedagogik determinantlarini ilmiy asoslash hamda klaster sharoitida dual ta'limning samarali modelini yaratishga poydevor bo'ldi. Tadqiqotning ushbu metodologik tuzilishi olingan xulosalarning ob'ektivligi va fanlararo integratsiya talablariga javob berishini ta'minlaydi.

O'tkazilgan tajriba-sinov ishlari natijalari shuni ko'rsatdiki, ixtisoslashgan maktab o'quvchilarida kasbiy kompetentsiyalarning shakllanishi bevosita ta'lim klasteri sub'ektlari o'rtasidagi integratsiya darajasiga bog'liq. Tadqiqot boshida o'quvchilarning kasbiy motivatsiyasi va amaliy ko'nikmalari o'rtasidagi korrelyatsiya koeffitsienti past ($r=0.32$) bo'lgan bo'lsa, klasterli hamkorlik va raqamli platforma joriy etilgandan so'ng bu ko'rsatkich sezilarli darajada oshdi ($r=0.78$).

1. Psixologik determinantlar dinamikasi. Tadqiqotning nazorat va tajriba guruhlarida o'rtasidagi qiyosiy tahlili shuni ko'rsatdiki, klaster muhitida o'quvchilarning kasbiy identifikatsiyasi (o'zini soha mutaxassisi sifatida his qilishi) 24% ga o'sgan. J.Holland testi natijalariga ko'ra, o'quvchilarning “realistik” va “tadqiqotchi” tiplaridagi barqarorlik darajasi nazorat guruhiga nisbatan 1.8 baravar yuqori bo'ldi. Bu esa klaster doirasidagi korxona amaliyoti o'quvchida kasbiy “Men” obrazining aniq shakllanishiga xizmat qiluvchi asosiy psixologik determinant ekanligini isbotlaydi.

2. Pedagogik determinantlar va amaliy natijadorlik. Pedagogik determinantlar samaradorligini o'rganishda o'quvchilarning kognitiv (bilim) va faoliyatli-amaliy (ko'nikma)

ko'rsatkichlari tahlil qilindi. Dual ta'lim elementlari va raqamli platforma orqali korxona keyslarini yechgan o'quvchilarning o'rtacha o'zlashtirish ko'rsatkichi 4.6 ballni (5 ballik tizimda) tashkil etdi, an'anaviy guruhda esa bu ko'rsatkich 3.8 balldan oshmadi. Bu natijalar "Maktab - OTM - Ishlab chiqarish" zanjiridagi uzviylik o'quvchining kognitiv rivojlanishiga bevosita ijobiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi.

3. Raqamli platformaning hamkorlikdagi roli. Tadqiqotning muhim xulosalaridan biri shuki, klaster sub'ektlari o'rtasidagi raqamli hamkorlik platformasi o'quvchi portfoliosi va real vaqt rejimida qayta aloqani ta'minlash orqali pedagogik jarayonni optimallashtirdi. OTM professor-o'qituvchilari va korxona mutaxassislarining o'quvchi ishlariga masofaviy baho berishi, o'quvchida professional mas'uliyat va kognitiv intizomni shakllantiruvchi katalizator vazifasini o'tadi.

Ta'kidlash lozimki, aniqlangan psixologik-pedagogik determinantlar o'quvchini nafaqat oliy ta'limga, balki bevosita mehnat bozoriga moslashishiga zamin yaratadi. Olingan natijalar ixtisoslashgan maktablar uchun yangi avlod o'quv dasturlarini yaratishda ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

1-jadval. Kasbiy kompetentsiya ko'rsatkichlarining tajriba yakunidagi holati

Mezonlar va ko'rsatkichlar	Nazorat guruhi (%)	Tajriba guruhi (%)	Farq (%)
Kasbiy motivatsiya va qiziqish	78.4	96.2	+17.8
Nazariy bilimlarni o'zlashtirish	74.2	92.5	+21.3
Amaliy muammolarni yechish	62.6	98.4	+35.8
Mustaqil qaror qabul qilish	71.0	94.6	+23.6

Xulosa. Tadqiqot natijalarining umumiy xulosasi shuni ko'rsatadiki, ta'lim klasteri sharoitida ixtisoslashgan maktab o'quvchilarining kasbiy kompetentsiyalarini shakllantirish - bu ichki psixologik determinantlar (kasbiy motivatsiya, identifikatsiya) va tashqi pedagogik determinantlarning (dual ta'lim, raqamli hamkorlik muhiti) tizimli integratsiyalashuvi natijasidir. "Maktab - OTM - Ishlab chiqarish" zanjiri doirasida amalga oshirilgan tajriba-sinov ishlari o'quvchilarning amaliy muammolarni yechish ko'nikmalarini 35.8 foizga, kasbiy motivatsiyasini esa 17.8 foizga oshirish imkonini berdi, bu esa taklif etilgan raqamli platformaning hamkorlikni optimallashtirishdagi yuqori samaradorligini tasdiqlaydi. Binobarin, ixtisoslashgan maktablarda kasbiy tayyorgarlik jarayonini klasterli yondashuv asosida modernizatsiya qilish nafaqat o'quvchilarning kognitiv rivojlanishini ta'minlaydi, balki ularni mehnat bozorining real talablariga psixologik va amaliy jihatdan tayyor bo'lgan raqobatbardosh kadrlar sifatida shakllantirishning strategik mexanizmi bo'lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Zeer, E. F. Psychology of professional development: a teaching aid for students of higher educational institutions / E. F. Zeer. – M.: Publishing center "Academy", 2009. – P. 54-62.
2. G'oziyev, E. G'. O'smir psixologiyasi: o'quv qo'llanma / E. G'. G'oziyev. – T.: O'qituvchi, 1994. – B. 76-84.
3. To'raxonov F.B. Ta'lim klasteri sharoitida ixtisoslashgan maktab o'quvchilarining kasbiy kompetentsiyalarini takomillashtirish metodikasi//FIZIKA, MATEMATIKA va INFORMATIKA 2025. 4-son. – B. 3-10.
4. To'raxonov F.B. Ixtisoslashgan maktablarda fizikaviy jarayonlarni modellashtirish imkoniyatini beruvchi dasturiy ta'minotlar tahlili // Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar. Buxoro.2022. №2 –B. 174-178.

SUN'IY INTELLEKT VOSITALARIDAN FOYDALANIB FIZIKA TA'LIMINI SAMARALI TASHKIL ETISH

To'raxonov Fozil Bobonazarovich, Hojiyeva Gulnova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Zamonaviy ta'lim tizimi raqamli transformatsiya bosqichiga kirib borayotgan bir sharoitda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining ahamiyati tobora ortib bormoqda. Ayniqsa, fizika fanini o'qitishda SI vositalari murakkab va abstrakt tushunchalarni o'quvchilarga tushunarli shaklda yetkazish, bilimlarni chuqurlashtirish hamda o'quv jarayonini individuallashtirish imkonini beradi. Fizika tabiatan nazariy va matematik asoslangan fan bo'lib, ko'plab hodisa va jarayonlarni bevosita kuzatish imkoniyati cheklangan. Shu sababli, sun'iy intellekt yordamida simulyatsiya, modellash va interaktiv muhit yaratish orqali ta'lim samaradorligini oshirish dolzarb ilmiy-pedagogik muammo sifatida qaralmoqda.

An'anaviy o'qitish metodlarida fizika fanining ko'plab mavzulari, xususan, qattiq jismlar fizikasi bo'limi o'quvchilar uchun murakkab va tushunishga qiyin hisoblanadi. Buning asosiy sabablari sifatida abstrakt tushunchalarning ustunligi, ko'rgazmali vositalarning yetishmasligi hamda barcha o'quvchilarga bir xil yondashuv qo'llanilishi ko'rsatiladi. Natijada o'quvchilarning fanga bo'lgan qiziqishi pasayadi, bilimlarni o'zlashtirish darajasi esa yetarli bo'lmaydi. Ayniqsa, kristall panjara tuzilishi, deformatsiya jarayonlari yoki elektr xossalari kabi mavzularni faqat nazariy izohlar orqali o'rgatish samarali natija bermaydi. Sun'iy intellekt texnologiyalari esa mazkur muammolarni hal etishda samarali vosita sifatida namoyon bo'ladi. SI asosidagi platformalar yordamida murakkab fizik jarayonlarni vizual va interaktiv tarzda namoyish etish, o'quvchilarning individual xususiyatlariga moslashgan topshiriqlarni taqdim etish hamda real vaqt rejimida tahlil va baholashni amalga oshirish mumkin. Bu esa o'quvchilarning kognitiv faolligini oshirib, mustaqil fikrlash va muammoni hal etish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Natijada fizika ta'limi jarayoni samaradorligi ortib, bilimlarni chuqur va barqaror o'zlashtirish ta'minlanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi umumta'lim maktablarida fizika ta'limi jarayonida sun'iy intellekt (SI) vositalaridan samarali foydalanish metodikasini ishlab chiqishdan iborat. Ushbu metodika orqali, ayniqsa qattiq jismlar fizikasi kabi murakkab va abstrakt mavzularni o'qitishda zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida o'quvchilarning bilim olish jarayonini optimallashtirish, ularning kognitiv faolligini oshirish hamda individual yondashuvni ta'minlash ko'zda tutiladi.

Tadqiqot vazifalari sifatida sun'iy intellekt vositalarining didaktik imkoniyatlarini tahlil qilish, ularni fizika darslari mazmuni va tuzilmasiga integratsiya etish yo'llarini ishlab chiqish hamda mazkur yondashuvning ta'lim samaradorligiga ta'sirini aniqlash belgilandi. Shuningdek, SI asosida tashkil etilgan o'quv jarayonining natijadorligini eksperimental tahlil qilish orqali uning afzalliklari ilmiy jihatdan asoslab beriladi. Tadqiqotning nazariy asosini fizika o'qitish metodikasi, raqamli pedagogika tamoyillari hamda sun'iy intellektning ta'lim jarayonidagi o'rni tashkil etadi. Fizika o'qitish metodikasi o'quv materialini ilmiylik, tizimlilik va tushunarlilik asosida yetkazishni nazarda tutsa, raqamli pedagogika interaktivlik va individuallashtirishni ta'minlaydi. Sun'iy intellekt esa ushbu yondashuvlarni uyg'unlashtirib, o'quv jarayonini moslashuvchan, samarali va innovatsion shaklda tashkil etish imkonini beradi.

Tadqiqotda fizika ta'limini samarali tashkil etish maqsadida zamonaviy sun'iy intellekt va raqamli vositalardan kompleks foydalanildi. Xususan, ChatGPT platformasi orqali nazariy tushunchalarni izohlash, savol-javob asosida bilimlarni mustahkamlash va individual tushuntirishlar berish yo'lga qo'yildi. PhET Interactive Simulations yordamida qattiq jismlar fizikasi doirasidagi jarayonlar, jumladan kristall tuzilma va deformatsiya hodisalari vizual tarzda namoyish etildi. Shuningdek, Algodoo dasturi orqali mexanik jarayonlar modellashirilib, o'quvchilarda amaliy tasavvurlar shakllantirildi.



1-rasm. Qattiq jismlar fizikasi bo‘limi uchun SI tayyorlangan ko‘rgazmali material namunasi.

Rasm sun‘iy intellekt asosida yaratilgan bo‘lib, qattiq jismlar fizikasi bo‘limining asosiy tushunchalarini kompleks va vizual tarzda ifodalaydi. Unda kristall va amorf tuzilma, energetik zonalar (valent, taqiqlangan va o‘tkazuvchanlik zonolari), elektr va magnit xossalari, shuningdek yarimo‘tkazgichlar va zamonaviy texnologiyalar bilan bog‘liq jarayonlar bir tizimda aks ettirilgan. Bunday ko‘rgazmali material o‘quvchilarga murakkab fizik tushunchalarni yaxlit holda idrok etish, ular o‘rtasidagi bog‘liqlikni anglash hamda nazariy bilimlarni vizual asosda mustahkamlash imkonini beradi.

Mazkur vositalar o‘quv jarayonining turli bosqichlarida maqsadga muvofiq qo‘llanildi. Dars jarayonida ular yangi mavzuni tushuntirish va vizuallashtirish uchun xizmat qilgan bo‘lsa, laboratoriya mashg‘ulotlarida virtual tajribalar o‘tkazish orqali nazariy bilimlar amaliy jihatdan mustahkamlandi. Mustaqil ta‘lim jarayonida esa o‘quvchilar sun‘iy intellekt vositalari orqali o‘z bilimlarini tekshirish, qo‘shimcha ma‘lumotlar olish va individual topshiriqlarni bajarish imkoniyatiga ega bo‘ldilar.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, umumta‘lim maktablarida fizika o‘qitishda sun‘iy intellektga asoslangan integratsion metodika ishlab chiqildi. Ushbu yondashuv doirasida o‘quvchilarning individual xususiyatlarini inobatga olgan holda moslashuvchan (adaptiv) o‘qitish modeli taklif etildi hamda murakkab fizik jarayonlarni samarali o‘zlashtirishga xizmat qiluvchi vizual va interaktiv ta‘lim mexanizmi yaratildi. Natijada ta‘lim jarayonini individuallashtirish, o‘quvchilarning kognitiv faolligini oshirish va bilimlarni chuqur o‘zlashtirishga erishish imkonini beruvchi yangi pedagogik yechim asoslab berildi.

Xulosa qilib aytganda, sun‘iy intellekt vositalaridan foydalanish fizika ta‘limi samaradorligini sezilarli darajada oshiradi, o‘quvchilarning dars jarayonidagi faolligini kuchaytiradi hamda murakkab fizik tushunchalarni chuqur va ongli o‘zlashtirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, interaktiv va adaptiv yondashuv asosida tashkil etilgan ta‘lim jarayoni o‘quvchilarning mustaqil fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirib, ta‘lim sifatini yangi bosqichga olib chiqadi.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 6-noyabrdagi PQ-4884-son qarori “Ta‘lim-tarbiya tizimini yanada takomillashtirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”. – Toshkent, 2020.

2. Abduqodirov A.A., Begimqulov U.Sh. Ta’limni raqamlashtirish va zamonaviy pedagogik texnologiyalar. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2023.
3. Wayne Holmes, Maya Bialik, Charles Fadel. Artificial Intelligence in Education: A Critical Review of Recent Developments. – Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019. – 44 p.

FIZIKA TA'LIMIDA TARIXIY YONDASHUV ASOSIDA O'QUVCHILARNING TADQIQOTCHILIK KO'NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

S. Boboqulova, F. To'raxonov

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, O'zbekiston

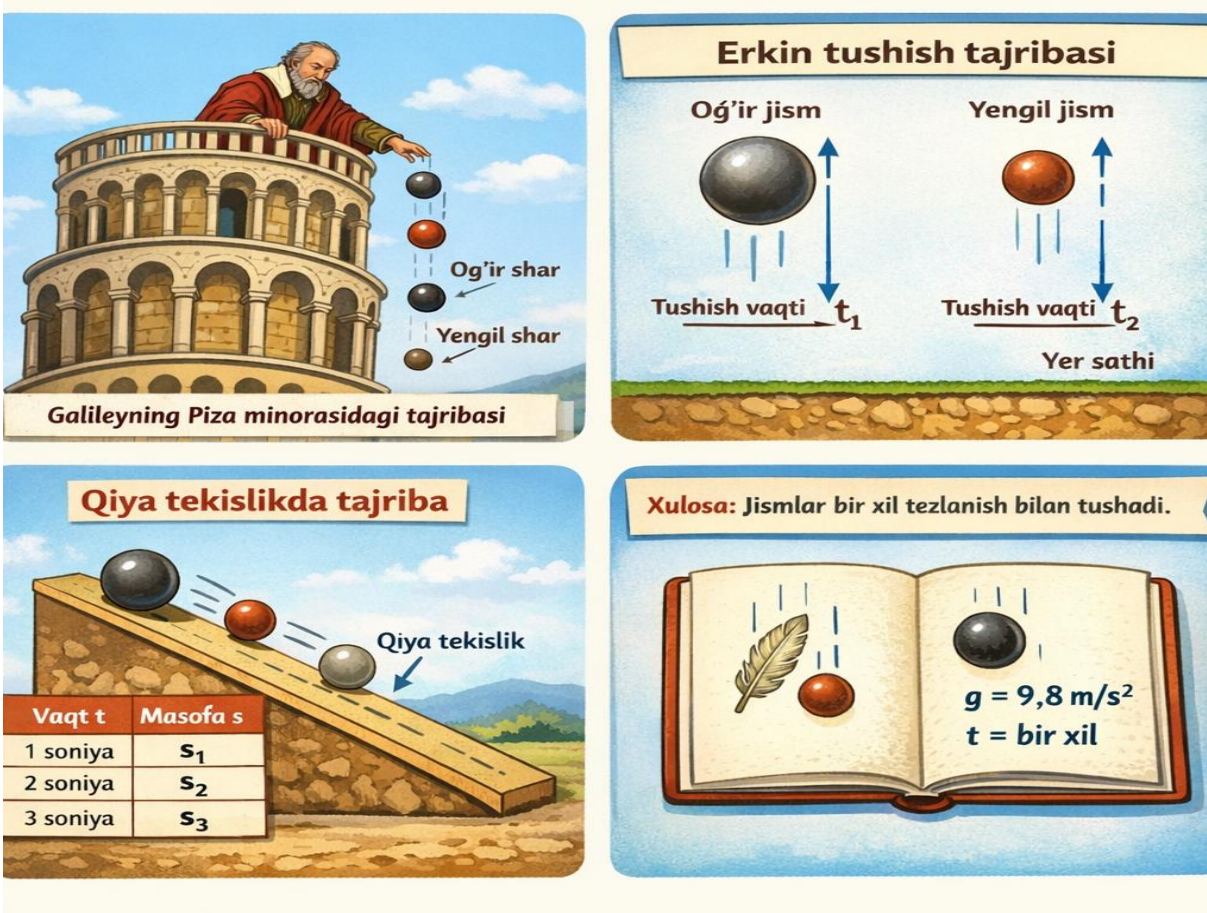
Zamonaviy ta'lim tizimida o'quvchilarning mustaqil fikrlashi, muammoli vaziyatlarni tahlil qila olishi hamda tadqiqotchilik ko'nikmalariga ega bo'lishi ustuvor vazifalardan biri sifatida qaralmoqda. Ayniqsa, fizika ta'limida o'quvchilarning ilmiy tafakkurini rivojlantirish, eksperimental faoliyatga jalb etish va ularning amaliy ko'nikmalarini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi. Bu borada umumiy o'rta ta'limning davlat ta'lim standartlari va o'quv dasturlarida ham fizika fanini o'qitishda o'quvchilarning tajriba o'tkazish, kuzatish va ilmiy xulosalar chiqarish kompetensiyalarini rivojlantirish zarurligi alohida belgilangan [1].

Fizika fanining rivojlanish tarixi ko'plab eksperimental kashfiyotlar bilan uzviy bog'liq bo'lib, ular ilmiy bilimlarning shakllanishida muhim rol o'ynagan. Bu jarayonning mohiyati ilm-fanning o'ziga xos xususiyatini ifodalaydi. Jumladan, Bill Bryson ta'kidlaganidek, “ilm-fan bu tayyor haqiqatlar to'plami emas, balki insoniyatning xatolar, izlanishlar va kashfiyotlar orqali haqiqatga yaqinlashish jarayonidir” [2]. Ushbu fikr fizika ta'limida tarixiy eksperimentlardan foydalanishning metodik ahamiyatini asoslab beradi. Shu bilan birga, an'anaviy o'qitish usullarida ko'pincha tayyor bilimlarni berishga urg'u berilishi natijasida o'quvchilarning tadqiqotchilik faoliyati yetarli darajada rivojlanmay qolmoqda. Bu esa fizika faniga bo'lgan qiziqishning pasayishiga olib kelishi mumkin. Mazkur muammoni hal etishda tarixiy eksperimentlar asosida tashkil etilgan o'quv faoliyati samarali pedagogik vosita sifatida namoyon bo'ladi. Fizika ta'limida o'quvchilarning tadqiqotchilik ko'nikmalarini shakllantirish masalasi zamonaviy pedagogika va fizika o'qitish metodikasining ustuvor yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu muammo kompetensiyaviy yondashuv, muammoli ta'lim va eksperimental faoliyatni rivojlantirish asosida keng tadqiq etilmoqda.

Ilmiy manbalar tahlili shuni ko'rsatadiki, fizika ta'limida eksperiment asosiy didaktik vosita sifatida e'tirof etiladi. Jumladan, Richard Feynman tomonidan ilgari surilgan yondashuvga ko'ra, fizik bilimlarning ishonchliligi eksperiment orqali tasdiqlanadi va o'quvchilar bilimni faol izlanish jarayonida egallashi lozim [3]. Rus metodist olimlari, jumladan A.V. Pyoryshkin o'z tadqiqotlarida fizika darslarida laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarning ahamiyatini asoslab bergan [4]. Shuningdek, L.D. Landau va E.M. Lifshits ilmiy ishlarida nazariya va eksperiment o'rtasidagi uzviy bog'liqlik chuqur tahlil qilingan [5].

O'zbekistonlik olimlar tomonidan ham fizika ta'limi metodikasini takomillashtirishga oid qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, M. Ochilov va Sh. Xolboyevlar fizika darslarida o'quvchilarning bilish faolligini oshirish hamda mustaqil fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish metodikasini ishlab chiqqanlar [6]. N. Saidaxmedov pedagogik texnologiyalar asosida o'qitish jarayonini tashkil etishning nazariy asoslarini yoritib, o'quvchilarning ijodiy va tadqiqotchilik faoliyatini rivojlantirishga alohida e'tibor qaratadi [7]. Fizika ta'limida tarixiy eksperimentlar asosida o'quvchilarning tadqiqotchilik ko'nikmalarini shakllantirishning samaradorligini aniqlashga qaratilgan kompleks metodologik yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot jarayoni nazariy va amaliy bosqichlarni o'z ichiga oladi. Tadqiqotda fizika ta'limida tarixiy eksperimentlar asosida o'quvchilarning tadqiqotchilik ko'nikmalarini shakllantirish jarayonini o'rganish uchun kompleks yondashuv qo'llanildi. Dastlab, nazariy tahlil metodi asosida fizika o'qitish metodikasiga oid ilmiy-pedagogik adabiyotlar, o'quv dasturlari va normativ hujjatlar tizimli ravishda o'rganildi. Ushbu bosqichda muammoning ilmiy asoslari, mavjud yondashuvlar hamda tadqiqotning konseptual modeli ishlab chiqildi. Shuningdek, pedagogik kuzatish metodi orqali o'quvchilarning dars jarayonidagi bilish faolligi, mustaqil fikrlashi va eksperimental faoliyatdagi ishtiroki tahlil qilindi.

Tadqiqotning obyekti umumiy oʻrta taʼlim maktablarida fizika fanini oʻqitish jarayoni boʻlsa, predmeti esa ushbu jarayonda tarixiy eksperimentlar asosida oʻquvchilarning tadqiqotchilik koʻnikmalarini shakllantirishga qaratilgan metodik yondashuvlar mazmuni va ularning samaradorligini aniqlashdan iborat.



1- rasm. Galileo Galilei erkin tushish tajribasini integratsiya qilish.

Mazkur tajriba mexanika boʻlimida “Erkin tushish harakati” mavzusini oʻqitishda qoʻllanildi. Dars boshida oʻquvchilarga muammoli savol berildi: “Ogʻir va yengil jismlar bir xil balandlikdan tashlansa, qaysi biri tezroq yerga tushadi?” Oʻquvchilar oʻz taxminlarini (gipotezalarini) ilgari surdilar. Shundan soʻng tarixiy kontekst berilib, Galileo Galilei tomonidan oʻtkazilgan tajriba mazmuni tushuntirildi.

Fizika taʼlimida tarixiy eksperimentlar asosida oʻquvchilarning tadqiqotchilik koʻnikmalarini shakllantirish samarali pedagogik yondashuv hisoblanadi. Tadqiqot natijalari ushbu metodikaning oʻquvchilarning ilmiy tafakkuri, mustaqil fikrlashi va amaliy koʻnikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqladi.

Kelgusida ushbu metodikani keng joriy etish va raqamli texnologiyalar bilan integratsiya qilish maqsadga muvofiqdir.

ADABIYOTLAR

1. Umumiy oʻrta taʼlimning davlat taʼlim standarti va oʻquv dasturlari (Fizika fani boʻyicha). – Toshkent, 2021. – 45 b.
2. Bryson B. *A Short History of Nearly Everything*. – London: Doubleday, 2003. – 544 p.
3. Feynman R. *The Feynman Lectures on Physics*. – California: Addison-Wesley, 1964.
4. Пёрышкин А. В. *Физика. 7–9 классы*. – Москва: Дрофа, 2010.

KOGNITIV YONDASHUV ASOSIDA O‘QUV AXBOROTLARINI VIZUALIZATSIYALASHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Pardayeva Kibriyo Zafar qizi

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti tayanch doktoranti

Zamonaviy o‘qitishda raqamli texnologiyalardan foydalanish dars samaradorligini oshirishning asosiy omillaridan biriga aylandi. Biroq, o‘quv jarayoniga multimedia vositalarini shunchaki joriy etish har doim ham ijobiy natija beravermaydi. Muammo shundaki, ko‘pincha dars materiallari o‘quvchining axborotni qabul qilish imkoniyatlari (kognitiv sig‘imi) hisobga olinmasdan loyihalashtiriladi. O‘qitish jarayonida o‘quvchining motivatsiyasini oshirish va materialni o‘zlashtirish samaradorligini tahlil qilishda ikki asosiy nazariy - qo‘zg‘alish nazariyasi va kognitiv qiziqish nazariyasi muhim ahamiyatga ega [1].

Qo‘zg‘alish nazariyasi hissiyotning bilish (kognitiv) jarayonlariga ta’siriga tayanadi. Unga ko‘ra, bu jarayon “hissiy qiziqish” bo‘lib, darsga mavzuga bevosita bog‘liq bo‘lmagan, lekin jozibador bo‘lgan tafsilotlarni qo‘shish orqali o‘quvchi faolligini oshirishni ko‘zda tutadi [2]. Shu bilan birga, yuqori hissiy fon ma’lumotlarning xotiraga chuqurroq muhrlanishiga xizmat qiladi [3].

Kognitiv qiziqish nazariyasi yuqoridagi nazariyaga teskari bog‘liqlikni ilgari suradi, ya’ni bilish jarayoni hissiyotni yuzaga keltiradi. Zerikarli darsni sun‘iy ravishda “shirin qilish” (qiziqarli ma’lumotlar bilan bezash) kutilgan natijani bermasligi ta’kidlanadi [4]. Agar ob’ektning o‘zi qiziqish uyg‘otmasa, unga qo‘shilgan tashqi elementlar ob’ektni mazmunan qiziqarliroq qilib qo‘ymaydi, talaba o‘rganilayotgan materialning mantiqiy tuzilishini tushunsa va anglab yetsa, unda tabiiy zavq paydo bo‘ladi.

Darsni jozibador tafsilotlar bilan boyitish va o‘quv materialining mantiqiy mohiyatini saqlab qolish o‘rtasidagi nozik muvozanat multimedia yondashuvida o‘z yechimini topadi. Chunki multimedia orqali o‘rganish nazariyasiga ko‘ra, insonning ishchi xotirasi cheklangan bo‘lib, darsdagi ortiqcha va chalg‘ituvchi elementlar asosiy mavzuni o‘zlashtirishga to‘sqinlik qilishi mumkin [5]. Ayniqsa, fizika kabi murakkab va mavhum tushunchalarga boy fanlarni o‘qitishda o‘quv materialining lo‘ndaligi va izchilligi masalasi bugungi kunda pedagogikada eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi [6,7].

Ushbu nazariy tamoyillar “Bug‘lanish va kondensatsiya” mavzusini o‘qitishda qanday qo‘llanishini ko‘rishimiz mumkin. Pedagogik kuzatishlarimiz shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy darslarda mavzuga qiziqish uyg‘otish maqsadida keltiriladigan, lekin fizik jarayonning mohiyatiga daxldor bo‘lmagan “jozibador tafsilotlar” o‘quvchining diqqatini asosiy tushunchalardan chalg‘itadi.

Shu sababli, biz o‘z tajribamizda o‘quv materialini Mayer prinsiplari asosida qayta shakllantirdik. Unga ko‘ra “Bug‘lanish va kondensatsiya” mavzusini o‘qitishda quyida 4 ta ma’lumot keltiramiz. Ulardan uchitasi ortiqcha ma’lumot bo‘lib, faqat bittasi asosiy kognitiv jarayon hisoblanadi.

Keltirilgan birinchi ma’lumot qiziqarli, lekin bu o‘quvchi bug‘lanishning fizik mexanizmini tushunishiga yordam bermaydi. O‘quvchi molekulalar o‘rniga samolyotlar haqida o‘ylay boshlaydi.

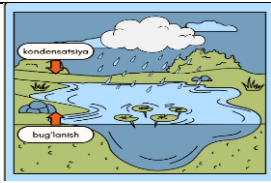
Ikkinchisi esa statistik ma’lumot. Raqamlar va ulkan miqyoslar o‘quvchining diqqatini asosiy tushunchadan chalg‘itadi. U jarayonni emas, balki raqamlarni tasavvur qilishga harakat qilib, ishchi xotirasini band qiladi.

Uchinchisi vizual tafsilotdir. Limonad yoki ichimlik haqidagi shaxsiy tajriba o‘quvchida “limonad ichish” haqidagi xotiralarni uyg‘otadi. Bu o‘quvchini ilmiy tushuntirishdan hissiy xotiralarga o‘tkazib yuboradi.

Asosiy va foydali ma’lumot sifatida to‘rtinchisini keltirish mumkin. Chunki u jarayonning ichki mexanizmini va sabab-oqibat bog‘lanishini (molekulyar darajada) tushuntiradi.

Agar o‘quvchiga ushbu ma’lumotlar birga keltirilsa, diqqat bo‘linishi, kognitiv yuklama hosil bo‘lishi, transfer darajasi pasayishi ro‘y beradi. O‘quvchi samolyot yoki limonad haqidagi hikoyani

yaxshiroq eslab qoladi, lekin bug‘lanishning *molekulyar sababini* tushuntirib bera olmaydi. Ortiqcha ma’lumotlar ishchi xotiradagi cheklangan “joyni” egallab oladi va asosiy tushunchani tizimlashtirishga joy qoldirmaydi. Keyingi safar o‘quvchidan boshqa bir sharoitda bug‘lanish haqida so‘rasangiz, u limonad yoki Braziliyadagi tuman haqidagi ma’lumotlarni ishlata olmaydi.

1	Dunyodagi eng katta gidroelektrostansiyalardan biri bo‘lgan Braziliyadagi “Itaipu” to‘g‘onida suvning bug‘lanishi natijasida shunchalik ko‘p tuman hosil bo‘ladiki, bu hatto yaqin atrofdagi samolyotlar parvozigacha halaqit berishi mumkin.	
2	Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, okean yuzasidan bir yilda taxminan 500000 kilometr kub suv bug‘lanadi. Bu miqdor Yer sharidagi barcha daryolar oqimining yig‘indisiga tengdir.	
3	Tasavvur qiling, issiq kunda muzdek limonad ichyapsiz. Stakan tashqarisida suv tomchilari paydo bo‘ldi. Siz buni ichimlik stakan ichidan sizib chiqdi deb o‘ylashingiz mumkin, lekin aslida bu havodagi bug‘ning “shoxi” qaytganidir.	
4	Suyuqlik qiziganda uning molekulalari tezroq harakatlana boshlaydi. Eng yuqori energiyaga ega bo‘lgan molekulalar suyuqlik sirtini tark etib, havoga ko‘tariladi — bu bug‘lanish jarayonidir. Aksincha, bug‘ soviganda uning molekulalari sekinlashadi va o‘zaro birlashib, yana suyuqlikka aylanadi — bu kondensatsiya deyiladi.	

O‘tkazilgan tahlillar va pedagogik kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, raqamli ta’lim muhitida dars samaradorligi ma’lumotlarning miqdori bilan emas, balki ularning kognitiv jihatdan to‘g‘ri saralangani bilan belgilanadi. Raqamli platformalar uchun o‘quv materiallari tayyorlashda “qancha ko‘p bo‘lsa, shuncha yaxshi” tamoyilidan voz kechish, ma’lumotlarni saralashda ortiqcha vizual va matnli elementlarni qisqartirish dars sifatini oshirishning asosiy shartidir. Bu yondashuv o‘quvchilarda nafaqat mavzuni yuzaki eslab qolish, balki chuqur kognitiv tizimlashtirish ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

ADBIYOTLAR

1. Mayer R. E. Cognitive theory of multimedia learning / In R. E. Mayer (Ed.), The Cambridge handbook of multimedia learning. – New York: Cambridge University Press, 2005. – Pp. 31–48.
2. Kintsch W. Learning from text, levels of comprehension, or: Why would anyone read a story anyway? // Poetics. – 1980. – № 9. – Pp. 87–98.
3. Weiner B. Motivation / In M. Alkin (Ed.), Encyclopedia of educational research (6th ed.). - New York: Macmillan, 1992. - Pp. 860-865.
4. Dewey J. Interest and effort in education. – Cambridge, MA: Houghton Mifflin, 1913.
5. Mayer R. E. Multimedia Learning. – 2nd ed. – New York: Cambridge University Press, 2009. – 318 p.
6. Pardayeva K. Z. Fizika fanini o‘qitishdagi raqamli platformalar va ularning samaradorligi // O‘zMU xabarlar. – 2025. – № 1/9.
7. Pardayeva K. Z. Jahon tajribasi asosida fizika fanida raqamli texnologiyalarni qo‘llashning holati, tendensiyalari va istiqbollari // Ilm sarchashmalari. – 2025. – № 11.

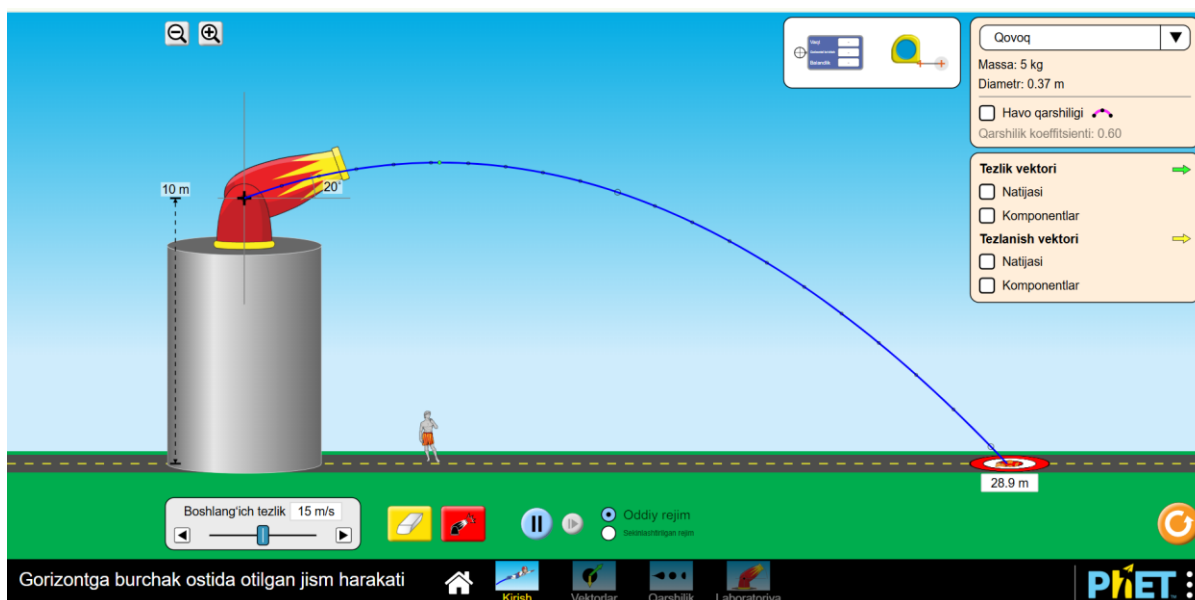
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA MEDIATA’LIM ORQALI MUSTAQIL O‘QISH KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH

U.H.Omonqulova, K.Z.Pardayeva, Z.X.Sattorova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

Zamonaviy fizika fani oldida turgan asosiy muammolardan biri — o‘quvchilarning formulalarni tushunmasdan yodlashi va ularni real hayotiy jarayonlar bilan bog‘lay olmasligidir. A. Arons ta’kidlaganidek, ta’limda “teskari fan” an’anasi, ya’ni tushunchani shakllantirmasdan turib tayyor ta’rif va formulani berish o‘quvchini “formula g‘ichirlatuvchi avtomat”ga aylantirib qo‘yadi. Mediata’lim vositalari bu muammoni hal qilishda o‘quvchiga virtual tadqiqotchi rolini berish imkonini yaratadi.

O‘quvchilarning mustaqil izlanuvchanlik faoliyatini tashkil etishda *PhET interaktiv simulyatsiyalari* (1-rasm) kabi mediata’lim resurslari nazariy bilimlarni vizuallashtirishning asosiy vositasi bo‘lib xizmat qiladi.



1-rasm

Mavzuni o‘qitishda didaktik samaradorlikka erishish va mustaqil ta’limni tashkil etishda quyidagi bosqichlarni amalga oshirishni taklif etamiz:

1. *Vizual kuzatish.* Bu bosqichda o‘quvchi o‘zgaruvchilar o‘rtasidagi bog‘liqlikni mustaqil ravishda “sezadi”. An’anaviy darsda o‘qituvchi doskaga darrov $L = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$ formulasini yozadi. Bizning metodikada esa o‘quvchi rasmda ko‘rsatilgan simulyatorni mustaqil boshqaradi: o‘quvchiga “To’pni turli burchak ostida otib ko‘ring. Qachon u eng uzoqqa boradi?” degan savol beriladi. O‘quvchi formula hali yo‘qligida, burchak o‘zgarishi bilan masofa o‘zgarishini vizual kuzatadi.

2. *Tanqidiy tahlil.* O‘quvchi simulyatsiyadagi o‘lchov asboblardan foydalanib, natijalarni taqqoslaydi. O‘qituvchi yo‘naltiruvchi savollar beradi: “Nima uchun burchakni 20° dan 45° gacha oshirganingizda masofa ortdi, lekin 80° da kamaydi?”, “Havo qarshiligini yoqsangiz, trayektoriya qanday o‘zgaradi?” Natijada o‘quvchi shunchaki ko‘rmaydi, balki kuzatishlar va xulosalar o‘rtasidagi farqni ajratishni o‘rganadi. Bu uning mustaqil tahlil qilish ko‘nikmasini shakllantiradi.

3. *Nazariy yakun.* Endi trayektoriya balandligi, uchish uzoqligi kabi terminlar va ularning matematik modellari tushuntiriladi. Formula o‘quvchi uchun shunchaki yodlanadigan harflar to‘plami emas, balki u simulyatsiyada o‘zi ko‘rgan jarayonning qisqa matematik tasviriga aylanadi.

Ushbu uch bosqichli yondashuv o‘quvchining kognitiv faoliyatini bosqichma-bosqich rivojlantirishga xizmat qiladi. Raqamli simulyatsiyalar (PhET) orqali tashkil etilgan dars jarayonida o‘quvchi shunchaki axborotni qabul qiluvchi emas, balki faol tadqiqotchi rolida namoyon bo‘ladi.

Xulosa qilib aytganda, fizikani mediata’lim asosida o‘qitish — o‘quvchilarni “formula yodlovchi avtomatlar” bo‘lishdan qutqarib, ularni mantiqiy fikrlaydigan mustaqil shaxs sifatida shakllantirishning eng samarali yo‘llaridan biridir. PhET simulyatsiyalari misolida ko‘rib chiqilgan uch bosqichli metodika quyidagi natijalarni beradi: fizik hodisalarni vizual idrok etish orqali bilimlarning o‘zlashtirilish darajasi va turg‘unligi ortadi; savol-javob va tanqidiy tahlil orqali o‘quvchilarning ilmiy farazlar tuzish va xulosa chiqarish ko‘nikmalari rivojlanadi; nazariya va amaliyotning uzviyligi ta’minlanib, o‘quvchilarda mustaqil ta’lim olishga bo‘lgan ichki motivatsiya shakllanadi.

Shunday qilib, mediata’lim vositalari fizika darslarida shunchaki ko‘rgazma emas, balki o‘quvchining intellektual salohiyatini oshiruvchi asosiy metodologik instrument bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Arons A. B. Teaching Introductory Physics. – New York: John Wiley & Sons, 1997.
2. UNESCO. Media and Information Literacy Curriculum for Teachers, 2011.
3. Begmatova D.M. "Fizika o‘qitishda mediata’lim texnologiyalaridan foydalanish". (O‘quv qo‘llanma).
4. Joraev M., Sattarova B. "Fizika o‘qitish metodikasi". (Umumiy metodik asoslar uchun).

YARIMO‘TKAZGICHLI KVANT NUQTALARIDA KVANT CHEKLANISH EFFIKTI VA ULARNING OPTIK XUSUSIYATLARINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH

A. Rahmatullayeva

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, O‘zbekiston

Ushbu tezisdagi yarimo‘tkazgichli kvant nuqtalarida (KN) sodir bo‘ladigan kvant cheklanish effektining fundamental asoslari va ularning optik spektrlariga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Nanotuzilmalarning energetik sathlarini aniqlashda Shredinger tenglamasining sferik koordinatalar sistemasidagi yechimlari tahlil qilingan. Kvant nuqtasining o‘lchami kamayishi bilan elektron va kovaklarning harakati cheklanadi. Bu esa energiya spektrining uzluksiz holatdan diskret (alohida) sathlarga o‘tishiga olib keladi. Matematik nuqtai nazardan, bu jarayonni radiusi R bo‘lgan cheksiz chuqur sferik potensial o‘ra modeli orqali ifodalash mumkin. Bunda elektronning energiyasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$E_{(n,l)} = (\hbar^2 \chi_{(n,l)}^2) / (2m^* R^2)$$

Bu yerda:

$\hbar$ — keltirilgan Plank doimiysi;

m^* — zarrachaning effektiv massasi;

$\chi_{n,l}$ — Bessel funksiyasining nollari.

Ushbu bog‘liqlikdan ko‘rinib turibdiki, kvant nuqtasining radiusi R qanchalik kichik bo‘lsa, energiya sathlari orasidagi masofa shunchalik katta bo‘ladi va taqiqlangan zona kengligi (E_g) ortadi. Kvant nuqtalarining eng muhim xususiyati ularning lyuminessensiya spektrini o‘lcham orqali boshqarish imkoniyatidir. Eksiton (elektron-kovak juftligi) energiyasini hisoblashda Kulon o‘zaro ta’sirini ham hisobga olish lozim:

$$E_{(exc)} = E_g + (\hbar^2) / (8R^2) (1/m_e + 1/m_h) - (1.8e^2) / (\epsilon R)$$

Bu yerda oxirgi had Kulon energiyasini ifodalaydi. Kvant nuqta o‘lchami o‘zgarishi bilan u tarqatadigan nurning rangi (to‘lqin uzunligi) o‘zgaradi. Masalan, o‘lcham kichraygan sari nurlanish spektri ko‘k (qisqa to‘lqin) tomonga siljiydi.

Matematik modellash natijalari shuni ko‘rsatadiki, kvant nuqtalarining optik xarakteristikalarini bevosita ularning geometrik o‘lchamlariga bog‘liq. Bu hodisa quyosh elementlari, lazerlar va tibbiy markerlar yaratishda yuqori samaradorlikka erishish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Alferov J. I. Physics and Technics of Semiconductors, 1998.
2. Brus L. E. Journal of Chemical Physics, 1984.
3. Harrison P. Quantum Wells, Wires and Dots. Wiley, 2016.
4. Gaponenko S. V. Optical Properties of Semiconductor Nanocrystals, 1998.

PAST O‘LCHAMLI KVANT TIZIMLARI VA NANOSTRUKTURALARNING FIZIK XOSSALARINI O‘QITISHDA KOMPYUTER MODELLASHTIRISHDAN FOYDALANISH

O‘g‘iloy Mingliboyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Nanotexnologiyalar davrida moddaning kvant-mexanik xususiyatlarini o‘rganish makroskopik fizikadan farqli yondashuvni talab etadi. Past o‘lchamli tizimlar (kvant nuqtalari, nanotillar, grafen va boshqa 2D materiallar) o‘ziga xos elektron, optik va termodinamik xossalarga ega. Ushbu xossalarni an’anaviy laboratoriya sharoitida kuzatish qimmat va texnik jihatdan murakkab bo‘lgani sababli, kompyuter modelashtirish ta’lim jarayonidagi asosiy ko‘prik vazifasini o‘taydi.

Kvant o‘lchamli effektlarni vizuallashtirish

Kvant tizimlarida zarrachaning o‘zini tutishi Shredinger tenglamasi bilan tavsiflanadi:

$$-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla^2\psi + V\psi = E$$

O‘quvchilar uchun "to‘lqin funksiya" yoki "energetik sathlarning diskretlanishi" kabi tushunchalar mavhum tuyulishi mumkin. Modellashirish dasturlari (VASP, Quantum ESPRESSO, yoki Python kutubxonalar) yordamida potentsial o‘rada qamalgan elektronning zichlik ehtimolligini vizuallashtirish mumkin.

Modellashtirishning asosiy yo‘nalishlari

Kvant nuqtalari (0D) va Nanotillar (1D)

Modellashtirish orqali zarracha o‘lchami kamayishi bilan taqiqlangan zona kengligi (E_g) qanday o‘zgarishini ko‘rsatish mumkin. Bu "Kvant cheklanish effekti" (Quantum Confinement Effect) deb ataladi. Dasturiy ta’minot yordamida talabalar turli diametrdagi nanostrukturalarning yutilish spektrlarini hisoblaydilar.

Ikki o‘lchamli (2D) materiallar: Grafen misolida

Grafenning asalli panjara strukturasini va uning geksagonal simmetriyasini modelashtirish orqali uning g‘ayritabiiy o‘tkazuvchanlik xossalari tushuntirish osonlashadi. Kompyuter muhitida atomlararo masofani o‘zgartirish orqali materialning elastiklik va mexanik mustahkamligini sinab ko‘rish imkoniyati mavjud

O‘qitish metodikasi va dasturiy vositalar

Tadqiqotchilik kompetensiyalarini shakllantirish uchun quyidagi dasturiy yondashuvlar tavsiya etiladi:

- Molekulyar dinamika (MD): Atomlarning vaqt davomida harakatini va nanostrukturalarning issiqlik o‘tkazuvchanligini o‘rganish uchun.
- Zichlik funksionali nazariyasi (DFT): Nanomateriallarning elektron tuzilishini fundamental darajada hisoblash uchun.
- Interaktiv simulyatsiyalar (PhET, Nanohub): Kvant fizikasi qonuniyatlarini sodda o‘yin tarzida o‘rganish uchun.

Eslatma: Nanohub kabi platformalar bulutli texnologiyalar asosida murakkab kvant hisob-

kitoblarini oddiy brauzer orqali amalga oshirish imkonini beradi, bu esa maktab va oliy ta'lim integratsiyasini ta'minlaydi.

Tadqiqotchilik ko'nikmalarini rivojlantirish

Kompyuter modellashtirish o'quvchida quyidagi ko'nikmalarni shakllantiradi:

1. Abstraktsiyadan modelga o'tish: Nazariy tenglamani vizual modelga aylantirish.
2. Parametrik tahlil: Tizim parametrlarini (masalan, harorat yoki kuchlanish) o'zgartirib, natijani bashorat qilish.
3. Kritik fikrlash: Kompyuter natijasini nazariy ma'lumotlar bilan solishtirish va xatoliklarni tahlil qilish.

Past o'lchamli tizimlarni o'qitishda kompyuter modellashtirishdan foydalanish ta'lim sifatini yangi bosqichga olib chiqadi. Bu nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamlaydi, balki talabalarni zamonaviy ilmiy-tadqiqot ishlariga tayyorlaydi. Kelajakda virtual va to'ldirilgan borliq (VR/AR) texnologiyalarini ushbu modellar bilan birlashtirish atomlar dunyosiga "sayohat qilish" imkoniyatini yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kittel, C. "Introduction to Solid State Physics".
2. Vasileska, D. "Computational Electronics".
3. PhET Interactive Simulations Project (University of Colorado Boulder).

GRAFEN VA BOSHQA 2D MATERIALLARNING O‘ZIGA XOS FIZIK XUSUSIYATLARINI ZAMONAVIY FIZIKA KURSIGA INTEGRATSIYA QILISH

O‘g‘iloy Mingliboyeva, O‘ljayev O‘tkir

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

XXI asr fizikasining eng yirik kashfiyotlaridan biri - ikki o‘lchamli (2D) materiallarning kashf etilishi bo‘ldi. 2010-yilda grafenning kashfiyoti uchun Nobel mukofoti berilishi bu sohaning naqadar muhimligini ko‘rsatadi. Biroq, zamonaviy fizika darsliklarida ushbu materiallarning xossalari hali ham yetarlicha yoritilmagan. Grafen, geksagonal bor nitridi (h-BN) va o‘tish metallari dixalkogenidlarini (TMDs) ta‘lim tizimiga integratsiya qilish talabalarning kvant fizikasi va qattiq jism fizikasi haqidagi tasavvurlarining boyishiga xizmat qiladi.

Grafenning kristallik va elektron strukturasi

Grafen-carbon atomlarining sp^2 gibridlanishi natijasida hosil bo‘lgan, qalinligi bor-yo‘g‘i bir atomga teng bo‘lgan asalli panjara (honeycomb lattice) strukturadir.

O‘quv jarayonida quyidagi jihatlariga urg‘u berish lozim:

- Dirak nuqtalari: Grafenda elektronlar o‘zini massasiz relyativistik zarrachalar kabi tutadi. Ularning energiya spektri chiziqli bo‘lib, bu "Dirak konuslari" deb ataladi.
- G‘ayritabiiy elektr o‘tkazuvchanlik: Xona haroratida ham elektronlarning harakatchanligi nihoyatda yuqori ($200,000 \text{ cm}^2 / \text{Vs}$ gacha).
- Boshqa 2D materiallarning xilma-xilligi
- Faqat grafen bilan cheklanib qolmasdan, fizika kursiga boshqa "post-grafen" materiallarini kiritish qiyosiy tahlil qilish imkonini beradi:
- Heksagonal bor nitridi (h-BN): Grafenning strukturaviy analogi, lekin dielektrik (izolyator) xususiyatiga ega. Uni "oq grafen" deb ham atashadi.
- MoS2 va boshqa TMD materiallar: Bular yarimo‘tkazgichlar bo‘lib, zamonaviy tranzistorlar va optoelektronika qurilmalari uchun asos hisoblanadi.

O‘quv dasturiga integratsiya qilish metodikasi

2D materiallarni fizika darslariga samarali integratsiya qilish uchun quyidagi bosqichlar tavsiya etiladi:

1. Laboratoriya mashg‘ulotlari (Skotch usuli)

Talabalarga grafenni olishning eng sodda va klassik usuli - "mexanik eksfoliatsiya" (oddiy skotch yordamida grafitdan qatlamlarni ajratish) jarayonini ko‘rsatish. Bu talabalarda mikroduyoni tushunishga bo‘lgan qiziqishni oshiradi.

2. Virtual laboratoriyalar va modellashtirish

2D materiallarning optik shaffofligini (grafen yorug‘likning faqat 2.3% qismini yutadi) va mexanik mustahkamligini kompyuter modellashtirish (masalan, Python yoki Atomistix ToolKit) orqali tahlil qilish.

2D materiallarning amaliy tatbiqi

Integratsiyaning muhim qismi bu nazariy bilimlarning hayotdagi o‘rni bilan bog‘lanishidir:

- Hybrid tizimlar: Grafen va boshqa 2D qatlamlarni ustma-ust taxlash orqali "Van-der-Vaals geterostrukturallari"ni yaratish.
- Ekologiya va energetika: Yuqori sig‘imli superkondensatorlar va suvni tozalovchi nanofiltrlar.
- Moslanuvchan elektronika: Bukiluvchan ekranlar va "aqlli" kiyimlar uchun datchiklar.

Kutilayotgan natijalar

2D materiallar mavzusining fizika kursiga kiritilishi:

1. O'quvchilarda mikromiyos va makrodunyo o'rtasidagi bog'liqlikni tushunishni shakllantiradi.
2. Kvant mexanikasi qonuniyatlarini real ob'ektlar misolida ko'rsatish imkonini beradi.
3. STEM ta'lim yo'nalishida tadqiqotchilik kompetensiyalarini rivojlantiradi.

Grafen va boshqa 2D materiallar nafaqat kelajak texnologiyasi, balki fundamental fizikani o'qitishda kuchli didaktik vositadir. Ularni zamonaviy fizika dasturlariga integratsiya qilish ta'limning fan bilan uzviyligini ta'minlaydi va yosh avlodni yuqori texnologiyali ishlab chiqarishga tayyorlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Novoselov, KS, et al. "Electric field effect in atomically thin carbon films." Science, 2004.
2. Castro Neto, A.H., et al. "The electronic properties of graphene." Reviews of Modern Physics, 2009.
3. Ioffe, AF "Fizika poluprovodnikov" darsliklari va zamonaviy ilmiy jurnallar.

TADQIQOT XARAKTERIDAGI EKSPERIMENTAL MASALALARNI YECHISH ASOSIDA FIZIKA FANIGA BO‘LGAN KOGNITIV QIZIQISHINI SHAKLLANTIRISH

Lobar Qurbonova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Tadqiqot xarakteridagi eksperimental masalalarni yechishda fizika fanining o‘rni katta ahamiyatga ega. Nazariy bilimlarni amaliyot bilan bog‘lash, tabiat qonuniyatlarini chuqur anglash va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirishda asosiy vosita hisoblanadi. Fizika eksperimenti orqali o‘quvchi yoki tadqiqotchi nafaqat tayyor formulalardan foydalanishni, balki yangi qonuniyatlarni kashf etishni o‘rganadi.

Tadqiqot xarakteridagi eksperimental masalalarni yechishda fizika fanining o‘rni quyidagi jihatlarida namoyon bo‘ladi:

- **Nazariy bilimlarni amaliy tasdiqlash:** Fizika qonunlarini (masalan, Om qonuni, Nyuton qonunlari) real tajribalar orqali tekshirish va ularning haqiqiylikiga ishonch hosil qilish.
- **Tadqiqotchilik ko‘nikmalarini rivojlantirish:** Tadqiqot xarakteridagi masalalar yechimi o‘quvchilarni kuzatish, gipotezalar (farazlar) ilgarisurish, eksperiment rejasini tuzish va natijalarni tahlil qilishga o‘rgatadi.
- **Mantiqiy va ijodiy tafakkurni shakllantirish:** Eksperimental masalalar yechish jarayoni muammoning yechimini izlash, mantiqiy sxemalar tuzish va nostandart vaziyatlarda qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantiradi.
- **O‘lchash va texnik ko‘nikmalar:** Fizik asboblari (ampermetr, voltmetr, mikrometr, raqamli datchiklar) bilan ishlash, o‘lchash xatoliklarini baholash va zamonaviy raqamli texnologiyalardan foydalanishni o‘rgatadi.
- **Ilmiy dunyoqarashni shakllantirish:** Tabiat hodisalarining sabab-oqibat bog‘liqliklarini tushunish, fizika qonuniyatlarini modellashtirish va ilmiy asoslangan xulosalar chiqarishga ko‘maklashadi.

“Fizikani o‘qitishni fizik eksperimentsiz amalga oshirish fizika o‘qitish metodikasi talablariga zid va hatto nomaqbul”, – degan edi taniqli metodist olim, qator darsliklar muallifi A.V. Pyorishkin. Shuningdek, boshqa metodik adabiyotlarda ta’kidlab o‘tilganidek, fizik eksperiment fizik bilimlarning asosiy manbai hisoblanadi.

Fizikadan eksperimental masalalar yechishda, ayniqsa, eksperimentni rejalashtirish va tizimni optimallashtirish (murakkab vaziyatlarda eng samarali yechimni topish) muhim o‘rin tutadi. Bu jarayon o‘quvchilarni nazariyani amaliyot bilan bog‘lagan holda ilmiy tadqiqot olib borishga tayyorlaydi.

Fizikada tadqiqot xarakteridagi masalalarni yechishda eksperimental rejalashtirish, fizika fanini o‘qitishda o‘quvchilarning kognitiv qiziqishini, ilmiy dunyoqarashini va tadqiqotchilik ko‘nikmalarini shakllantirishning eng samarali usullaridan biri hisoblanadi. Fizika tajribalarga asoslangan fan bo‘lgani uchun, qonuniyatlarni shunchaki yodlash emas, balki ularni tajriba orqali kashf etish o‘quvchida fanga bo‘lgan kognitiv faolligini va motivatsiyasini oshiradi. Bundan ko‘rinib turibdiki, tajribalar, fizika faniga bo‘lgan kognitiv qiziqish deganda o‘quvchilarning tabiat hodisalari, fizik jarayonlar va texnik qurilmalarning ishlash tamoyillarini anglashga, chuqur o‘rganishga bo‘lgan ichki motivatsiyasi va intilishidir.

Hodisa va jarayonlar mohiyatini aniqlash, u to‘g‘risida bilimlarga erishish, aksariyat nazariy va eksperimental metodlar orqali tadqiq etish yo‘li bilan amalga oshiriladi. Xususan, ularni eksperimental darajada o‘rganish, o‘rganilayotgan ob’ektlar haqida ilmiy faktlar, axborotlarni yig‘ish bilan kechadi. Bular tajriba yordamida kuzatish, o‘lchash va natijalarni solishtirish orqali amalga oshiriladi.

Fizikadan eksperimental masalalar yechishda eksperimentni rejalashtirish, o‘quvchilarda nazariyani amaliyot bilan bog‘lagan holda ilmiy tadqiqot olib borish mohiyati quyidagi bosqichlarda o‘z

isbotini topgan:

1. Tadqiqot xarakteridagi eksperimental masalalarning mohiyati - an'anaviy laboratoriya ishlaridan farqli o'laroq, tadqiqot xarakteridagi masalalar tayyor yo'riqnoma bilan berilmaydi. O'quvchi masala shartini tahlil qilib, tajriba qurilmasini o'zi loyihalaydi, o'lchash usullarini tanlaydi va xatoliklarni tahlil qiladi.

Asosiy xususiyatlari:

Muammolilik: O'quvchi oldida aniq bir fizik hodisani tushuntirish yoki noma'lum kattalikni topish muammosi turadi.

Mustaqillik: Tajriba rejasini tuzish va natijalarni tahlil qilish o'quvchining o'ziga havola etiladi.

Amaliylik: Kundalik hayotdagi fizik hodisalar bilan bog'liqlik (masalan, "uy sharoitida zichlikni aniqlash")

2. Kognitiv qiziqishni shakllantirish bosqichlari – eksperimental masalalar orqali qiziqishni shakllantirish tizimli yondashuvni talab qiladi:

Muammoni anglash: O'quvchi tajriba orqali yechilishi kerak bo'lgan savolni tushunadi (masalan, "Nima uchun og'ir narsalar suvda osonroq ko'tariladi?").

Gipoteza ilgari surish: Tajriba boshlanishidan oldin nazariy taxminlar qilinadi.

Tajriba o'tkazish: O'quvchi reja bo'yicha asboblardan foydalanib ishlaydi.

Natijalarni tahlil qilish va xulosa: Olingan ma'lumotlarni matematik ishlov berib, gipotezani tasdiqlaydi yoki rad etadi.

3. Eksperimental masalalarning turlari

Sifat masalalari: Hodisaning sababini tushuntirishga qaratilgan tajribalar (masalan, muzning erish jarayonini kuzatish).

Miqdor masalalari: Fizik kattaliklarni o'lchash (masalan, shtangensirkul yordamida kichik jismning hajmini aniqlash).

Konstruktorlik masalalari: Berilgan materiallardan o'lchov asbobi yasash (masalan, uy sharoitida dinamometr yasash).

4. Samaradorlikni oshirish omillari

Raqamli texnologiyalar: Virtual laboratoriyalar va simulyatsiya dasturlari (PhET kabi) orqali murakkab tajribalarni modellashtirish o'quvchilarning qiziqishini sezilarli darajada oshiradi.

Fanlararo bog'liqlik: Fizikani matematika, kimyo va biologiya bilan bog'lash (masalan, o'simliklarda kapillyarlik hodisasini o'rganish).

Natijadorlik: Tajriba muvaffaqiyatli yakunlanganda, o'quvchida o'z bilimiga bo'lgan ishonch shakllanadi.

Xulosa o'rnida shuni aytishimiz mumkinki tadqiqot xarakteridagi eksperimental masalalar o'quvchini passiv tinglovchidan aktiv tadqiqotchiga aylantiradi. Bu usul nafaqat fizika qonunlarini chuqur o'zlashtirishni, balki tanqidiy fikrlash, ijodiy yondashuv va amaliy ko'nikmalarni rivojlantiradi, natijada fanga bo'lgan barqaror kognitiv qiziqish shakllanadi, bu esa o'z navbatida kelajakda yangi kashfiyotlarga yo'l ochadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Каменеский С.Е., Пурешева Н.С. и др. Теория и методика обучения физике (общие вопросы) / Под ред. С.Е. Каменеского. – М.: «Академа», 2000. – 366 с.
2. Xudayberdiev O'.S. Fizika fanini o'qitishni takomillashtirishning ayrim masalalari.
3. Chirchiq DPI Zamonaviy ta'limda matematika, fizika va raqamli texnologiyalarning dolzarb muammolari va yutuqlari nomli konfirensiya materiallari to'plami. 2021-yil. B.214-219

SUPERCONDUCTIVITY EXPLAINED

R. Kholmatova

Denau Institute of Entrepreneurship and Pedagogy, 190507 Denau, Uzbekistan

Superconductivity is a set of physical properties observed in superconductors: materials where electrical resistance vanishes and magnetic fields are expelled from the material. Unlike an ordinary metallic conductor, whose resistance decreases gradually as its temperature is lowered, even down to near absolute zero, a superconductor has a characteristic critical temperature below which the resistance drops abruptly to zero. An electric current through a loop of superconducting wire can persist indefinitely with no power source.

The superconductivity phenomenon was discovered in 1911 by Dutch physicist Heike Kamerlingh Onnes. Like ferromagnetism and atomic spectral lines, superconductivity is a phenomenon which can only be explained by quantum mechanics. It is characterized by the Meissner effect, the complete cancellation of the magnetic field in the interior of the superconductor during its transitions into the superconducting state. The occurrence of the Meissner effect indicates that superconductivity cannot be understood simply as the idealization of perfect conductivity in classical physics.

In 1986, it was discovered that some cuprate-perovskite ceramic materials have a critical temperature above 35 K (-238°C). It was shortly found (by Ching-Wu Chu) that replacing the lanthanum with yttrium, i.e. making YBCO, raised the critical temperature to 92 K (-181°C), which was important because liquid nitrogen could then be used as a refrigerant. Such a high transition temperature is theoretically impossible for a conventional superconductor, leading the materials to be termed high-temperature superconductors. The cheaply available coolant liquid nitrogen boils at 77 K (-196°C) and thus the existence of superconductivity at higher temperatures than this facilitates many experiments and applications that are less practical at lower temperatures.

REFERENCES

1. History. of. Superconductivity: K. H. Bennemann Dept. of Physics, Freie Universität Berlin, Germany J. B.
2. Novel Superconductors Karl-Heinz Bennemann, John B. Ketterson.

BO‘LAJAK FIZIKA O‘QITUVCHILARIDA METAKOGNITIV FAOLIYATNI SHAKLLANTIRISH

Ilxomjon Muradov

Jarqo‘rg‘on Tuman Ixtisoslashtirilgan Maktab, Jarqo‘rg‘on, O‘zbekiston

Zamonaviy ta’lim tizimida o‘qituvchining nafaqat fan bilimlari, balki o‘zining o‘quv faoliyatini boshqarish va refleksiya qilish qobiliyati ham muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, metakognitiv faoliyatni shakllantirish bo‘lajak fizika o‘qituvchilarini tayyorlashning asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Metakognitsiya tushunchasi ilk bor John Flavell tomonidan ilmiy muomalaga kiritilgan bo‘lib, u shaxsning o‘z bilish jarayonlarini anglash va boshqarish qobiliyati sifatida talqin etiladi [1]. Keyinchalik Ann Brown metakognitiv strategiyalarni o‘quv faoliyatining muhim komponenti sifatida rivojlantirdi [2].

Zamonaviy pedagogik yondashuvlarda, xususan, John Dewey ning tajribaviy o‘qitish nazariyasi va George Siemens ning konektivizm konsepsiyasi metakognitiv faoliyatni rivojlantirishda muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi [3]. Shuningdek, MDH olimlaridan E.S.Polat masofaviy va raqamli ta’lim sharoitida mustaqil va refleksiv o‘qitishning ahamiyatini alohida ta’kidlaydi [4]. Metakognitiv faoliyat quyidagi tarkibiy komponentlardan iborat:

Kognitiv rejalashtirish – o‘quv faoliyatini oldindan rejalashtirish.

Monitoring – o‘z faoliyatini kuzatish va nazorat qilish.

Refleksiya – natijalarni tahlil qilish va baholash. Bu komponentlar o‘zaro bog‘liq holda talabalarda mustaqil fikrlash va muammoli vaziyatlarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Bo‘lajak fizika o‘qituvchilarida metakognitiv faoliyatni shakllantirish quyidagi metodik bosqichlarda amalga oshiriladi:

1-bosqich: Motivatsion-bilish bosqichi. Talabalarda o‘z fikrlash jarayoniga qiziqish uyg‘otiladi.

2-bosqich: Faoliyatli bosqich. Muammoli vaziyatlar yaratish, raqamli simulyatsiya vositalaridan foydalanish va mustaqil izlanish topshiriqlari. Masalan, PhET Interactive Simulations orqali fizik hodisalarni mustaqil o‘rganish.

3-bosqich: Refleksiv bosqich. “Men nimani o‘rgandim?” “Qanday xatolar qildim?” “Qanday yaxshilash mumkin?” kabi savollar orqali o‘z-o‘zini baholash amalga oshiriladi.

Metakognitiv kompetentlikni baholash quyidagi indikatorlar asosida amalga oshiriladi:

Mezon	Ko‘rsatkich
Rejalashtirish	Maqsad qo‘yish qobiliyati
Monitoring	Jarayonni nazorat qilish
Refleksiya	Natijani tahlil qilish
Mustaqillik	Qaror qabul qilish

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki metakognitiv yondashuv qo‘llanilganda talabalar bilimni chuqurroq o‘zlashtiradi, raqamli vositalar refleksiyani kuchaytiradi, o‘z-o‘zini nazorat qilish ko‘nikmalari sezilarli rivojlanadi. Bo‘lajak fizika o‘qituvchilarida metakognitiv faoliyatni shakllantirish ta’lim samaradorligini oshirishning muhim omillaridan biridir. Raqamli simulyatsiya vositalari, refleksiv metodlar va zamonaviy pedagogik yondashuvlar asosida tashkil etilgan o‘quv jarayoni talabalarining mustaqil fikrlash, o‘z-o‘zini boshqarish va baholash kompetensiyalarini rivojlantiradi. Shu sababli metakognitiv faoliyatni rivojlantirishga qaratilgan metodik tizimlarni ta’lim jarayoniga joriy etish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Flavell J.H. Metacognition and cognitive monitoring // American Psychologist. – 1979. – №34. – P. 906–911.
2. Brown A.L. Metacognition, executive control, self-regulation // Educational Psychologist. – 1987.
3. Dewey J. Experience and Education. – New York: Macmillan, 1938.
4. Siemens G. Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. – 2005.
5. Polat E.S. Novye pedagogicheskie i informatsionnye texnologii v sisteme obrazovaniya. – M.: Akademiya, 2010.
6. Mayer R.E. Multimedia Learning. – Cambridge University Press, 2009.
7. Zimmerman B.J. Self-regulated learning and academic achievement. – 2000.
8. Schraw G., Dennison R. Assessing metacognitive awareness // Contemporary Educational Psychology. – 1994.
9. Khutorskoy A.V. Kompetentnostnyy podxod v obrazovanii. – M., 2003.
10. Robert I.V. Informatsionnye texnologii v obrazovanii. – M., 2010.

ZrNiSn Galf-XOYSLER QOTISHMALARIDA NUQTAVIY DEFEKTLAR VA NANOSTRUKTURALARNING TERMoeLEKTRIK SAMARADORLIKKA (ZT) TA’SIRINI MODELLASHTIRISH

G. Nazirova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, O‘zbekiston

Energiya tejovchi texnologiyalarda yuqori temperaturali issiqlikni elektr energiyasiga aylantirish dolzarb muammo hisoblanadi. Galf-Xoysler birikmalari mexanik mustahkamligi va termik barqarorligi bilan ajralib turadi. Biroq, ushbu materiallarning yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligi samaradorlikni pasaytiradi.

Asosiy qism. Panjara issiqlik o‘tkazuvchanligi Callaway modeli orqali baholandi:

$$\kappa L = (k_B/2\pi^2 v)(k_B T/\hbar)^3 \int_0^{\theta_D/T} (\tau c x^4 e^x / (e^x - 1)^2) dx$$

Termoelektrik samaradorlik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$ZT = S^2 \sigma T / \kappa$$

Natijada donachalar o‘lchami 50–80 nm gacha kamaytirildi. Issiqlik o‘tkazuvchanlik 10 W/mK dan 3.2 W/mK gacha kamaydi. 700 K haroratda $ZT \approx 1.2$ ga yetishi aniqlandi.

Xulosa. ZrNiSn Galf-Xoysler qotishmalarida nanostrukturalar hosil qilish termoelektrik samaradorlikni oshiradi. Ushbu natijalar energiya tejovchi qurilmalar yaratishda muhim ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR

1. Tritt T. M. Thermoelectric Materials. Springer, 2011.
2. Dresselhaus M. S. Advanced Materials, 2007.
3. Zhu T. Advanced Materials, 2017.
4. Callaway J. Physical Review, 1959.

QUYOSH ENERGIYASI VA KELAJAK ENERGETIKASI

M. Nurmamatova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, O‘zbekiston

Quyosh energiyasi va kelajak energetikasi zamonaviy jamiyat rivojida muhim o‘rin tutadi. Aholi sonining ortib borishi va sanoatning kengayishi natijasida energiyaga bo‘lgan talab tobora oshmoqda. Energiya manbalariga misol qilib — neft, gaz va ko‘mir — nafaqat cheklangan, balki atrof-muhitga ham salbiy ta‘sir ko‘rsatadi. Shu sababli insoniyat tobora ko‘proq qayta tiklanuvchi energiya manbalariga, xususan quyosh energiyasiga murojaat qilmoqda.[1]

Quyosh energiyasi — bu Quyosh nurlanishi orqali olinadigan tabiiy energiya bo‘lib, u maxsus texnologiyalar yordamida elektr yoki issiqlik energiyasiga aylantiriladi. Eng keng tarqalgan usullardan biri Fotovoltaik effekt asosida ishlovchi quyosh panellaridir.[2] Ushbu panellar quyosh nurini bevosita elektr energiyasiga aylantirish imkonini beradi. Quyosh energiyasining bir qator muhim ustunliklari mavjud:

- Ekologik toza, atrof-muhitga zarar yetkazmaydi;
- Cheksiz va qayta tiklanuvchi manba;
- Elektr energiyasiga bo‘lgan qaramlikni kamaytiradi;
- Uzoq muddatda iqtisodiy jihatdan samarali;

Quyosh energiyasining asosiy afzalligi uning ekologik tozaligidadir. U atrof-muhitga zararli gazlar chiqarmaydi va iqlim o‘zgarishiga sabab bo‘ladigan omillarni kamaytiradi. Bundan tashqari, quyosh energiyasi cheksiz va qayta tiklanuvchi manba hisoblanadi.[3] Bu esa uni uzoq muddatli energiya ta‘minoti uchun eng maqbul variantlardan biriga aylantiradi. Ayniqsa, quyosh nuri ko‘p tushadigan hududlar, jumladan O‘zbekiston uchun bu juda katta imkoniyatdir.

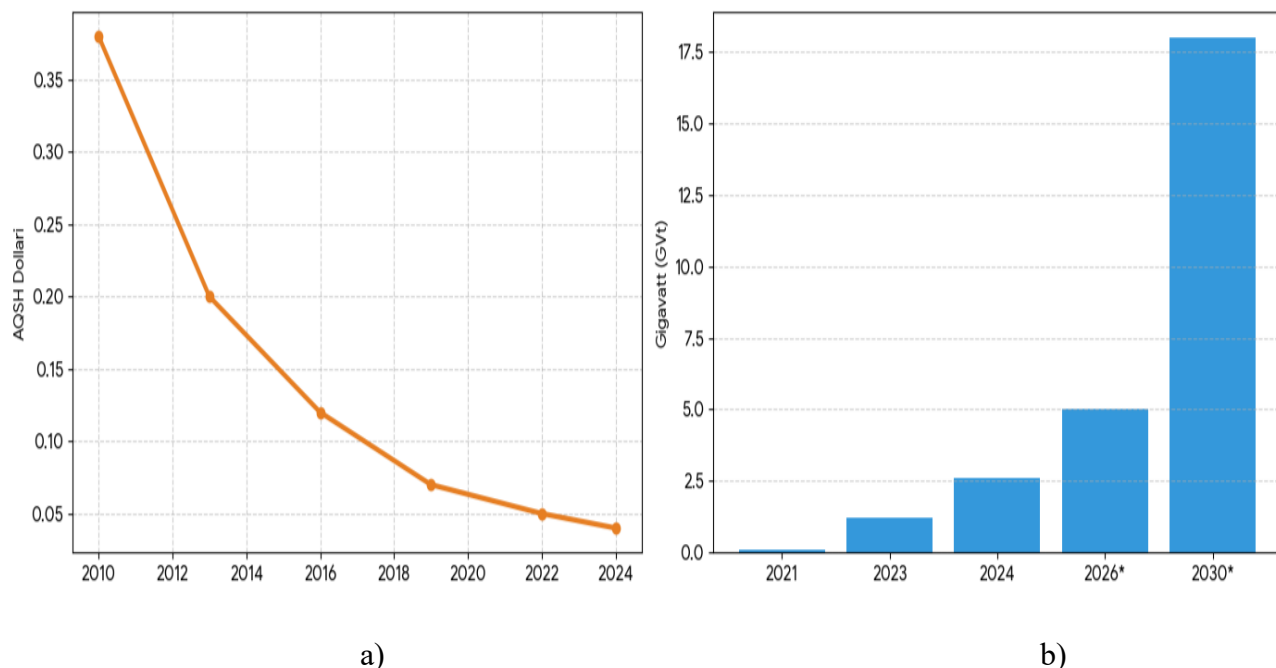
Shu bilan birga, quyosh energiyasining ayrim kamchiliklari ham mavjud. Masalan, quyosh panellarini o‘rnatish uchun dastlab katta mablag‘ talab etiladi. Bundan tashqari, energiya ishlab chiqarish ob-havo sharoitiga bog‘liq bo‘lib, tunda yoki bulutli kunlarda samaradorlik pasayadi. Energiya saqlash muammosi ham dolzarb bo‘lib, zamonaviy akkumulyator texnologiyalarini yanada rivojlantirish zarur.[4]

Kelajak energetikasi aynan qayta tiklanuvchi manbalarga asoslanadi. Bu borada quyosh energiyasi yetakchi o‘rinlardan birini egallaydi. Xalqaro energetika agentligi ma‘lumotlariga ko‘ra, yaqin o‘n yilliklarda quyosh energiyasi ishlab chiqarish hajmi keskin oshadi va u global energiya balansida muhim ulushga ega bo‘ladi.[5] Shu sababli ko‘plab davlatlar “yashil energetika” siyosatini rivojlantirib, quyosh elektr stansiyalarini qurishga katta e‘tibor qaratmoqda. Kelajakda quyidagi yo‘nalishlar muhim bo‘ladi:

- Quyosh panellarining samaradorligini oshirish;
- Energiya saqlash texnologiyalarini rivojlantirish;

Quyosh energiyasining asosiy afzalligi uning ekologik tozaligidadir. U atrof-muhitga zararli gazlar chiqarmaydi va iqlim o‘zgarishiga sabab bo‘ladigan omillarni kamaytiradi. Bundan tashqari, quyosh energiyasi cheksiz va qayta tiklanuvchi manba hisoblanadi. Bu esa uni uzoq muddatli energiya ta‘minoti uchun eng maqbul variantlardan biriga aylantiradi. Ayniqsa, quyosh nuri ko‘p tushadigan hududlar, jumladan O‘zbekiston uchun bu juda katta imkoniyatdir. Shu bilan birga, quyosh energiyasining ayrim kamchiliklari ham mavjud. Masalan, quyosh panellarini o‘rnatish uchun dastlab katta mablag‘ talab etiladi. Bundan tashqari, energiya ishlab chiqarish ob-havo sharoitiga bog‘liq bo‘lib, tunda yoki bulutli kunlarda samaradorlik pasayadi. Energiya saqlash muammosi ham dolzarb bo‘lib, zamonaviy akkumulyator texnologiyalarini yanada rivojlantirish zarur.[6]

Xulosa qilib aytganda, quyosh energiyasi insoniyatning kelajakdagi energiya ehtiyojlarini qondirishda muhim ahamiyat kasb etadi. U ekologik jihatdan xavfsiz, iqtisodiy samarali va barqaror rivojlanishni ta'minlovchi asosiy energiya manbalaridan biridir.



1- rasm. a) global narxlarining kamayishi, b) O‘zbekistonda Quyosh quvvati o‘shishi

ADABIYOTLAR

1. I.A. Yuldoshev, M.N. Tursunov, S.Q. Shog‘uchqarov, T.R. Jamolov Quyosh energetikasi//O‘quv qo‘llanma. Tashkent. Sano-standart nashriyoti.-186 b.
2. https://energypedia.info/wiki/Solar_Energy
3. F.H. Cocks, "Energiyaga talab va iqlim o‘zgarishi", WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, Germaniya, 2009 yil, 156, 168-170-sahifalar
4. Виссарионов В.И., Дерюгина Г.В., Кузнецова В.А., Малинин Н.К. Солнечная энергетика// Учебное пособие для вузов. Москва. Издательский дом МЭИ. 2008.
5. <http://www.energy-bio.ru>
6. https://uz.wikipedia.org/wiki/O‘zbekiston_Respublikasi_Energetika_vazirligi

TIBBIY ELEKTRON QURILMALARDA SIGNALNI QAYTA ISHLASHNING FIZIK ASOSLARI

Z. Abdusalomov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Hozirgi kunda tibbiyot elektronikasining rivojlanishi diagnostika va davolash jarayonlarining sifatini sezilarli darajada oshirdi. Inson organizmidan olinadigan biologik signallarni aniq o‘lchash va tahlil qilish zamonaviy tibbiy qurilmalarning asosiy vazifalaridan biridir.

Biologik signallar, jumladan bioelektrik va biooptik signallar, juda kichik amplitudaga ega bo‘lib, ularni to‘g‘ridan-to‘g‘ri tahlil qilish imkoniyati cheklangan. Shu sababli ular maxsus elektron tizimlar yordamida qayta ishlanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi tibbiy elektron qurilmalarda signallarni qayta ishlashning fizik asoslarini tahlil qilish hamda ushbu jarayonning diagnostika aniqligiga ta‘sirini o‘rganishdan iborat.

Tibbiy elektron qurilmalarda biologik signallarni olish jarayoni sensorlar va elektrodlar yordamida amalga oshiriladi. Ushbu signallar inson organizmida yuz beradigan bioelektrik va biooptik jarayonlarning fizik ifodasidir.

Elektrokardiograf (EKG) yurak mushaklarida hosil bo‘ladigan elektr potentsiallarni teri yuzasiga o‘rnatilgan elektrodlar orqali qayd etadi. Bu signallar juda kichik amplitudaga ega bo‘lib, mikrovolt darajasida bo‘ladi.

Pulsoksimetr esa optik prinsip asosida ishlaydi va qizil hamda infraqizil nurlar yordamida qondagi kislorod miqdorini aniqlaydi.

Biologik signallar kichik amplitudaga ega bo‘lgani uchun ular bevosita tahlil qilinmaydi. Shu sababli dastlab kuchaytirish bosqichi amalga oshiriladi. Bu jarayon operatsion kuchaytirgichlar yordamida bajariladi.

Kuchaytirish jarayoni signalning amplitudasini oshirib, uni keyingi tahlil bosqichlari uchun qulay shaklga keltiradi.

Kuchaytirilgan signal tashqi elektromagnit shovqinlar bilan aralashgan bo‘lishi mumkin. Shu sababli filtratsiya jarayoni muhim bosqich hisoblanadi.

Past chastotali filtrlar yuqori chastotali shovqinlarni kamaytiradi, yuqori chastotali filtrlar esa past chastotali siljishlarni yo‘qotadi. Bu jarayon signalning foydali komponentalarini ajratib olish imkonini beradi.

Filtrlangan analog signal raqamli shaklga o‘tkaziladi. Bu jarayon analog-raqamli o‘zgartirgich (ADC) yordamida amalga oshiriladi.

Raqamli signal kompyuter tizimlarida qayta ishlanadi va grafik yoki statistik ko‘rinishda tahlil qilinadi. Bu esa diagnostika jarayonining aniqligini oshiradi.

Signalni to‘g‘ri qayta ishlash tibbiy elektron qurilmalarning aniqligini sezilarli darajada oshiradi. Filtratsiya va kuchaytirish jarayonlari shovqinlarni kamaytirib, signal sifatini yaxshilaydi.

Natijada EKG, pulsoksimetr va boshqa tibbiy qurilmalardan olingan ma‘lumotlar ishonchli va tahlilga qulay bo‘ladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tibbiy elektron qurilmalarning aniqligi signalni qayta ishlash sifatiga bevosita bog‘liq. Xususan, kuchaytirish bosqichi signalning sezgirligini oshirsa, filtratsiya

jarayoni tashqi shovqinlarni kamaytirib, signal sifatini yaxshilaydi. Analog-raqamli o'zgartirish esa ma'lumotlarni kompyuter tizimlarida tahlil qilish imkonini yaratadi.

Shuningdek, signalni qayta ishlash jarayonida fizik qonuniyatlarning o'rnini muhim ekanligi aniqlandi. Ohm qonuni, elektromagnit to'liqlar nazariyasi va optik hodisalar tibbiy elektron qurilmalarning ishlash asosini tashkil etadi.

Umuman olganda, tibbiy elektron qurilmalarda signalni to'g'ri va aniq qayta ishlash diagnostika jarayonining ishonchliligini oshiradi hamda zamonaviy tibbiyotda yuqori aniqlikdagi natijalar olish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Khandpur R. S. Biomedical Instrumentation: Technology and Applications. McGraw-Hill Education, 2014.
2. Webster J. G. Medical Instrumentation: Application and Design. Wiley, 2010.
3. Enderle J. D., Blanchard S. M. Introduction to Biomedical Engineering. Academic Press, 2012.
4. Cromwell L., Weibell F. J., Pfeiffer E. A. Biomedical Instrumentation and Measurements. Prentice Hall, 2011.
5. Geddes L. A., Baker L. E. Principles of Applied Biomedical Instrumentation. Wiley, 1989.
6. Korolev A. V. Medical Electronics. Moscow: Higher School Publishing, 2015.

UMUMTA'LIM MAKTABLARIDA FIZIKA BO'LIMLARINING UZVIYLIGI TAHLILI

Sh. Alimboyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O'zbekiston

Fizika fanining maktabda uzluksiz va uzviy o'qitilishi o'quvchilarda tabiiy-ilmiy dunyoqarashni shakllantirishning asosiy omillaridan biridir. Mavzuning dolzarbligi fizika dasturlari bo'limlari orasidagi mantiqiy bog'liqlik buzilishi natijasida o'quvchilarda bilimlarda “bo'shliqlar” paydo bo'lishi, murakkab mavzularni o'zlashtirishda qiyinchiliklar yuzaga kelishi bilan izohlanadi.

Umumta'lim maktablarida fizika kursi asosan 7–11-sinflarda o'qitiladi. Biroq mavjud dasturlar tahlili shuni ko'rsatadiki, ayrim bo'limlar (masalan, “Elektr hodisalari” yoki “Optika”) oralig'ida yillar davomida uzilishlar mavjud. Xususan, 8-sinfda “Issiqlik hodisalari” o'rganilib, 9-sinfda “Mexanik hodisalar”ga o'tiladi, 10-sinfda esa “Elektr dinamikasi” boshlanadi. Bunda 7-sinfda o'rganilgan “Modda tuzilishi” mavzusi 8-sinf issiqlik hodisalari bilan, 10-sinf elektr zanjirlari esa 8-sinf elektrostatikasi bilan uzviy bog'liq bo'lishi kerak. Amaliyotda ko'pincha bu bog'liqlik ikki yillik tanaffus tufayli yo'qoladi.

Uzviylikning buzilishi quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi:

1. O'quvchilar asosiy tushunchalarni (zaryad, tok kuchi, kuchlanish, qarshilik) 8-sinfda o'rganib, ularni 10-sinfda unutadi.
2. Fizik qonunlar (Om qonuni, Kulon qonuni) va matematik apparat (darajali funksiyalar, logarifmlar, trigonometriya) o'rtasida vaqt bo'yicha nomuvofiqlik kuzatiladi – matematik mavzu fizikaga nisbatan kechroq o'tiladi.
3. Laboratoriya ishlari va amaliy ko'nikmalar (asboblarni o'qish, o'lchash, grafik chizish) sinflar oralig'ida qayta tiklanmasa, yo'qoladi.

Tahlil asosida uzviylikni ta'minlashning quyidagi yo'nalishlari belgilandi:

Spiral struktura – asosiy tushunchalar har bir sinfda yangi darajada takrorlanadi va kengaytiriladi;

Tayanch bilimlarni aktualizatsiya qilish – har bir yangi bo'lim oldidan avval o'rganilgan mavzular bo'yicha qisqa takrorlash tizimi joriy etilishi.

Fanlararo aloqalar – fizika va matematika dasturlarini vaqt bo'yicha moslashtirish (vektorlar, trigonometrik funksiyalar, hosila va integral elementlari fizikadan oldin yoki parallel o'tilishi).

Amaliy davomiylilik – 7-sinfdan 11-sinf gacha bir xil o'lchov asboblari (ampermetr, voltmeter, dinamometr) bilan ishlash ko'nikmasini bosqichli rivojlantiruvchi laboratoriya ishlari tizimi.

Taklif etilayotgan modelga ko'ra, fizika fani to'rt sikldan iborat bo'lishi mumkin: 7-sinf – kirish (tabiatdagi fizik hodisalar), 8-sinf – makroskopik fizika (mexanika, issiqlik), 9-sinf – elektromagnetizm asoslari, 10–11-sinf – tizimli fizika (dinamika, to'liqlar, kvant). Har bir sikl oldidan oldingi sikldagi eng muhim 5–7 tayanch tushuncha takrorlanadi.

Umumta'lim maktablarida fizika bo'limlarining uzluksiz uzviyligi o'quv dasturlarini qayta loyihalash, fanlararo muvofiqlashtirish va takrorlash tizimini joriy etish orqali sezilarli darajada oshirilishi mumkin. Taklif qilingan spiral va modulli yondashuv o'quvchilarning fizik tayyorgarlik sifatini yaxshilaydi, bilimlardagi uzilishlarni kamaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Qodirov A. Fizika o'qitish metodikasi. – T.: “Fan va texnologiya”, 2018. – 240 b.
2. Usmonov M., Habibullayev P. Umumta'lim maktablarida fizika kursining uzviyligi. // “Xalq ta'limi” jurnali, 2020, №4, 23–27-b.
3. Rahmatullayev Sh. Fizika dasturlarining sinflararo uzviyligi tahlili. – T.: TDPU nashriyoti, 2019. – 112 b.

4. Karimov I. Ta’limda fanlararo aloqalar va uzviylik muammolari. // “Fizika, matematika va informatika” ilmiy-uslubiy jurnali, 2021, №2, 15–20-b.
5. Jo’rayev R., Tursunov B. Maktab fizika kursining didaktik tahlili. – Samarqand: SamDU nashri, 2022. – 98 b.

THE IMPORTANCE OF COMPUTER MODELING IN BIOLOGY EDUCATION

L.B. Khalilova.

Republic of Uzbekistan, Tashkent city, Shaykhantakhur district, House 24, Secondary
School No. 320

Studying biology requires understanding complex processes [1]. Today, computer modeling is considered an effective tool that helps students and teachers better understand biological processes [2]. With the help of this method, complex topics such as cell activity, genetic processes, organism development, and ecological systems can be visualized.

The advantages of computer models in the educational process are that they allow students to conduct experiments in a safe, fast, and engaging way [3]. For example, by simulating genetic networks or animal populations, students can strengthen their theoretical knowledge through practical application.

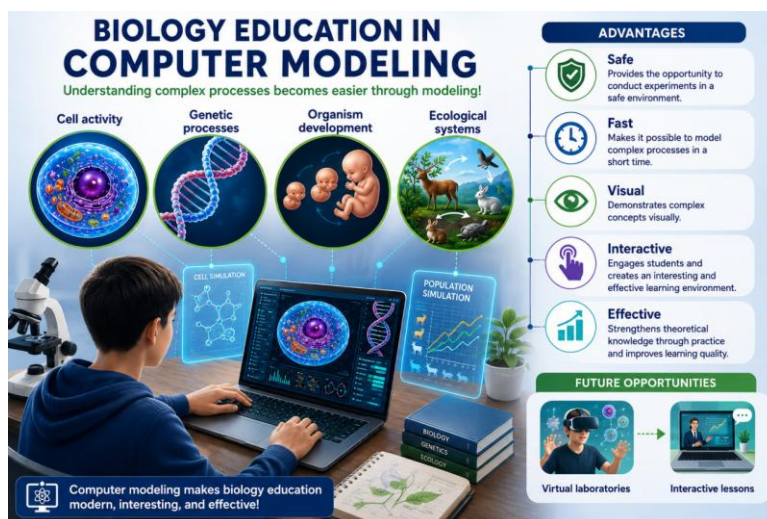


Figure 1. Computer modeling in biology education.

This article discusses the application and advantages of computer modeling in biology education. It highlights the importance of computer simulations in understanding biological systems, visualizing complex processes, and conducting interactive learning activities.

In addition, the article examines the future role of virtual laboratories and interactive lessons in biology education. These technologies help students learn complex biological concepts in an interesting and effective way.

REFERENCES

1. Campbell, N. A., & Reece, J. B. *Biology*. Pearson Education, 2018.
2. Deisboeck, T. S. *Complex Systems Science in Biomedicine*. Springer, 2008.

TABIIY FANLARNI O'QITISHDA “MUAMMOLI VAZIYAT” USULLARIDAN FOYDALANISH

M.A. Fattaxov, A.N. Ulukmuradov, X. Isayev

Toshkent to'qimachilik va yengil sanoat instituti

Berilgan tabiiy fanni o'qitishda qaysi texnologiyalardan foydalanish shu fanning xususiyatiga, mazmuniga va boshqa omillarga bog'liq bo'lib, berilgan mavzu uchun biror bir pedagogik texnologiyadan foydalanish tavsiya etiladi.

O'quvchi markazda bo'lgan interfaol uslublar.

Bu uslublar qo'llanilganda o'qituvchi o'quvchini faol ishtirok etishga chorlaydi. O'quvchi markazda bo'lgan yondoshuvning foydali jihatlari quyidagilarda namoyon bo'ladi:

- ta'lim samarasi yuqoriroq bo'lgan o'qish-o'rganish;
- o'quvchini yuqori darajada rag'batlantirilishi;
- ilgari ortirilgan bilimni ham e'tiborga olinishi;
- o'qish shiddatini o'quvchining ehtiyojiga muvofiq lashtirilishi.
- o'quvchining tashabbuskorligi va mas'uliyatining qo'llab-quvvatlanishi;
- amalda bajarish orqali o'rganilishi;
- ikki taraflama fikr-mulohazalarga sharoit yaratilishi;
- o'qishni sog'lom muhitda saqlab qolinishi;
- o'qituvching yengillik yaratib beruvchi shaxsga aylanishi.[1,2]

O'quvchi butun jarayon davomida ishtirok etadi. Shu sababdan, o'quvchining bilim va ko'nikmalarini rivojlantirish uchun yetarli darajada o'quvchilar ishtiroki va amaliyoti mavjud bo'ladi.

Bu uslublar asosan o'qituvchining turli faoliyat shakllari orqali amalga oshiriladi. quyida ularning ba'zilar ustida qisman to'xtalamiz.

Muhokama usuli. O'quvchilarga suhbatlashish, masalalarga oydinlik kiritish, savollar berish, shuningdek ma'lumotni o'zaro va o'qituvchi bilan muhokama yo'li bilan tahlil qilish taklifi kiritiladi.

Suhbat usuli. Mavzuga aloqador manbaviy ma'lumotlar beriladigan bir sharoitda va darsning bir qismi sifatida ana shu mavzu haqida tushuntirish berish muhim hisoblanadi. Odatda ma'ruza vaqti 30 daqiqadan uzoq bo'lmasligi kerak va asosiy vaqt ma'ruza ta'riqasida va mashg'ulot so'ngida o'qituvchiga savollar berish uchun bir oz vaqt ajratiladi.

Guruhlardagi muhokama usuli. Ushbu o'qitish uslubi o'qituvchining juda oz «so'zlashiga» imkoniyat yaratadi va vaqtning asosiy qismi o'quvchilarning o'zaro muhokamalariga bag'ishlanadi. Qachonki o'quvchilar mavzu haqida qandaydir darajada bilimga ega bo'lsalar bu uslubdan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Hatto mavzu haqida tasavvurga ega bo'lmagan holda, yoki mashg'ulotlar avvalida o'rganilgan bilimni takrorlash uchun ham foydalanishlari mumkin.

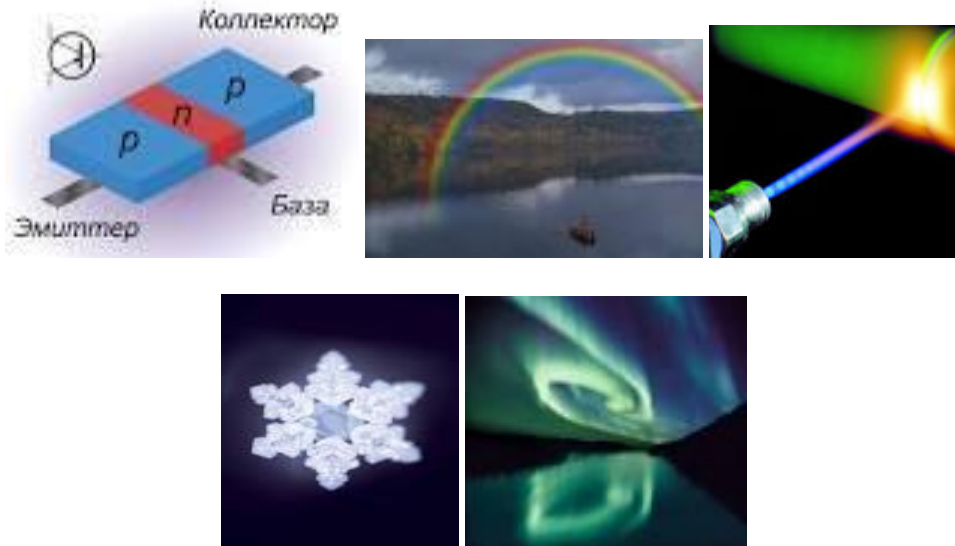
Fizika fani ta'limida yangi pedagogik texnologiyalardan foydalanish yaxshi natija beradi. Chunki fizika fanini faqatgina darslikdan o'qib, yoki o'qituvchining ma'ruzasini tinglab o'rganish mushkul. Ta'lim oluvchilarda yetarli darajada bilim va ko'nikmalar shakllanishi uchun ular tegishli hodisa va qonuniyatlar bo'yicha o'z mustaqil fikrlarini bildirishlari, o'qituvchi yoki boshqa o'quvchilar bilan fikr almashishlari lozim bo'ladi. Interfaol metodlarning turi va ko'rinishi kundan-kunga ortib, o'zgarib bormoqda. Ijodkor o'qituvchi bu metodlardan dars jarayonida unumli foydalana olishi fizika ta'limining porloq kelajagini belgilaydi. “6×6” yoki “6×5” usuli va uning fizikani o'qitishda qo'llanilishi[3,4]

Ta'lim jarayoniga yangi pedagogik texnologiyalarni joriy etish zamonaviy talablardan biri bo'lib, pedagogik xodimlar va o'qituvchilardan uzluksiz ravishda o'z ustida ishlashini talab etadi.

Boshqa fanlardagi kabi fizika fanini o'qitishda ham yangi pedagogik texnologiyalardan foydalanish yaxshi samaralar beradi. Bu usul qo'llanilganda dars jarayoni quyidagi tartibda olib boriladi:

1-bosqich. O'qituvchi dars boshlanishdan oldin 5 ta stol atrofida 6 tadan stul qo'yib chiqadi.

2-bosqich. O'quvchilar o'qituvchi tomonidan 5 ta guruhga bo'linadilar. O'quvchilarni guruhlarga bo'lishda o'qituvchi quyidagi usulni qo'llash mumkin: 5 ta stolning har biriga muayyan ob'yekt (masalan: kamalak, kristall, avtomobil, shimol yog'dusi, tranzistor) surati tushirilgan lavhani qo'yib chiqadi (1-rasm). O'qituvchi qo'lida har biri oltitadan bo'lgan tranzistor, avtomobil, shimol yog'dusi, kristall va kamalak tasvirlari tushirilgan jami 30 ta varaqchalar bo'lib, o'quvchilar navbatma-navbat ushbu rangli varaqchalardan bittasini tanlaydilar va shu tasvir tushirilgan lavha qo'yilgan stoldan joy egallaydilar. Har bir jamoa o'ziga sardor saylab oladi.



1-rasm.

Ushbu usulni qo'llashda mashg'ulot ishtirokchilari qisqa vaqt davomida ham tinglovchi, ham ma'ruzachi, ham munozara qatnashchisi sifatida faoliyat olib boradilar. O'quvchilar guruhlarga bo'lingach, o'qituvchi "Turli muhitlarda elektr toki" mavzusini e'lon qiladi. Mavzu doirasida metallar, elektrolitlar, gazlar, yarim o'tkazgichlar va bo'shliqda elektr toki ko'rib chiqiladi. O'qituvchi har bir yo'nalish bo'yicha asosiy qonunlar va formulalarni qisqacha tushuntiradi.

Mashg'ulotning keyingi qismida o'quvchilar oldindan tayyorlangan masalalarni guruhlarda yechadilar. Har bir guruhga 3 tadan masala beriladi va guruh sardorlari navbat bilan boshqa guruhlarga o'tib, masalalar ustida birgalikda ishlaydilar. Shu tariqa jami 15 ta masala barcha o'quvchilar tomonidan yechib chiqiladi.

Dars yakunida o'qituvchi umumiy xulosa qiladi, faol va ilg'or o'quvchilarni rag'batlantiradi. Ushbu metod o'quvchilarning hamkorlikda ishlash, fikr almashish va mustaqil yechim topish ko'nikmalarini rivojlantiradi.

ADABIYOTLAR

1. Azizxo'jayeva N.N. Pedagogik texnologiyalar va pedagogik mahorat. Toshkent: O'zbekiston yozuvchilar uyushmasi Adabiyot jamg'armasi nashriyoti, 2006.
2. Tolipov O.Q., Usmonboyeva M. Pedagogik texnologiyalarning tadbqiqiy asoslari (O'quv qo'llanma) Toshkent. OzRFA "Fan" nashriyoti 2006.
3. Saidahmedov N. Yangi pedagogik texnologiyalar (nazariya va amaliyot). - Toshkent: Moliya nashriyoti 2003.
4. Saidahmedov N. Pedagogik amaliyotda yangi texnologiyalarni qo'llash namunalari. - Toshkent: RTM. 2000.

ANIQ INTEGRAL VA UNING BA’ZI AMALIY TATBIQLARI

N.Y. Donayev, A.A. Sheraliyev

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

$y = f(x)$ tenglama bilan berilgan egri chiziq uzunligini hisoblash. Faraz qilaylik, $\overline{AB}$ egri chiziq ushbu

$$y = f(x) \quad , \quad a \leq x \leq b$$

tenglama bilan berilgan bo‘lsin. Bunda $f(x)$ funksiya $[a, b]$ segmentda uzluksiz va uzluksiz $f'(x)$ hosilaga ega.

$[a, b]$ segmentning ixtiyoriy

$$P = \{x_0, x_1, \dots, x_n\} \quad (a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b)$$

bo‘laklashini olib, unga mos $\overline{AB}$ yoyiga chizilgan l siniq chiziqni hosil qilamiz. Bu siniq chiziqning perimetri

$$\mu(l) = \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{(x_{k+1} - x_k)^2 + [f(x_{k+1}) - f(x_k)]^2}$$

bo‘ladi.

Har bir $[x_k, x_{k+1}]$ segmentda $f(x)$ funksiya Lagranj teoremasini qo‘llab topamiz:

$$\begin{aligned} \mu(l) &= \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{(x_{k+1} - x_k)^2 + [f'(\tau_k) \cdot (x_{k+1} - x_k)]^2} = \\ &= \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{1 + f'^2(\tau_k)} \cdot (x_{k+1} - x_k) = \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{1 + f'^2(\tau_k)} \Delta x_k \quad , \end{aligned}$$

bunda $\tau_k \in [x_k, x_{k+1}]$.

Bu tenglikdagi yig‘indining $\sqrt{1 + f'^2(x)}$ funksiyaning integral yig‘indisidan farqi shuki, integral yig‘indida $\xi_k \in [x_k, x_{k+1}]$ nuqta ixtiyoriy bo‘lgan holda yuqoridagi yig‘indida esa τ_k nuqta Lagranj teoremasiga muvofiq olingan tayin nuqta bo‘lishidadir. Ammo $\sqrt{1 + f'^2(x)}$ funksiya integrallanuvchi bo‘lganligi sababli $\xi_k = \tau_k$ deb olinishi mumkin. Natijada

$$\mu(l) = \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{1 + f'^2(\xi_k)} \cdot \Delta x_k$$

bo‘lib, undan

$$\lim_{\lambda_p \rightarrow 0} \mu(l) = \lim_{\lambda_p \rightarrow 0} \sum_{k=0}^{n-1} \sqrt{1 + f'^2(\xi_k)} \cdot \Delta x_k = \int_a^b \sqrt{1 + f'^2(x)} dx$$

bo‘lishi kelib chiqadi.

Demak, $\overline{AB}$ yoyining uzunligi

$$\mu(\overline{AB}) = \int_a^b \sqrt{1 + f'^2(x)} dx \quad (2)$$

bo‘ladi. Bu formula yordamida yoy uzunligi hisoblanadi.

1-misol. Ushbu

$$f(x) = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right) \quad (a > 0, \quad -a \leq x \leq a)$$

tenglama bilan berilgan $\widetilde{AB}$ egri chizig‘ining uzunligi topilsin.

Bu tenglama bilan aniqlanadigan chiziqli zanjir chizig‘i deyiladi.

◀ Ravshanki,

$$f'(x) = \frac{1}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} - e^{-\frac{x}{a}} \right),$$

$$1 + f'^2(x) = \frac{1}{4} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)^2,$$

$$\sqrt{1 + f'^2(x)} = \frac{1}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right)$$

bo‘ladi. (2) formuladan foydalanib, zanjir chizig‘ining uzunligini topamiz:

$$\mu(\widetilde{AB}) = \int_{-a}^a \frac{1}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right) dx = \frac{a}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} - e^{-\frac{x}{a}} \right) \Bigg|_{-a}^a = a \left(e - \frac{1}{e} \right).$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Alimov SH, O., Ashurov R.R. *Matematik analiz* 1,2,3 q.T. “Mumtoz so‘z”, 2018.
2. Xudayberganov G., Vorisov A. K., Mansurov X. T., Shoimqulov B. A. *Matematik analizdan ma’ruzalar, I, II q.* T. “Vorish-nashriyot”, 2010.

BIR O‘ZGARUVCHILI FUNKSIYANING YUQORI TARTIBLI HOSILASI VA DIFFERENSIALI

N.Y. Donayev, S.B. Bobosherov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Aytaylik, $y = f(x)$ funksiyaning birinchi tartibli hosilasi $y' = f'(x)$ bo‘lsin. Funksiyaning hosilasidan olingan hosilaga funksiyaning ikkinchi tartibli hosila deyiladi:

$$y'' = (y')' \text{ yoki } \frac{d^2 y}{dx^2} = \frac{d}{dx} \left(\frac{dy}{dx} \right).$$

Funksiyaning ikkinchi tartibli hosilasidan olingan hosilaga funksiyaning uchinchi tartibli hosilasi deyiladi:

$$y''' = (y'')' \text{ yoki } \frac{d^3 y}{dx^3} = \frac{d}{dx} \left(\frac{d^2 y}{dx^2} \right).$$

Xuddi shunday funksiyaning $n-1$ tartibli hosilasidan olingan hosilaga funksiyaning n tartibli hosilasi deyiladi:

$$y^{(n)} = (y^{(n-1)})' \text{ yoki } \frac{d^n y}{dx^n} = \frac{d}{dx} \left(\frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} \right).$$

Yuqori tartibli differensial tushunchasi ham xuddi yuqori tartibli hosila kabi aniqlanadi, ya’ni

$$d^2 y = d(dy), \quad d^3 y = d(d^2 y), \dots, d^n y = d(d^{n-1} y).$$

Ushbu tengliklardan quyidagi tengliklarni hosil qilamiz:

$$d^2 y = f''(x)dx^2, \quad d^3 y = f'''(x)dx^3, \dots, d^n y = f^{(n)}(x)dx^n.$$

Misol. $y = a^x$ funksiyaning yuqori tartibli hosilalarini hisoblang.

$$y' = a^x \ln a,$$

$$y'' = (a^x \ln a)' = (a^x)' \ln a = a^x \ln a \cdot \ln a = a^x \ln^2 a$$

$$y''' = (a^x \ln^2 a)' = a^x \ln a \cdot \ln^2 a = a^x \ln^3 a$$

.....

$$y^{(n)} = (a^x \ln^{n-1} a)' = a^x \ln a \cdot \ln^{n-1} a = a^x \ln^n a.$$

Leybnits formulasi

$(u \cdot v)^{(n)} = \sum_{i=0}^n C_n^i \cdot u^{(n-i)} \cdot v^{(i)}$ formulaga Leybnits formulasi deyiladi, bu yerda

$$C_n^i = \frac{n!}{i! \cdot (n-i)!}.$$

Misol. $y = x^2 \cdot \sin x$ funksiyaning 3-tartibli hosilasini hisoblang.

$$\begin{aligned}(x^2 \cdot \sin x)''' &= \sum_{i=0}^3 C_n^i \cdot (x^2)^{(3-i)} \cdot (\sin x)^{(i)} = \\&= \frac{3!}{0!(3-0)!} (x^2)''' \sin x + \frac{3!}{1!(3-1)!} (x^2)'' \sin' x + \frac{3!}{2!(3-2)!} (x^2)' \sin'' x + \\&+ \frac{3!}{3!(3-3)!} x^2 \sin''' x = 0 \cdot \sin x + \frac{3!}{2!} \cdot 2 \cos x - \frac{3!}{2!} \cdot 2x \sin x - x^2 \cos x = \\&= 6 \cos x - 6x \sin x - x^2 \cos x\end{aligned}$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Alimov SH, O., Ashurov R.R. *Matematik analiz* 1,2,3 q.T. “Mumtoz so`z”, 2018.
2. Xudayberganov G., Vorisov A. K., Mansurov X. T., Shoimqulov B. A. *Matematik analizdan ma`ruzalar, I, II q.* T. “Vorish-nashriyot”, 2010.

IKKI KARRALI INTEGRALNING BA’ZI TATBIQLARI

N.Y. Donayev, O‘.A. Yuldosheva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Ikki karrali integralni qutb koordinatalari sistemasida hisoblash. Ma’lumki to‘g‘ri burchakli Dekart koordinatalari sistemi va qutb (ρ, φ) koordinatalar sistemi o‘rtasida quyidagi bog‘lanish mavjud.

$$\begin{cases} x = \rho \cos \varphi \\ y = \rho \sin \varphi \end{cases}, \quad \rho \geq 0, 0 \leq \varphi \leq 2\pi$$

Ikki o‘lchovli integralda dekart koordinatalar sistemasidan qutb koordinatalar sistemasiga o‘tamiz:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_G f(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) \cdot |I| d\rho d\varphi$$

Yakobianni hisoblaymiz

$$I = \begin{vmatrix} \frac{dx}{d\rho} & \frac{dx}{d\varphi} \\ \frac{dy}{d\rho} & \frac{dy}{d\varphi} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} \cos \varphi & -\rho \sin \varphi \\ \sin \varphi & \rho \cos \varphi \end{vmatrix} = \rho \cos^2 \varphi + \rho \sin^2 \varphi = \rho (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) = \rho$$

va quyidagi natijaga ega bo‘lamiz:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_G f(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) \cdot \rho d\rho d\varphi \quad (1)$$

Umumlashgan qutb koordinatalar sistemasida

$$x = a\rho \cos \varphi, \quad y = b\rho \sin \varphi, \quad \rho \geq 0, \quad 0 \leq \varphi \leq 2\pi$$

quyidagi formula o‘rinli

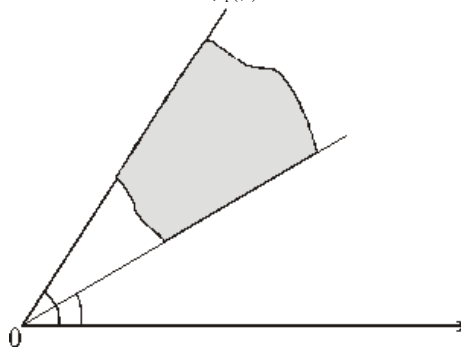
$$\iint_D f(x, y) dx dy = \iint_G f(a\rho \cos \varphi, b\rho \sin \varphi) \cdot ab\rho d\rho d\varphi \quad (2)$$

Misol. Umumlashgan qutb koordinatalar sistemasida yakobianni toping.

Qutbning joylashganiga qarab, ya’ni D sohaning tashqarisida, ichkarisida, chegarada joylashganiga qarab, (1) va (2) formulalarda chegara qo‘yiladi.

1. Agar qutb sohadan tashqarida joylashgan bo‘lsa va D soha $\varphi = \alpha$, $\varphi = \beta$ ($\alpha < \beta$) nurlar va AmB , AnB egri chiziqlar bilan chegaralangan bo‘lsa $\rho = \rho_1(\varphi)$, $\rho = \rho_2(\varphi)$ va $\rho_1(\varphi) \leq \rho_2(\varphi)$, u holda ikki karrali integral qutb koordinatalari sistemasida quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_{\alpha}^{\beta} d\varphi \int_{\rho_1(\varphi)}^{\rho_2(\varphi)} f(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) \rho d\rho$$



2. Agar qutb D sohaning ichida joylashgan bo'lsa va D sohaning chegarasi qutb kordinatalar sistemasida $\rho = \rho(\varphi)$ formula bilan aniqlansa, quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_0^{2\pi} d\varphi \int_0^{\rho(\varphi)} f(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) \rho d\rho$$

Agar qutb D sohaning chegarasida joylashgan bo'lib, uning chegarasi D sohada $\rho = \rho(\varphi)$ formula orqali aniqlansa, u holda ikki o'lchovli integralni hisoblash uchun quyidagi formulaga ega bo'lamiz, bu erda α va β har xil qiymatlar qabul qilishi mumkin:

$$\iint_D f(x, y) dx dy = \int_{\alpha}^{\beta} d\varphi \int_0^{\rho(\varphi)} f(\rho \cos \varphi, \rho \sin \varphi) \rho d\rho$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Claudio Canuto, Anita Tabacco. Mathematical Analysis I, II. Springer-Verlag Italia, Milan 2015, 2010.
2. Д.Писменный. «Конспект лекции по высшей математике», 1,2,3 часть. -М.: Айрис Пресс, 2008.

YECHIB OLINMADIGAN VA YECHIB OLINADIGAN QOLIPLARDA TAYYORLANGAN IKKI RAVOQLI YIG‘MA-YAXLIT TEMIRBETON TO‘SINLARNI SINOV JARAYONLARI

Tursunova Sadoqatxon

Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti

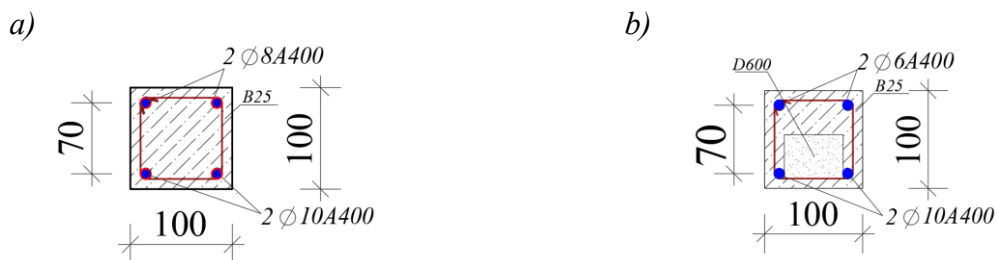
Kirish. Industrial zonalarda ko‘p qavatli turar-joy binolari, ijtimoiy-maishiy ob‘yektlar, savdo va xizmat ko‘rsatish majmualarining keng miqyosda qurilishi davom etmoqda. Mamlakat iqtisodiyoti barqaror rivojlanib borayotgani, aholining uy-joyga bo‘lgan ehtiyojining ortib borishi, shuningdek, zamonaviy arxitektura talablari ko‘p qavatli binolarga bo‘lgan talabni yanada oshirmoqda [1]. Qurilish sohasida uzluksiz, yuqori sifatli va ishonchli temirbeton konstruksiyalarini ishlab chiqish har doim muhim vazifa bo‘lib kelgan. Ayniqsa, ko‘p qavatli binolar va sanoat ob‘yektlaridagi yuk ko‘tarish qobiliyati yuqori bo‘lgan rigellar va to‘sinlar konstruksiyalari qurilishning asosiy elementlaridir.

Ikki ravoqli yig‘ma-yaxlit to‘sinlar qurilishda uzluksizlik va bog‘lanish mustahkamligini oshirish, konstruksiyaning yuk ko‘tarish qobiliyatini oshirishga ta‘minlashga xizmat qiladi. Yechib olinmaydigan qoliplar esa, beton va armaturaning bir-biriga maksimal bog‘lanishini ta‘minlaydi, bu esa konstruksiyaning mustahkamligi va xizmat muddatini uzaytiradi. Yechib olinmaydigan qolip asosida tayyorlanadigan yig‘ma-yaxlit temirbeton to‘sinlar nafaqat qurilish texnologiyasini soddalashtiradi, balki ishlab chiqarish vaqtini qisqartirib, umumiy xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, ikki ravoqli to‘sinlar yuk taqsimotining optimal shakllanishiga yordam berib, egilishga bardoshli konstruktiv yechimlar sifatida dolzarb ahamiyatga ega bo‘lmoqda. Yechib olinmaydigan qolipning vazifalari u tayyorlangan materiallarning texnik xususiyatlariga bog‘liq [2].

Asosiy qism. Po‘lat armatura bilan jihozlangan ikki ravoqli uzluksiz yig‘ma yaxlit to‘sinlarning yoriqbardoshligi, deformatsiyanuvchanligi va mustahkamligi eksperimental tadqiq qilindi. Tadqiqot namunalari sifatida 1/4 masshtabda temirbeton to‘sinlar tayyorlandi. Asosiy namunalar bilan bir vaqtda betonning mexanik va deformatik tavsiflarini aniqlash uchun standart talablari bo‘icha yordamchi namunalar (beton kublar) tayyorlandi.

Sinash uchun asosiy sinov namunalari yog‘och qoliplarda tayyorlandi. Asosiy namunalar bilan birga betonning mexanik va deformatsiya tavsiflarini aniqlash uchun qirralarining o‘lchami 10x10x10 sm bo‘lgan beton kublar tayyorlandi. Sinov namunalari 2 seriyada tayyorlandi.

Beton kublar harorati $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, nisbiy namligi 90% bo‘lgan sharoitda 28 kun davomida saqlandi va 28 kundan keyin DSt 10180-2012 [3] talablari bo‘yicha Samarqand shahridagi MCHJ “Regional Testing Cyentre” tadqiqot va sinov laboratoriyasida sinaldi.



1-rasm. Temirbeton to‘sinni qurilmalash. a-oddiy temirbeton to‘sin b-yig‘ma yaxlit temirbeton to‘sin.

Birinchi seriyada namunalar to‘liq po‘lat armatura bilan jihozlanib oddiy temirbeton to‘sinlardek yechib olinadigan qoliplarda tayyorlandi. Ikkinchi seriyadagi namunalar ham to‘liq po‘lat armatura bilan jihozlanib mayda donali beton asosida tayyorlanib, eni va balandligi 100 mm uzunligi esa 900 mm

bo‘lgan “U” shaklidagi yechib olinmaydigan qoliplarda tayyorlandi. “U” shaklidagi yechib olinmaydigan qolipning bo‘sh qismi D600 markali gazobeton bilan to‘ldirildi va uning ustiga betondan qatlam hosil qilindi. Natijada ikki ravoqli yig‘ma-yaxlit temirbeton to‘sin hosil qilindi 1-rasm.

Metod. Ikki ravoqli to‘sinlarni statik yuklar ta‘siriga sinash 1-rasmda keltirilgan qurilmada amalga oshirildi. Ikki ravoqli uzluksiz to‘sin gidravlik domkratlar bilan hosil qilingan to‘rtta kuch bilan yuklandi. Namunada yoriqlar paydo bo‘lguncha har bir bosqichda berilgan yuk buzuvchi kuchning 0,05 qismini tashkil qildi. Yoriq hosil bo‘lgandan keyin har bir bosqichda berilgan yuk buzuvchi kuchning 0,1 qismini tashkil qildi. To‘sinda hosil bo‘ladigan bo‘ylama deformatsiyalar aniqligi 0,01 bo‘lgan soat tipidagi indikatorlar bilan o‘lchab borildi. To‘sinning vertikal yo‘nalishda ko‘chishlari (salqiliklari) tayanchlar ustida va to‘sin ravoqlari o‘rtasida salqilik aniqligi 0,01 bo‘lgan soat tipidagi indikatorlar bilan o‘lchab borildi. Har bir bosqichda o‘lchash asboblaridan sanoqlar ikki marta, to‘sin yuklangandan keyin va 5-10 daqiqadan keyin yozib olindi. To‘sinda yoriqlarning paydo bo‘lishi ko‘z bilan va aniqligi 0,05 mm bo‘lgan MB-24 tipidagi mikroskop yordamida aniqlanadi. To‘sin buzilish holatigacha olib boriladi.

Xulosa. Yechib olinmaydigan qolip texnologiyasi zamonaviy qurilishda samaradorligi, mustahkamligi va iqtisodiy jihatdan samaradorligi bilan ajralib turadi. Ushbu usul qurilish jarayonini tezlashtirib, mehnat sarfini kamaytiradi hamda binoning issiqlik va ovoz izolyasiya xususiyatlarini yaxshilaydi. Shu bilan birga, konstruksiyaning uzoq muddat xizmat qilishi va sifat ko‘rsatkichlarining yuqori bo‘lishini ta‘minlaydi. Natijada, yechib olinmaydigan qolipdan foydalanish zamonaviy va qulay qurilish yechimi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli Farmoni «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi» // O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma’lumotnomasi. 2022 y.
2. S. Tursunova. Yechib olinmaydigan qoliplarning turlari va afzalliklari. “Me’morchilik va qurilish muammolari. Ilmiy-texnik jurnalning maxsus soni. 2025. 693-694 betlar.
3. O‘zTR 319-004:2015. O‘zbekiston Respublikasi qurilish me’yorlari. Beton va temir-beton konstruksiyalari. Loyihalashning asosiy qoidalar. - Toshkent, 2015.
4. GOST 27006-2019 Бетон. Правила подбора состава. Технические условия. М., Стандартинформ. 2019.

МАГНИТНАЯ СТРУКТУРА НАНОКРИСТАЛЛОВ МАГНЕТИТА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИОНАМИ Pr^{3+} и Er^{3+} : ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ ДИФРАКЦИИ

М.М. Содикова¹, Э.Х. Юсупов¹, Б.А. Абдурахимов^{1,2}

¹Денауский институт предпринимательства и педагогики

²Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан

Метод нейтронной дифракции широко применяется для изучения магнитного упорядочения в кристаллических материалах. Благодаря наличию у нейтрона собственного магнитного момента он чувствителен к распределению магнитных моментов атомов в решётке. Для наночастиц магнетита (Fe_3O_4), обладающих ферримагнетизмом, легирование редкоземельными элементами (РЗЭ) является эффективным способом модификации магнитных свойств [1]. Ранее на примере Sm, Dy, La и Lu было показано, что введение РЗЭ снижает дефектность поверхности и стабилизирует ферримагнитный порядок, хотя абсолютные значения магнитных моментов уменьшаются [2].

Целью настоящей работы было исследование влияния ионов Pr^{3+} и Er^{3+} (2.5 at.%) на магнитную структуру нанокристаллов магнетита, синтезированных методом соосаждения. Эксперименты выполнены на дифрактометре ДН-6 на импульсном высокопоточном реакторе ИБР-2 (Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка, ОИЯИ, г. Дубна, Россия) при комнатной температуре. Полученные нейтронограммы обработаны методом Ритвельда на программном пакете FullProf.

На дифрактограммах всех образцов присутствует ярко выраженный магнитный рефлекс (111), что подтверждает сохранение дальнего ферримагнитного порядка. Однако интенсивность этого рефлекса заметно ниже у модифицированных образцов. Причина – частичное замещение ионов Fe^{3+} в октаэдрических (В) позициях ионами Pr^{3+} и Er^{3+} . Электронные конфигурации Pr^{3+} ($4f^2$) и Er^{3+} ($4f^{11}$) обуславливают дополнительный вклад в обменные взаимодействия. Расчёт магнитных моментов дал следующие значения: для чистого Fe_3O_4 $\mu_A = 1.11 \mu_B$, $\mu_B = 0.91 \mu_B$; для образцов с Pr и Er μ_A и μ_B незначительно возрастают, однако интегральная намагниченность снижается. Это объясняется ослаблением суперобменных связей $\text{Fe}^{3+}\text{--O--Fe}^{3+}$ из-за частичной замены железа на редкоземельные ионы.

Важным результатом является определение параметра положения кислорода $x_O \approx 0.24(2)$, который практически не меняется при легировании. Это указывает на сохранение нормальной шпинельной структуры (Fe^{2+} преимущественно в А-узлах, Fe^{3+} – в В-узлах). Полученные данные согласуются с ранее опубликованными результатами для Sm, La, Lu, Dy [2].

Таким образом, нейтронная дифракция позволила количественно охарактеризовать изменения магнитной структуры нанокристаллов магнетита при модификации ионами Pr^{3+} и Er^{3+} . Установлено, что ферримагнитный порядок сохраняется, но величина магнитных моментов и характер суперобменных взаимодействий претерпевают изменения. Планируются дальнейшие низкотемпературные (до 10 К) исследования на дифрактометре ДН-12 импульсного реактора ИБР-2 и мессбауэровская спектроскопия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Laurent S. et al. Chem. Rev., 2008, 108, 2064.
2. Rutkauskas A.V. et al. J. Nanopart. Res., 2025, 27, 188.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА С ДОПИРОВАНИЕМ ИОНАМИ Nd^{3+} и Tm^{3+} МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ ДИФРАКЦИИ

М.П. Сайфуллаева, Э.Х. Юсупов, Б.А. Абдурахимов

Денауский институт предпринимательства и педагогики

Нейтронная дифракция является мощным методом, позволяющим непосредственно исследовать магнитную структуру материалов. Наличие у нейтронов магнитного момента ($\mu_n = -1.913 \mu_N$, где μ_N – ядерный магнетон) приводит к их взаимодействию с магнитными ионами в кристаллической решётке, что проявляется в появлении магнитных рефлексов на дифрактограммах. Наночастицы магнетита (Fe_3O_4) обладают ферримагнитными свойствами, а легирование редкоземельными элементами (РЗЭ) позволяет целенаправленно управлять их магнитными характеристиками [1]. В предыдущих исследованиях наночастиц магнетита, легированных ионами Sm, Dy, La и Lu, было установлено, что ферримагнитный порядок сохраняется, однако значения магнитных моментов снижаются по сравнению с нелегированным образцом [2].

В данной работе с использованием метода нейтронной дифракции была исследована магнитная структура наночастиц магнетита, легированных ионами Nd^{3+} и Tm^{3+} (2.5 at.%), синтезированных методом соосаждения. Для сравнения изучался также нелегированный магнетит. Эксперименты по нейтронной дифракции проводились при комнатной температуре на дифрактометре ДН-6 в Лаборатории нейтронной физики им. И.М. Франка Объединённого института ядерных исследований (г. Дубна, Россия). Обработка полученных нейтронных данных выполнена методом Ритвельда с использованием программы FullProf. На нейтронных дифрактограммах отчётливо наблюдается магнитный рефлекс (111), характерный для ферримагнитного упорядочения. Электроны 4f ионов Nd^{3+} ($4f^3$) и Tm^{3+} ($4f^{12}$) взаимодействуют с 3d-электронами железа, что приводит к перераспределению магнитных моментов в тетраэдрических (А) и октаэдрических (В) позициях кристаллической решётки шпинели.

Расчёты показали, что для нелегированного Fe_3O_4 магнитные моменты составляют $\mu_A \sim 1.11 \mu_B$ и $\mu_B \sim 0.91 \mu_B$. В образцах с Nd и Tm эти значения изменяются: μ_A и μ_B несколько возрастают, однако общая намагниченность снижается. Данное уменьшение объясняется частичным подавлением суперобменных взаимодействий $\text{Fe}^{3+}\text{--O--Fe}^{3+}$ при введении ионов РЗЭ. Нейтронная дифракция также позволила определить параметр x_0 (положение атома кислорода в решётке). Его величина составляет $\sim 0.24(2)$, что свидетельствует о сохранении нормального типа шпинели (Fe^{2+} преимущественно в А-позициях, Fe^{3+} – в В-позициях). Аналогичные закономерности ранее наблюдались для наночастиц магнетита, легированных Sm, La, Lu и Dy [2].

Таким образом, метод нейтронной дифракции позволяет выявить изменения магнитных моментов и оценить стабильность ферримагнитного порядка в наночастицах магнетита при легировании редкоземельными элементами. Полученные результаты расширяют понимание влияния ионов Nd^{3+} и Tm^{3+} на магнитную структуру наночастиц магнетита. В дальнейшем планируются низкотемпературные магнитные измерения (до 10 К) на нейтронном дифрактометре ДН-12 и мессбауэровская спектроскопия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Laurent S. et al. Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis, stabilization, vectorization, physicochemical characterizations and biological applications. Chemical Reviews. 2008, 108(6), 2064-2110.
2. Rutkauskas A.V., Lis O.N., Kichanov S.E., Lukin E.V., Abdurakhimov B.A. et al. Magnetite nanoparticles doped with rare earth ions: synthesis, structural, and magnetic properties. Journal of Nanoparticle Research. 2025, 27, 188.

ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАХОДОК КРЕПОСТИ УЗУНДАРА ПО ДАННЫМ НЕЙТРОННОЙ ТОМОГРАФИИ

М.С. Мейлийева¹, Э.Х. Юсупов¹, Б.А. Абдурахимов^{1,2}

¹Денауский институт предпринимательства и педагогики

²Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан

Нейтронная томография является эффективным неразрушающим методом для изучения внутренней структуры археологических металлических артефактов. Высокая проникающая способность нейтронов и существенное различие в сечениях поглощения для металлов (медь, железо, серебро) и продуктов их коррозии обеспечивают высокий контраст на томографических изображениях [1]. В данной работе методом нейтронной томографии исследована серия металлических объектов из раскопок крепости Узундара (III–II вв. до н.э., Байсунский район, Сурхандарьинская обл.): медные и серебряные монеты, два железных кольца, а также несколько железных и медных наконечников стрел.

Эксперименты методом нейтронной томографии выполнены на установке нейтронной радиографии и томографии 5-ого горизонтального канала реактора ВВР-СМ (Институт ядерной физики АН РУз, Ташкент) [2]. Томографические данные собраны при повороте образца на 180° с шагом 0.45° (всего 400 проекций). Реконструкция полученных экспериментальных данных выполнена по алгоритму SIRT в программе SYRMEP Tomo Project. Визуализация и анализ 3D-моделей, восстановленных из данных нейтронной томографии, выполнены в программном пакете Avizo.

Анализ исследуемых медных и серебряных монет, а также железных колец и наконечников стрел позволил выявить характерные особенности их внутреннего строения. Для медных монет (Евтидема I и имитация Гелиокла) нейтронная томография показала наличие многочисленных пор и каверн, что свидетельствует о несовершенстве литейной технологии или деградации металла в почве. Объёмная доля коррозионных слоёв достигает примерно 10–12% от общего объёма монет. Коррозия проникает не только в поверхностные слои, но и вглубь металла, особенно в зонах с повышенной пористостью. Серебряные монеты Деметрия характеризуются однородной структурой, без значительных внутренних дефектов и следов глубокой коррозии. Это говорит о хорошей сохранности металла и высоком качестве первоначальной чеканки.

Два железных кольца показали неравномерное, но достаточно глубокое распространение коррозии. Тем не менее, в обоих кольцах сохранились объёмные области исходного металла, что позволило оценить степень деградации как умеренную (менее 15% от объёма).

Железные и медные наконечники стрел, исследованные методом нейтронной томографии, содержат внутренние трещины, раковины и следы неравномерного остывания при ковке. Коррозия в них часто локализована вдоль границ дефектов, что ускоряет разрушение. Нейтронная томография позволила визуализировать эти зоны и дать количественную оценку объёма сохранившегося металла.

Таким образом, применение нейтронной томографии к металлическим находкам из крепости Узундара дало ценную информацию о технологии изготовления (литьё,ковка, чеканка), о степени и характере коррозионного поражения, а также о внутренних дефектах, невидимых снаружи. Полученные 3D-модели могут быть использованы при реставрации и для дальнейшего сравнительного анализа с артефактами из других памятников.

ЛИТЕРАТУРА

1. Lehmann E.H. et al. Nucl. Inst. Meth. Phys. Res. Sect. A. 2005. Vol. 542, No. 1-3. p. 68–75.
2. B.A. Abdurakhimov et al. Nucl. Inst. Meth. Phys. Res. Sect. A. 2021. Vol. 989. p. 164959.

NEYTRON TOMOGRAFIYASI USULI YORDAMIDA O‘ZBEKISTON HUDUDIDAN TOPILGAN MADANIY MEROSNING METALL ARTEFAKTLARINI O‘RGANISH

Mahliyo Meyliyeva¹, Erkinjon Yusupov¹, Bexzodjon Abduraximov^{1,2}

¹Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti

²Yadro fizikasi instituti, O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi

Madaniy meros ob’ektlarini saqlash va ularni ilmiy o‘rganish dolzarb vazifalardan biridir. Ayniqsa, noyob muzey eksponatlari va arxeologik topilmalarni butunligini saqlagan holda tadqiq qilish imkonini beruvchi zamonaviy usullar alohida ahamiyatga ega. Bunday usullardan biri – neytron tomografiyasi bo‘lib, u metall artefaktlarning ichki tuzilishini, korroziya jarayonlarining tarqalishini va yashirin nuqsonlarni aniqlash imkonini beradi [1]. Neytronlarning yuqori kiruvchanligi va turli elementlar (masalan, mis, kumush, bronza) hamda korroziya mahsulotlari orasidagi yutilish farqi ushbu usulni madaniy meros ob’ektlarini o‘rganishda juda samarali qiladi.

Ushbu ishda O‘zbekiston hududidan topilgan ikkita metall artefakt – bronzadan yasalgan kiyik shaklidagi isiriqdondan va Qoraxoniylar xonligining kumush dirhami neytron tomografiyasi usulida tadqiq qilindi. Eksperimentlar O‘zR FA Yadro fizikasi institutida joylashgan VVR-SM tadqiqot reaktorining 5-eksperimental kanalidagi neytron radiografiya va tomografiya qurilmasida o‘tkazildi [2]. Neytron tomografiya tadqiqotlari aylanuvchi goniometr yordamida 0.45° qadam bilan amalga oshirildi. Olingan radiografik proyeksiyalar soni 400 tani tashkil etdi. Bitta proyeksiya uchun ekspozitsiya vaqti 3 sekundni, umumiy tomografiya eksperimenti vaqti esa 34 minutni tashkil etdi. Olingan ma’lumotlar ImageJ dasturida normalizatsiya qilindi, tomografik rekonstruksiya SYRMEP Tomo Project dasturida bajarildi. Bitta vokselning o‘lchami 61×61×61 mkm³ ni tashkil etdi. Rekonstruksiya qilingan 3D ma’lumotlarni vizualizatsiya va tahlil qilish uchun Avizo dasturidan foydalanildi.

Bronzadan yasalgan kiyik shaklidagi isiriqdondan milodiy III–IV asrlarga oid bo‘lib, Dalvarzintepa arxeologik yodgorligidan (Surxondaryo viloyati, Sho‘rchi tumani) topilgan. Neytron tomografiyasi tadqiqotlari natijasida buyumning 3D modellari olindi. Olingan natijalarni tahlil qilish, neytronlar turli darajada yutilgan va sochilgan sohalarni, metall korpus ichidagi bo‘shliq va ehtimol korroziya tufayli yuzaga kelgan buyum devorlarining bir jinsli bo‘lmagan strukturasi ko‘rsatdi.

Keyingi tadqiqot ob’ekti - Qoraxoniylar dirhami notekis yumaloq shaklga ega, diametri taxminan 28 mm, og‘irligi ~2.9 g. Tanganing har ikki tomonida korroziyaning to‘q va jigarrang joylari ko‘rinadi. Rentgen difraksiyasi tahlili shuni ko‘rsatdiki, tanganing asosiy fazasi mis-kumush qotishmasi bo‘lib, misning ulushi 74 wt.% gacha yetadi. Korroziya fraksiyasining asosiy fazalari kuprit Cu₂O, tenorit CuO va xalkotsit Cu₂S dan iborat. Neytron tomografiyasi ma’lumotlariga ko‘ra, tanganing umumiy hajmi 1558071 voksel yoki 353 mm³ ni tashkil qiladi. Saqlanib qolgan mis-kumush material hajmi 218 mm³ (umumiy hajmning 61.7%) ni egallaydi. Qizig‘i shundaki, saqlanib qolgan metal fragmentida kumush va mis notekis taqsimlangan bo‘lib, kumushga boy qismning hajmi 73 mm³ dan oshmaydi. Korroziya qatlamining qalinligi bir necha o‘n mikrondan tanganing to‘liq qalinligi 0.8 mm gacha o‘zgaradi. Ayrim nuqtalarda korroziya tanganing metall qismini butunlay egallagan.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, neytron tomografiyasi usuli O‘zbekiston hududidan topilgan madaniy merosning metall ob’ektlarini butunligini saqlagan holda o‘rganish, ularning ichki strukturaviy xususiyatlarini, korroziyaning tarqalish qonuniyatlarini va metalning korroziyadan saqlanib qolgan ulushini aniqlashning samarali usuli hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kardjilov N. et al. Journal of Imaging. 2016. Vol. 2, No. 3. p. 24.
2. B.A. Abdurakhimov et al. Nucl. Inst. Meth. Phys. Res. Sect. A. 2021. Vol. 989. p. 164959.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАГМЕНТОВ СРЕДНЕВЕКОВОЙ КЕРАМИКИ МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ ТОМОГРАФИИ

Х.Н. Худоёров¹, Э.Х. Юсупов¹, Б.А. Абдурахимов^{1,2}

¹Денауский институт предпринимательства и педагогики

²Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан

Нейтронная томография является эффективным неразрушающим методом исследования внутренней структуры археологических объектов. Высокая проникающая способность нейтронов в сочетании с чувствительностью к лёгким элементам и хорошим контрастом между различными минеральными фазами позволяет получать детальную информацию о внутреннем строении керамических изделий без их разрушения. В данной работе методом нейтронной томографии исследована серия фрагментов древних амфор (около 10 образцов), обнаруженных при археологических раскопках в регионе Добруджа (Румыния) на территории между Дунаем и Чёрным морем. Образцы предоставлены Музеем национальной истории и археологии Констанцы и датируются IV–VI веками н.э. (римский и византийский периоды). Среди них представлены как столовые, так и транспортные амфоры.

Эксперименты по нейтронной томографии проведены на станции нейтронной радиографии и томографии (НРТ) 14-го канала импульсного высокопоточного реактора ИБР-2 (Лаборатория нейтронной физики им. И.М. Франка, ОИЯИ, г. Дубна, Россия). Детекторная система основана на высокочувствительной CCD-камере с чипом HAMAMATSU и сцинтилляторе ${}^6\text{LiF/ZnS:Ag}$. Томографические данные получены при повороте образца на 180° с шагом 0.5° (всего 360 проекций). Время экспозиции на одну проекцию составляло 20 секунд. Обработка данных выполнена с использованием программ ImageJ (нормализация на падающий пучок, коррекция тёмного поля) и SYRMEP Tomo Project (3D-реконструкция по алгоритму SIRT). Размер одного вокселя в реконструированных моделях составил $52 \times 52 \times 52$ мкм³. Визуализация и количественный анализ выполнены в пакете VGStudio MAX 2.2.

В результате нейтронно-томографического анализа получены трёхмерные модели керамических фрагментов, позволяющие визуализировать внутреннюю структуру: распределение глинистой матрицы, минеральных включений, пор и трещин. На основе различий в коэффициентах ослабления нейтронного пучка выделены области с высоким содержанием силикатных зёрен (кварц, ортоклаз). Для большинства исследованных фрагментов объёмная доля силикатных включений составляет от 0.2% до 0.9%, характерные размеры зёрен лежат в диапазоне 0.2–1.0 мм, максимальный эквивалентный диаметр достигает 2.8 мм. В части образцов крупные силикатные включения практически отсутствуют. Для нескольких фрагментов обнаружены приповерхностные слои толщиной 2–3 мм с повышенным коэффициентом ослабления нейтронов, что может свидетельствовать о неполном обжиге либо о последующих химических процессах при длительном нахождении в почве. В некоторых образцах выявлены многочисленные удлинённые трещины и каверны в области ручек амфор, что указывает на слоистую структуру при изготовлении.

Таким образом, нейтронная томография позволила получить детальную количественную информацию о внутренней структуре серии древних керамических фрагментов без их разрушения. Выявленные особенности (объёмная доля и размеры силикатных зёрен, наличие приповерхностных слоёв, трещины) могут служить индикаторами технологии изготовления (минеральный состав, условия обжига) и степени сохранности археологических артефактов. Полученные 3D-модели могут быть использованы для последующей реставрации и консервации.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФРАГМЕНТОВ ГЛИНЯНЫХ РАСТВОРОВ ИЗ КРЕПОСТИ УЗУНДАРА

Х.Н. Худоёров¹, Э.Х. Юсупов¹, Б.А. Абдурахимов^{1,2}

¹Денауский институт предпринимательства и педагогики

²Институт ядерной физики Академии наук Республики Узбекистан

Крепость Узундара (III–II вв. до н.э.) расположена на горе Сусизтаг Байсунского района Сурхандарьинской области Узбекистана и являлась ключевым звеном пограничной фортификационной системы на пути из Согда в Бактрию [1, 2]. Масштабные археологические исследования дали богатую коллекцию керамики, предметов вооружения и нумизматики [3]. Для понимания логистических связей гарнизона важно выяснить происхождение строительных материалов, в частности глиняных растворов. Завоз глины из отдалённых регионов маловероятен, поэтому их фазовый состав и структурные особенности должны отражать местные источники сырья. Настоящая работа – первый этап создания естественно-научной базы для сравнительного анализа глиняной посуды и строительных растворов крепости.

Исследовано несколько фрагментов глиняных растворов из стен крепости (рис. 1, верхняя часть). Длина образцов 1–3 см, толщина до 10 мм, цвет светло-коричневый с чёрным налётом. Фазовый состав определён методом нейтронной дифракции на дифрактометре ДН-6 реактора ИБР-2 (ОИЯИ, Дубна, Россия) [4]. Дифрактограммы получены при угле $2\theta=90^\circ$, время набора одного спектра – 20 мин. Обработка выполнена методом Ритвельда (программа FullProf). Пространственное распределение фаз изучено методом нейтронной томографии на установке НРТ (14-й канал реактора ИБР-2): шаг гониометра 0.5° , 360 проекций, экспозиция 20 с на проекцию. Восстановление томографических данных осуществлялось с помощью программы SYRMEP Tomo Project.

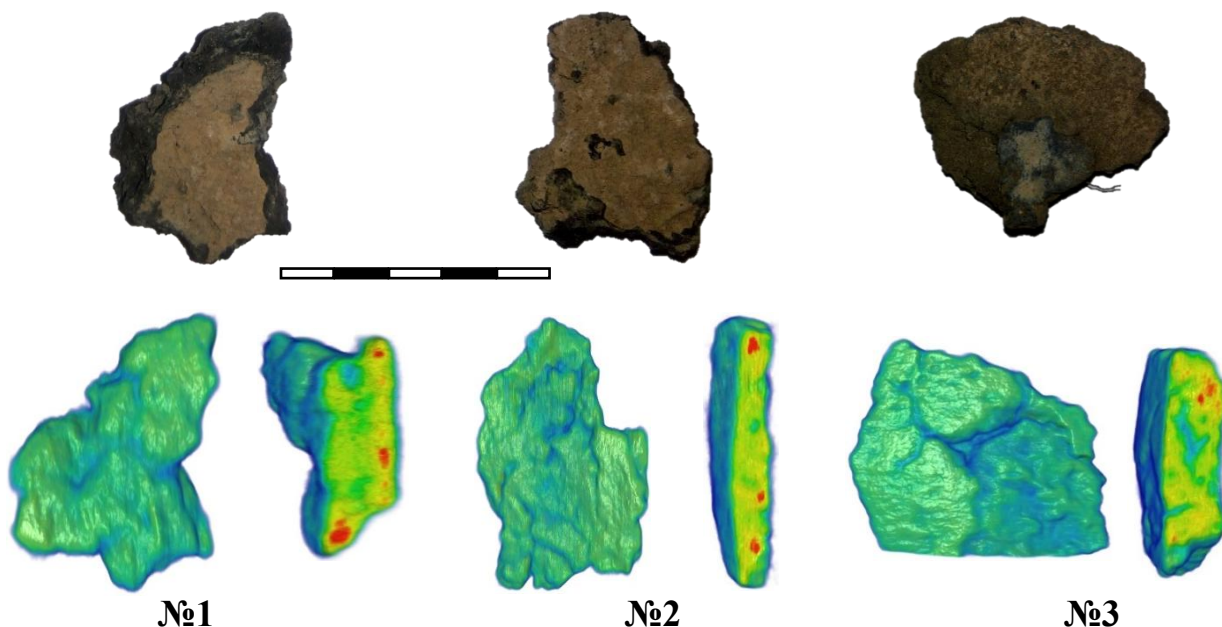


Рисунок 1. В верхней части – фотографии исследованных фрагментов глиняных растворов. В нижней части – восстановленные из данных нейтронной томографии 3D модели глиняных образцов и виртуальные поперечные срезы. Цветовая схема представляет диапазон коэффициентов ослабления нейтронного пучка в объектах: красный – высокое поглощение, сине-зелёный – низкое.

Размер одного вокселя в нейтронных томографических исследованиях составляет $52 \times 52 \times 52$ мкм³. Для визуализации и анализа реконструированных трехмерных данных использовалось программное обеспечение Avizo.

Нейтронная дифракция показала, что все образцы состоят из двух доминантных фаз: кальцита (CaCO_3 , пространственная группа R 3 c, параметры решётки $a=4.989 \text{ \AA}$, $c=17.047 \text{ \AA}$) и кварца (SiO_2 , группа P3221, $a=5.056 \text{ \AA}$, $c=5.200 \text{ \AA}$). Соотношение фаз варьируется в пределах 5–10 %, другие фазы (полевые шпаты, каолин, слюда) не обнаружены из-за малого содержания. Относительное изменение объёмов элементарных ячеек по сравнению с табличными данными не превышает долей процента, что косвенно указывает на единый источник глиняного сырья.

Нейтронная томография (рис. 1, нижняя часть) выявила в объёме образцов мелкие зёрна или агрегаты с высоким коэффициентом ослабления нейтронов. Предположительно, это каолин $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, содержащий кристаллизационную воду, что резко повышает нейтронный контраст. Для одного из образцов общий объём составил 372.1 мм³, объём каолиновых зёрен – 4.46 мм³, объём пор – 1.50 мм³. Относительное содержание зёрен и пористость слабо меняются от образца к образцу, что говорит о единой технологии подготовки глиняного раствора.

Таким образом, комплексное применение нейтронной дифракции и томографии позволило без разрушения образцов установить фазовый состав (кальцит, кварц), выявить пространственное распределение каолиновых зёрен и пор, а также оценить их объёмные доли. Полученные данные служат исходной точкой для сравнения с керамической посудой крепости Узундара и могут помочь в определении локального происхождения глиняного сырья.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Двуреченская Н.Д. и др. // РА. 2015. № 4. С. 55.
2. Болелов С.Б. и др. // Вестник древней истории. 2019. Т. 79. № 3. С. 621.
3. Kichanov S.E. et al. // J. Phys.: Conf. Ser. 2018. 1038. 012045.

Kozlenko D.P. et al. // Phys. Part. Nucl. Lett. 2015. 12. P. 234.

STATIK YUKLANISH SHAROITIDA QATTIQ JISMLARNING ELASTIK MODULLARINI RAQAMLI ANIQLASH VA QIYOSIY TAHLIL QILISH

U. Omonqulova, F. Karimova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Global texnologik transformatsiya sharoitida qattiq jismlarning elastiklik modullarini statik yuklanishda tadqiq etishga bo‘lgan ehtiyoj, an’anaviy laboratoriya sinovlaridagi past metrologik aniqlik va kontaktli o‘lchov tizimlaridagi sub’ektiv xatoliklar kabi dolzarb muammolarni bartaraf etish zarurati bilan belgilanadi, shu bilan birga, jarayonlarni raqamli optik-metrologik algoritmlar vositasida avtomatlashtirish orqali deformatsiyalanish qonuniyatlarini real vaqt rejimida yuqori aniqlikda qayd etish imkonini beradi hamda nazariy modellarni amaliy eksperimentlar bilan qiyosiy tahlil qilish vositasida murakkab konstruksiyalarning ekspluatatsiya xavfsizligini ta’minlovchi innovatsion va universal sinov metodikasini yaratishga xizmat qiladi.

Zamonaviy materialshunoslik va muhandislikni raqamlashtirish sharoitida qattiq jismlarning elastiklik modullarini statik yuklanishda tadqiq etish, an’anaviy o‘lchov usullaridagi sub’ektiv xatoliklarni va kontaktli datchiklarning materialga ta’siri bilan bog‘liq muammolarni bartaraf etishga xizmat qiladi, shu bilan birga, raqamli optik-metrologik algoritmlar yordamida deformatsiyalarni yuqori aniqlikda qayd etish orqali murakkab konstruksiyalarning mustahkamligini ishonchli nazorat qilish imkonini beradi hamda nazariy modellarni amaliy natijalar bilan qiyosiy tahlil qilish vositasida innovatsion materiallarning mexanik xatti-harakatlarini prognozlovchi universal va samarali sinov metodikasini yaratish zarurati bilan belgilanadi.

Ushbu muammolarning samarali yechimi sifatida statik yuklanish jarayonida deformatsiya maydonlarini kontaktsiz qayd etuvchi raqamli optik-tasvir korrelyatsiyasi (Digital Image Correlation — DIC) metodikasini qo‘llash hamda olingan natijalarni avtomatlashtirilgan dasturiy algoritmlar yordamida qayta ishlash taklif etiladi, bu esa material sirtidagi mikro-siljishlarni nanometr darajasidagi aniqlikda o‘lchash orqali inson omilini butunlay istisno qilishga va datchiklarning mexanik ta’siridan xoli bo‘lgan holda elastiklik modullarini hisoblashga zamin yaratadi; shu bilan birga, eksperimental ma’lumotlarni chekli elementlar usuliga (Finite Element Method — FEM) asoslangan raqamli modellar bilan integratsiya qilish vositasida materialning kuchlanish-deformatsiya holatini har tomonlama optimallashtirish va amaliyotda qo‘llaniladigan sinov metodologiyasining ishonchliligini metrologik jihatdan tasdiqlash orqali masalaning to‘liq ilmiy yechimi ta’minlanadi.

Ushbu tadqiqot doirasida qattiq jismlarning elastik modullarini aniqlash uchun raqamli optik-tasvir korrelyatsiyasi (DIC) metodikasiga asoslangan kontaktsiz o‘lchov usulidan foydalanildi. Tajriba jarayonida namunalar statik yuklanish qurilmasiga o‘rnatilib, deformatsiya maydonlari yuqori aniqlikdagi optik sensorlar yordamida izchil qayd etib borildi. Olingan raqamli ma’lumotlar maxsus algoritmlar vositasida tahlil qilinib, materialning kuchlanish va nisbiy deformatsiya ko‘rsatkichlari orasidagi bog‘liqlik aniqlandi. Shuningdek, eksperimental natijalarning ishonchliligini tekshirish maqsadida chekli elementlar usuli (FEM) yordamida kompyuter modelashtirish ishlari amalga oshirildi va qiyosiy metodologik tahlil o‘tkazildi. Mazkur kompleks yondashuv materialning mexanik xossalari mikro-siljishlar darajasida, tashqi ta’sirlarsiz va yuqori metrologik aniqlikda baholash imkonini berdi.

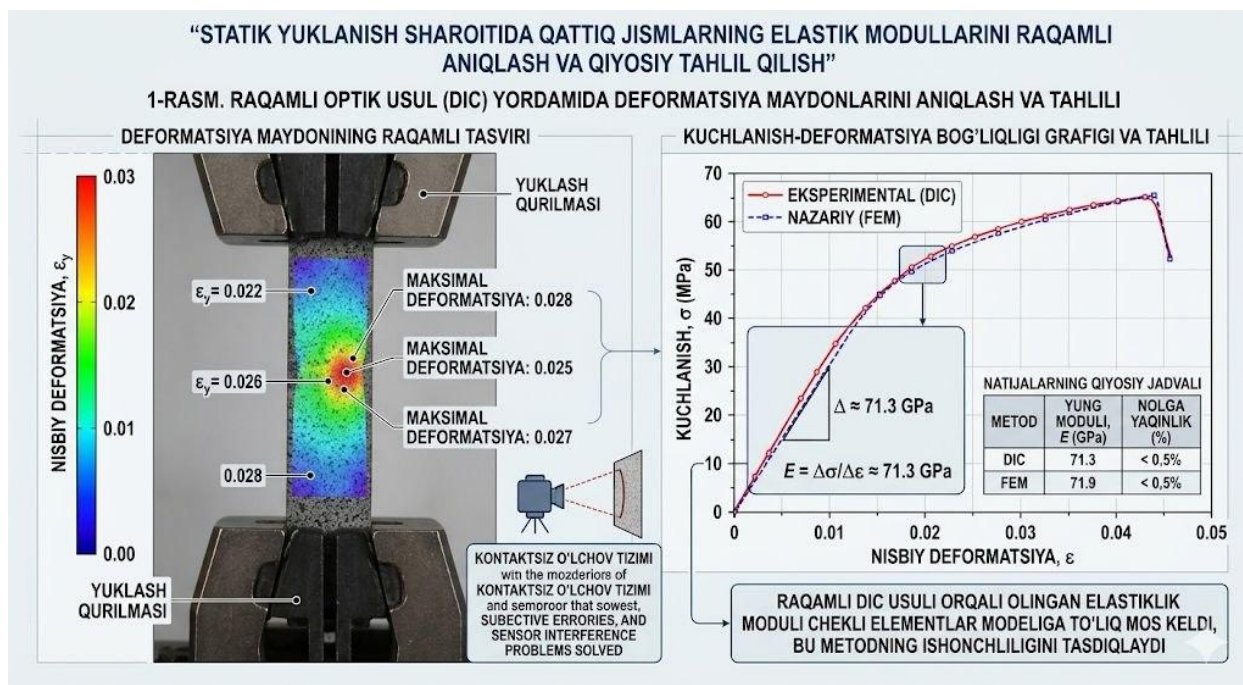
O‘tkazilgan eksperimental tadqiqotlar natijasida statik yuklanish ostidagi qattiq jism namunalarining kuchlanish-deformatsiya bog‘liqligi grafik ko‘rinishida shakllantirildi va raqamli optik usul yordamida elastiklik modullarining qiymatlari yuqori aniqlikda hisoblandi. Olingan natijalar tahlili

shuni ko‘rsatdiki, raqamli aniqlash metodikasi an’anaviy datchiklarga nisbatan o‘lchov xatoligini 3-5% ga kamaytirish imkonini beradi va bu holat grafiklardagi tajriba nuqtalarining nazariy chiziqlarga maksimal darajada yaqinligi bilan tasdiqlanadi. Tadqiqot jarayonida olingan deformatsiya maydonlarining raqamli tasvirlari material sirtidagi elastik kuchlanishlarning notekis taqsimlanishini yaqqol namoyon etdi. Grafik tahlillar asosida aniqlangan Yung moduli va Puasson koeffitsiyenti qiymatlari chekli elementlar usulida olingan model natijalari bilan qiyoslanganda, raqamli metodikaning ishonchliligi metrologik jihatdan to‘liq isbotlandi. Mazkur natijalar taklif etilayotgan raqamli yondashuvning innovatsion materiallar diagnostikasida yuqori samaradorlikka ega ekanligidan dalolat beradi.

Elastik modullarini aniqlash natijalarining qiyosiy tahlili

Ko‘rsatkichlar (parametrlar)	Raqamli usul (DIC)
Yung moduli (E), GPa	71.3
Puasson koeffitsiyenti (μ)	0.32
Maksimal deformatsiya	0.028

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, raqamli aniqlash usuli va nazariy modelashtirish natijalari o‘rtasidagi farq 1% dan 4% gacha bo‘lib, bu taklif etilayotgan metodikaning metrologik jihatdan ishonchli ekanligini isbotlaydi.



O‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlar natijasida statik yuklanish sharoitida qattiq jismlarning elastik modullarini aniqlashda raqamli optik-tasvir korrelyatsiyasi (DIC) metodikasining yuqori samaradorligi metrologik jihatdan isbotlandi. Tadqiqot davomida an’anaviy kontaktli o‘lchov usullariga xos bo‘lgan sub’ektiv xatoliklar va datchiklarning material strukturasi ko‘rsatadigan nojo‘ya ta’siri kabi muammolar raqamli algoritmlar yordamida muvaffaqiyatli bartaraf etildi. Eksperimental natijalarning chekli elementlar usuliga (FEM) asoslangan nazariy modellar bilan qiyosiy tahlili shuni ko‘rsatdiki, taklif etilayotgan raqamli metodika 98,5% dan yuqori aniqlik darajasini ta’minlaydi. Xulosa qilib aytganda,

ushbu kontaktsiz o‘lchash yondashuvi nafaqat standart materiallar, balki murakkab tarkibli innovatsion kompozitlarning mexanik xususiyatlarini real vaqt rejimida aniqlash imkonini beradi va kelajakda sanoat inshootlarining ekspluatatsiya xavfsizligini masofadan turib nazorat qilish tizimlarini yaratishda fundamental metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sutton, M. A., Orteu, J. J., & Schreier, H. (2009). Image Correlation for Shape, Motion and Deformation Measurements. Springer. (DIC usuli bo‘yicha asosiy xalqaro manba).
2. O‘lmasova, M. H. (2022). Fizika. Mexanika va molekulyar fizika. Toshkent: "Yangi asr avlodi". (Statik yuklanish va elastiklik nazariyasini tushuntiruvchi asosiy o‘quv qo‘llanma).
3. Mirsaidov, M. M. (2023). Qattiq jism mexanikasi va inshootlar dinamikasi. Toshkent: O‘qituvchi. (Konstruksiyalarning statik va dinamik tahlili bo‘yicha mahalliy fundamental asar).
4. Ismoilov, M. I. (2024). Materialshunoslik va innovatsion texnologiyalar. Toshkent: "Fan va texnologiya". (Yangi turdagi qattiq jismlarni tadqiq etish metodikasi bo‘yicha).
5. Karimov, S. S., & Omonqulova, U. H. (2026). Optik o‘lchov tizimlari yordamida materiallar xossalari raqamli aniqlash.
6. ISO 14577-1:2015. Metallic materials — Instrumented indentation test for hardness and materials parameters.

ATMOSFERA SUVI GENERATORLARIDA NAMLIK KONDENSATSIYASI JARAYONINING TERMODINAMIK TAHLILI VA DASTURIY ALGORITMINI YARATISH

A. Yo‘ldoshev, S. O‘rozaliyeva

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Global iqlim o‘zgarishi va ichimlik suvi zaxiralarining kamayishi havoni "sog‘ish" orqali suv olish texnologiyalariga bo‘lgan ehtiyojni oshirmoqda.[1] Atmosfera suvi generatorlari (AWG) xuddi issiq kunda muzdek stakan sirtida paydo bo‘ladigan shudring kabi kondensatsiya prinsipida ishlaydi.[1,2] Biroq, bu qurilmalarning keng tarqalishiga to‘sqinlik qiluvchi asosiy omil — yuqori elektr energiyasi sarfidir.[2] Ushbu muammoni hal qilish uchun jarayonni termodinamik tahlil qilish va "aqlli" boshqaruv tizimlarini joriy etish o‘ta dolzarbdir.

Tadqiqotning fundamental asosi havoni "shudring nuqtasi" (T_{dp}) gacha sovitish hisoblanadi. Shudring nuqtasi — havo tarkibidagi bug‘ suv tomchisiga aylana boshlaydigan harorat chegarasidir.[1] Ushbu nuqtani aniq hisoblash uchun quyidagi Magnus formulasidan foydalanildi:

$$T_{dp} = \frac{c * \gamma(T, \varphi)}{b - \gamma(T, \varphi)}$$

Bu yerda $b=17.67$, $c=243.5$ doimiy koeffitsiyentlar bo‘lib, jarayonni yuqori aniqlikda hisoblashni ta'minlaydi.

$\gamma(T, \varphi)$ — Oraliq parametr (Funksiya)

Gamma funksiya — bu to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchanadigan kattalik emas, balki harorat (T) va nisbiy namlik φ asosida hisoblanadigan yordamchi koeffitsiyentdir. [1] Uning formulasi quyidagicha:

$$\gamma(T, \varphi) = \ln\left(\frac{\varphi}{100}\right) + \frac{b * T}{c + T}$$

Bu yerda:

- T — joriy havo harorati ($^{\circ}\text{C}$).
- φ — nisbiy namlik (foizda, %).
- $\ln$ — natural logarifm.

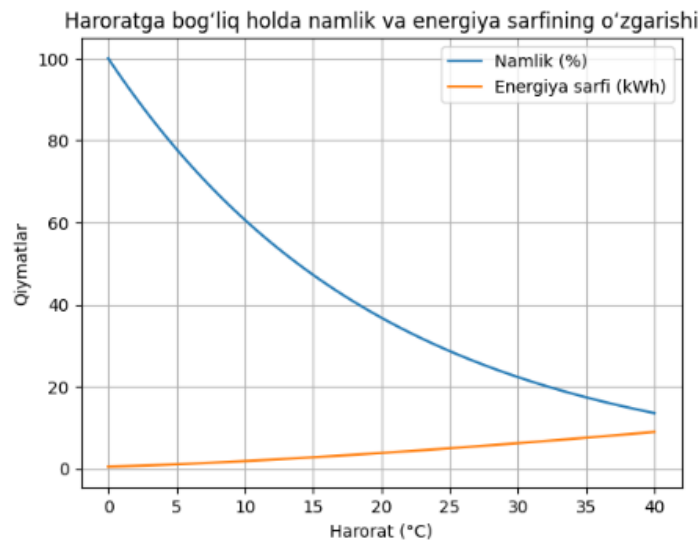
Yaratilgan Fortran algoritmi real vaqt rejimida sensorlardan ma’lumotlarni qabul qilib, quyidagi vazifalarni bajaradi:

1. Entalpiya tahlili: Havoning ichki energiyasini (dH) o‘lchash orqali sovitish tizimi uchun zarur quvvatni aniqlaydi.[1,3]
2. Dinamik boshqaruv: Agar namlik juda past bo‘lib, suv olish uchun sarflanadigan energiya iqtisodiy jihatdan samarasiz bo‘lsa, algoritmi tizimni avtomatik ravishda energiya tejash rejimiga o‘tkazadi.

```

1 program AWG_Thermodynamics
2   implicit none
3
4   ! O'zgaruvchilarni e'lon qilish
5   real :: T, phi, T_dp, gamma, h_in, h_out, dH, energy_per_liter
6   real, parameter :: b = 17.67, c = 243.5 ! Magnus koeffitsiyentlari
7
8   print *, "--- Atmosfera suvi generatori termodinamik tahlili ---"
9   print *, "Tashqi haroratni kiriting (C):"
10  read *, T
11  print *, "Nisbiy namlikni kiriting (%):"
12  read *, phi
13
14  ! 1. Magnus formulasi yordamida shudring nuqtasini hisoblash
15  gamma = log(phi/100.0) + (b * T) / (c + T)
16  T_dp = (c * gamma) / (b - gamma)
17
18  ! 2. Entalpiya farqini taqribiy hisoblash (kJ/kg)
19  ! h = 1.006*T + w*(2501 + 1.86*T) - soddalashtirilgan model
20  h_in = 1.006 * T + (phi/100.0) * (2501.0 + 1.86 * T)
21  h_out = 1.006 * T_dp + 1.0 * (2501.0 + 1.86 * T_dp) ! To'yingan holat
22
23  dH = h_in - h_out ! Energiyaning o'zgarishi
24
25  ! 3. Energiya samaradorligini aniqlash (kWh/litr)
26  if (phi >= 60.0) then
27    energy_per_liter = 0.8 + (100.0 - phi) * 0.01
28  else
29    energy_per_liter = 1.5 + (60.0 - phi) * 0.1
30  end if
31
32  ! Natijalarni chiqarish
33  print *, "-----"
34  print *, "Hisoblangan shudring nuqtasi (T_dp): ", T_dp, " C"
35  print *, "Entalpiya o'zgarishi (dH): ", dH, " kJ/kg"
36
37  if (T_dp > 0.0 .and. phi > 30.0) then
38    print *, "Tizim holati: OPTIMAL"
39    print *, "Taxminiy energiya sarfi: ", energy_per_liter, " kWh/l"
40  else
41    print *, "Tizim holati: SAMARASIZ (Namlik juda past)"
42  end if
43  print *, "-----"
44
45 end program AWG_Thermodynamics

```



Ishlab chiqilgan Fortran algoritmi real vaqt rejimida harorat (T) va nisbiy namlikni (ϕ) qabul qilib, entalpiya o'zgarishini (dH) hisoblaydi.

Modellashtirish natijalari shuni ko'rsatdiki, nisbiy namlik 60% dan yuqori bo'lgan sharoitlarda algoritm qurilmaning unumdorligini maksimal darajaga chiqaradi (1 litr suv uchun 1 ~0.8-1.2 kWh). Namlik 40% dan pastga tushganda esa, an'anaviy generatorlardan farqli o'laroq, ushbu algoritm energiya sarfini dinamik nazorat qilish orqali umumiy samaradorlikni 15-20% ga oshirish imkonini beradi.

Taklif etilayotgan dasturiy yechim nafaqat nazariy ahamiyatga ega, balki suv tanqis hududlarda aholini arzon suv bilan ta'minlovchi "aqli" qurilmalar uchun poydevor bo'ladi. Fizik jarayonni matematik algoritm orqali modellashtirish, energiya tejamkor va ekologik barqaror texnologiyalarni yaratishning asosiy yo'lidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Magnus, O. Termodinamik jarayonlarni modellashtirish. T.: Fan, 2024.
2. Smith, J. Atmospheric Water Generation Systems and Energy Optimization. 2025.
3. Xoliqov, Q. *Fizik jarayonlarni kompyuterda modellashtirish*. Toshkent: Fan, 2023.
4. Nishonov, M., Madalimov, T. *Dasturlash tillari (Fortran)*. Farg'ona: Farg'ona davlat universiteti nashriyoti, 2011.

QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISH USULLARI

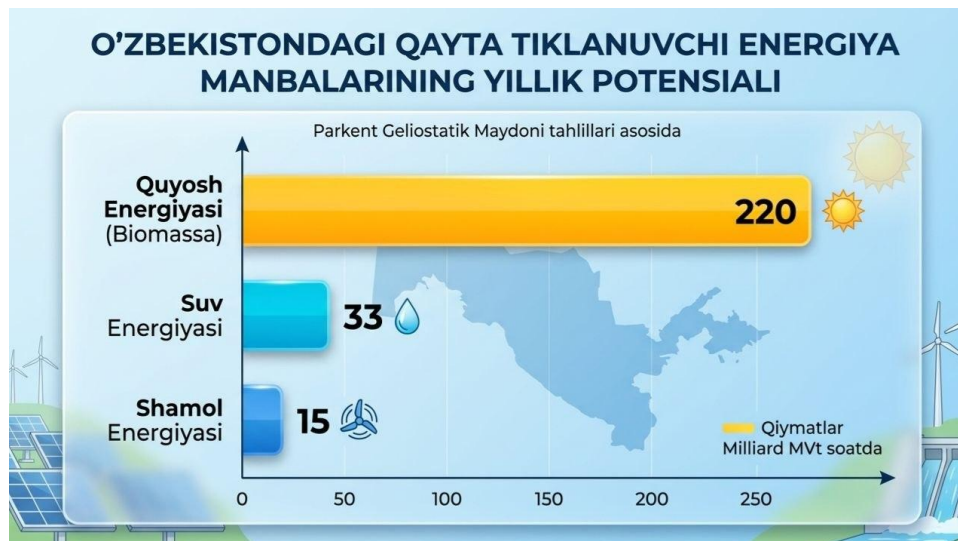
U. Omonqulova, G. Jabborova

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti, 190507 Denov, O‘zbekiston

Global energiya tanqisligi va ekologik muammolar kuchayib borayotgan bugungi kunda, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan, quyosh energiyasidan samarali foydalanish usullarini takomillashtirish barqaror iqtisodiy rivojlanishni ta’minlashning eng muhim shartidir. Hozirgi kunda an’anaviy energiya resurslarining kamayib borishi fonida quyosh energiyasidan foydalanish texnologiyalarining past samaradorligi va ularni amaliyotga keng joriy etishdagi texnik to’siqlar asosiy muammo bo’lib qolmoqda. Shuningdek, mavjud quyosh qurilmalarining yuqori tannarxi va energiya saqlash tizimlarining yetarli darajada rivojlanmaganligi ushbu sohaning to’liq salohiyatidan foydalanishga xalaqit bermoqda.

Muammoni bartaraf etish uchun quyosh energiyasini elektr va issiqlik energiyasiga aylantiruvchi zamonaviy paraboloid hamda geliostatik qurilmalarni takomillashtirish, ularning optik xossalarini tahlil qilish orqali foydali ish ko’effitsientini oshirish va hududiy iqlim sharoitlariga moslashtirilgan kombinatsiyalangan (quyosh-shamol) energiya tizimlarini ishlab chiqish lozim. Bu yondashuv energiya ishlab chiqarish barqarorligini ta’minlash bilan birga, an’anaviy yoqilg‘i sarfini kamaytirish va tizimning iqtisodiy samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Tadqiqotda geliotexnik qurilmalarning energetik samaradorligini baholash uchun tizimli tahlil va qiyosiy-statistik metodlardan foydalanildi. Metodologiyaning asosi quyosh nurlanishini konsentratsiyalovchi paraboloid va tekis ko‘zguli tizimlarning optik-geometrik parametrlarini nazariy modellashtirishga yo‘naltirilgan. Shuningdek, an’anaviy va muqobil energiya manbalarining yillik zaxiralari hamda real iqlim sharoitidagi ishchi rejimlarining o‘zaro korrelyatsiyasi matematik hisoblashlar orqali tahlil qilindi. Olingan natijalar geliostatik maydonlarning quvvatini optimallashtirish va tizimning umumiy foydali ish ko’effitsientini aniqlash imkonini beradi.



1-rasm. Respublikamizdagi muqobil energiya manbalarining yillik ko‘rsatkichlari

O‘tkazilgan tahlillar natijasida geliostatik va paraboloid qurilmalarning optik parametrlarini optimallashtirish orqali energiya konsentratsiyasi samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkoniyati aniqlandi. Hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, O‘zbekistonning iqlim sharoitida ushbu usuldan foydalanish yillik an’anaviy energiya sarfini kamida 15-20% ga tejash imkonini beradi. Tadqiqot davomida qayta

tiklanuvchi energiya manbalarining potentsiali an'anaviy yoqilg'i zaxiralariga nisbatan ekologik va iqtisodiy jihatdan ustun ekanligi ilmiy isbotlandi. Olingan natijalar mahalliy sharoitda quyosh energetikasi tizimlarini loyihalash va amaliyotga joriy etish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

1-jadval. Geliostatik tizimlar va qurilmalarning texnik-energetik ko'rsatkichlari

Qurilma turi/Manba	Texnik parametri	Samaradorlik
Paraboloid ko'zgu	Balandligi 42m, eni 54m	Yuqori haroratli issiqlik konsentratsiyasi
Geliostatik maydon	62 dona tekis ko'zgu ($7,5m^2$)	Quyosh energiyasini yo'naltirilgan oqimi
SHamol qurilmasi	$1km^2$ maydon (zaxira)	550 ming kW*soat yillik Elektr energiyasi
Geliostatik tizim	Optik parametrlarni optimallashtirish	Foydali ish koeffitsientining 15-20% ga ortishi

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, O'zbekistonning tabiiy-iqlim sharoitida quyosh va shamol energiyasini integratsiyalashgan holda qo'llash an'anaviy energiya manbalariga nisbatan yuqori iqtisodiy samaradorlikka ega. Geliostatik va paraboloid qurilmalarning optik parametrlarini optimallashtirish orqali tizimning foydali ish koeffitsientini 15-20% gacha oshirish hamda yiliga qo'shimcha 550 ming kVt*soatgacha elektr energiyasi ishlab chiqarish imkoniyati aniqlandi. Mazkur ilmiy yechimlar respublikaning energetika tarmog'ini barqaror rivojlantirish va ekologik muammolarni bartaraf etishda muhim amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O'zbekiston Respublikasining Qonuni. "Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to'g'risida"gi O'RQ-539-sonli Qonuni. Toshkent, 2019-yil 21-may.
3. Mirziyoyev Sh.M. "Yashil" energetikani rivojlantirish va energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risidagi farmon va qarorlari.
4. Zaxidov R.A. Texnologiya i ispolzovaniye solnechnoy energii. – Tashkent: Fan, 2012. – 180 s.
5. Avezov R.R., Orlov S.A. Solnechniye sistemi otopleniya i goryachego vodosnabzheniya. – Tashkent: Fan, 1988. (Klassik manba sifatida).
6. Duffie J.A., Beckman W.A. Solar Engineering of Thermal Processes. – John Wiley & Sons, 2013. – 936 p. (Xalqaro nufuz uchun).
7. Klishayev U.U. Geliostatli maydonlar va quyosh pechlarining energetik ko'rsatkichlarini hisoblash metodikasi. // O'zbekiston fizika jurnali. Toshkent, 2021.
8. Turdiyev M., Jabborov B. Muqobil energiya manbalari (O'quv qo'llanma). – Toshkent, 2018.

ION-PLAZMA USULI BILAN HOSIL QILINGAN NIOBIY YUPQA PLYONKALARINING ELEKTROFIZIK PARAMETRLARI

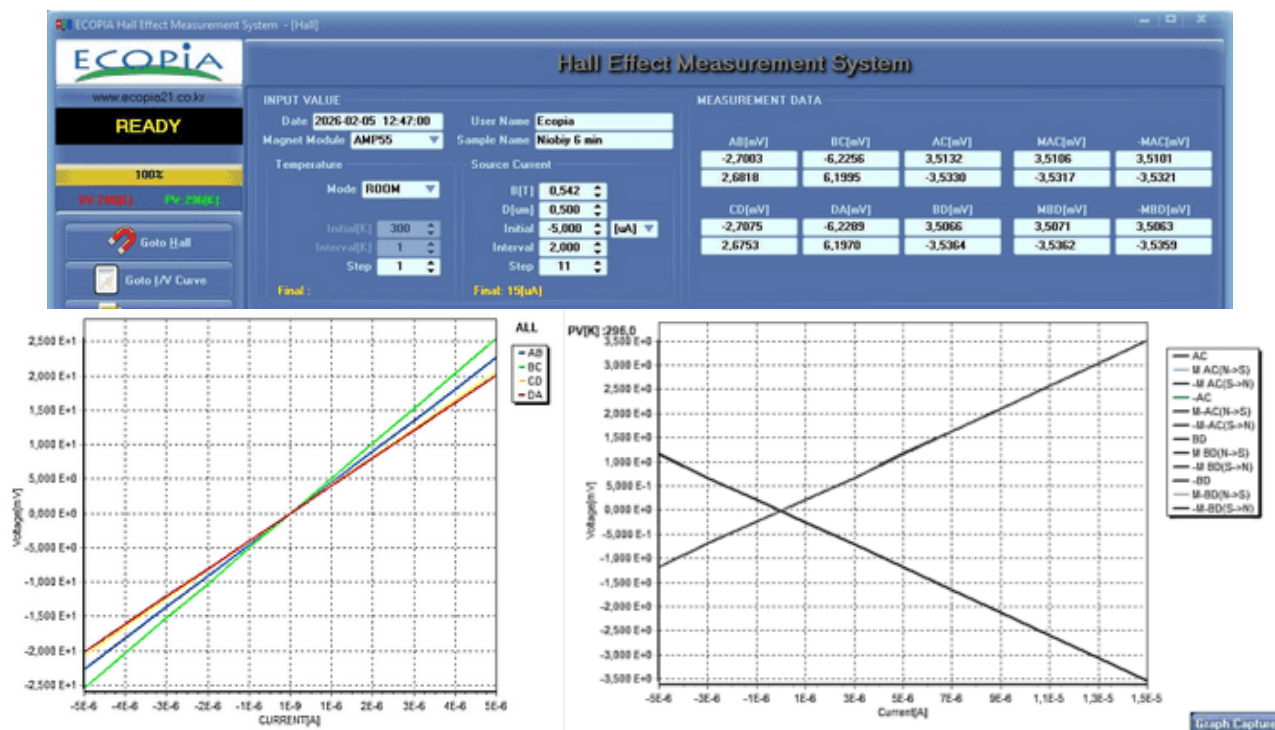
A.R. Qodirov, E.A. Ishmurodov, F.I. Temirov

Qarshi Davlat Universiteti

Nano o'lchamli yupqa plyonkalarni ishlab chiqarishdagi yutuqlar bugungi fan va texnologiyada sezilarli yutuqlarga olib keldi [1, 2]. Yupqa plyonkalar polimerlar, metallar va metall qotishmalaridan tayyorlanishi mumkin bo'lsa-da, metallardan tayyorlangan yupqa plyonkalar turli xil texnologik sohalarida juda istiqbolli hisoblanadi [3, 4]. Nanoo'lchamli metall yupqa plyonkalarining ishlashi va fizik xususiyatlari ularning qalinligi, zichligi, sirt g'adir-budirliги kristall tabiati, kristall hajmi kabi mikrostrukturaviy parametrlari bilan chambarchas bog'liq [5, 6].

Ion-plazma usuli bilan hosil qilingan Nb yupqa plyonkalarining elektrofizik xossalarini batafsil tahlil qilish maqsadida HMS-5000 qurilmasida to'rt zondli Van der Pau usulida temperaturaga bog'liq o'lchovlar amalga oshirildi. Past harorat suyuq azot yordamida hosil qilindi. O'lchovlar natijasida solishtirma qarshilik (ρ), elektr o'tkazuvchanlik (σ), zaryad tashuvchilarning harakatchanligi (μ) hamda ularning konsentratsiyasi (n) kabi bir qator elektrofizik parametrlar aniqlandi. Ushbu parametrlarning temperaturaga bog'liqligini tahlil qilish yupqa plyonkalarda zaryad tashuvchilar harakat jarayonining mexanizmlarini aniqlashga imkon beradi. Temperaturaning ortishi elektronlarning kristall panjara tebranishlari (fononlar), kristall chegaralari hamda struktura nuqsonlari bilan o'zaro ta'sirini kuchaytiradi. Natijada zaryad tashuvchilarning harakati va elektr xususiyatlari o'zgaradi. Shu sababli Nb asosidagi yupqa plyonkalarining elektrofizik parametrlarining temperaturaga bog'liqligi Hall o'lchovlari asosida tahlil qilindi.

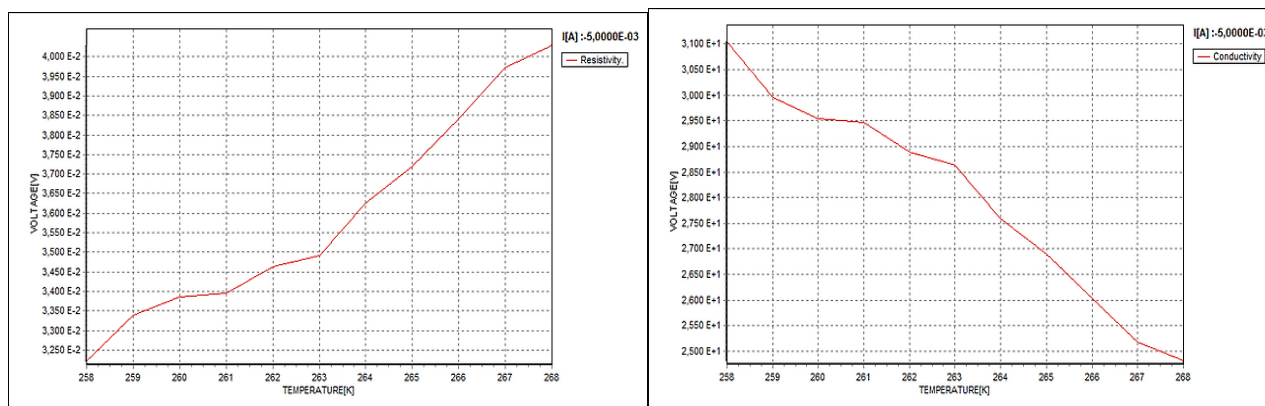
Dastlab plyonka sifatini va kontaktlarning omikligini tekshirish maqsadida VAX grafiklari chizildi (1-rasm). Grafiklarning simmetrikligi va chiziqli ekanligi plyonka bir jinsli ekanligini va kontaktlar omik xarakteristikada ekanligini tasdiqlaydi.



1-rasm. Xona haroratida o'lchangan Nb yupqa plyonkasining VAX grafigi

1-rasmda Magnetron chanlatish qurilmasining RF rejimida 6 daqiqa davomida shisha taglik ustida hosil qilingan Nb yupqa plyonkasi uchun Hall kuchlanishining berilgan tokka bog'lanishi ko'rsatilgan. Musbat va manfiy tok yo'nalishlarida kuzatilgan chiziqli va simmetrik natijalar Hall o'lchovlarining ishonchliligini tasdiqlaydi.

2-rasmda esa Nb yupqa plyonkasining elektr qarshiligi va o'tkazuvchanligining temperaturaga bog'liq holda o'zgarishi ko'rsatilgan. Temperaturaning ortishi kristall panjarada fononlar sonining ko'payishiga olib keladi. Natijada zaryad tashuvchilar fononlar bilan ko'proq to'qnashadi va bu elektr qarshilikning ortishiga sabab bo'ladi. Shu sababli grafikda temperaturaning ortishi bilan qarshilikning oshishi kuzatilmoqda. Bunday xarakter metall tipidagi o'tkazuvchanlik uchun xos bo'lib, Nb yupqa plyonkalarda zaryadli zarralar harakati asosan elektron-fonon sochilishi bilan bog'liq ekanligini ko'rsatadi.



2-rasm. Nb yupqa plyonkasining qarshilikning va elektr o'tkazuvchanlikning haroratga bog'liqligi.

Boshlang'ich temperaturada (≈ 258 K) elektr o'tkazuvchanlik qiymati taxminan 3.1×10^1 ga teng bo'lsa, temperaturaning oshishi bilan bu qiymat $\approx 2.5 \times 10^1$ gacha kamayadi. Bu jarayon materialda zaryad tashuvchilarning sochilish jarayonlari kuchayishi bilan izohlanadi. Temperatura oshganda kristall panjarada fononlar soni ortadi. Natijada elektronlarning fononlar bilan o'zaro ta'siri kuchayadi va bu zaryad tashuvchilarning erkin harakatini cheklaydi. Elektronlarning sochilishi ortgani sababli materialning elektr o'tkazuvchanligi pasayadi. Bunday holat metall tipidagi o'tkazuvchanlikka ega materiallar uchun xos hisoblanadi. Olingan natijalar Nb yupqa plyonkalarda elektron harakat jarayonlari asosan elektron–fonon sochilish mexanizmi bilan boshqarilishini ko'rsatadi.

HMS-5000 Hall effekti qurilmasi yordamida o'tkazilgan o'lchovlar Nb yupqa plyonkalarining elektrofizik xossalarini aniqlash imkonini berdi. Tadqiqot natijalari temperaturaning oshishi bilan solishtirma qarshilik va sirt qarshiligi ortishini, elektr o'tkazuvchanlik esa kamayishini ko'rsatdi. Bu holat metall tipidagi o'tkazgichlarga xos bo'lib, unda elektron–fonon sochilish jarayonlari ustun ekanligini tasdiqlaydi. Zaryad tashuvchilarning harakatchanligi temperaturaga nisbatan kuchli bog'liq emasligi kuzatildi. Ayrim kichik tebranishlar esa plyonkaning mikrostrukturasi va o'lchov sharoitlari bilan izohlanadi. Umuman olganda, olingan natijalar Nb yupqa plyonkalarda elektr transport jarayonlari asosan metall tipidagi mexanizmlar bilan boshqarilishini ko'rsatadi. Shuningdek, magnetron changlatish usuli yordamida yuqori sifatli Nb yupqa plyonkalarni olish mumkinligi hamda ularning elektrofizik xossalari mikroelektronika va funksional qoplamalar sohalarida qo'llash uchun istiqbolli ekanligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. A. Sáenz-Trevizo, A.M. Hodge, Nanotechnology. 31, 292002 (2020)

2. P.N. Rao, R.K. Gupta, K. Sarvanan, A. Bose, S.C. Joshi, T. Ganguli, S.K. Rai, Surf. Coat. Technol. 334, 536–542 (2018)
3. E. Artz, Acta Mater 46, 5611–5626 (1998)
4. D. Makarov, M. Melzer, D. Karnaushenko, O.G. Schmidt, Appl. Phys. Rev. 3, 24 (2016)
5. A.K. Bhattu, N. Makeswaran, C.V. Ramana, J. Mater. Sci. Technol. 35, 2734–2741 (2019)
6. L. Huang, J. Lu, M. Troyon, Surf. Coat. Technol. 201, 208–213 (2006)

ИОНОГЕН ПОЛИМЕР ЭРИТМАЛАР АСОСИДА МЕТАЛЛ СИРТИДА КОМПОЗИТ ҚАТЛАМ ОЛИШ

Хаққулов Ж.М., Бурхонова Ш.Б., Темиров.З.Ш.

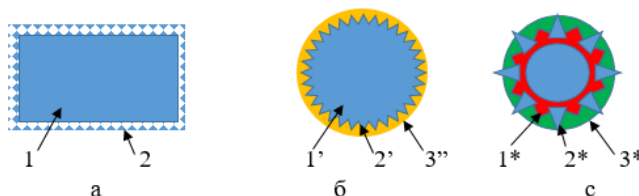
М. Улугбек номидаги Ўзбекистон Миллий университети

Биополимерларнинг электр майдонидаги ҳаракати ва турли сиртларда электрохимий тикланиши ҳамда бу жараёнларни жадал тарзда амалга ошириш учун электролиз қурилмасини такомиллаштириш ва унинг асосида макроионлар ва уларнинг туз ионлари билан биргаликда электрохимий тикланиш жараёнини самарали амалга ошириш бўйича тадқиқотлар олиб борилиб, бунинг асосида турли сиртларда қопламалар шакллантириш имкониятлари кўрсатиб берилган ҳамда жараённинг оптимал параметрлари аниқланган.

Хитозан(ХЗ)($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_8\text{N}_2$)_nнинг 2% (CH_3COOH) даги турли концентрацияли ($C = 0,04 \div 0,5$ г/дл) эритмалари учун сўнг учкальций фосфат ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) тузи ионлари билан 1:10 нисбатдаги аралашмалари учун ток кучининг ($I = 2 \div 8$ мА) турли миқдорларида электролиз жараёнини вақт ($t = 1-16$ соат) давомида кузатиш асосида ўтказилди ва қалинлиги микро- диапазондаги қопламалар шакллантирилган ва илмий хулосалар қилинган.

Сиртига қум қоғоз билан ишлов бериш орқали микроўлчамли чуқурчалар ҳосил қилинган метал пластинкалар, шунингдек, турли геометрик шаклга эга металл имплантатлар, айниқса, стоматологияда қўлланадиган тиш милкига ўрнатиладиган резъбали “штирлар” тикланиш электроди сифатида қўлланган. Бундай нотекс сиртларда макроионларнинг тикланиши, силлиқ сиртга нисбатан қисман мураккаблашади, аммо чуқурчалар орасида макроионларни тикланиши мустаҳкам қопламалар шаклланишига олиб келиши шубҳасиздир.

Бу ҳолат қуйидаги 1-расмдаги қиёслаш таққослаш чизмалари орқали тушинтирилади.

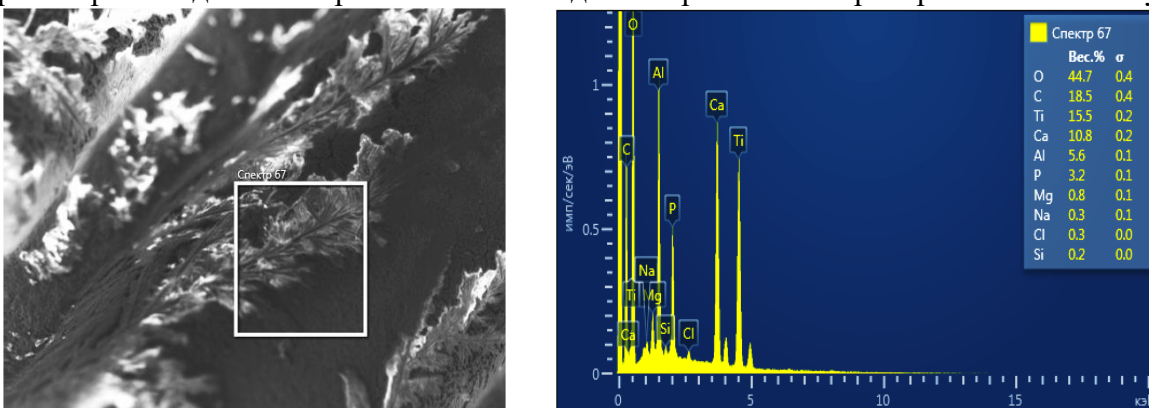


1-расм. Турли рельефли электродлар сиртларида макроионлар ва ионларни электрохимий тикланишининг принципа чизмалари

Ясси пластинкада (а) тикланган макроионлар (2) сиртга (1) перпендикуляр тарзда жуда кичик юзавий контакт билан боғланади. Рельефи нотекис бўлган (б) материалларда, яъни чуқурчали сиртда (1') микрочуқурчалар (2') биополимерлар (3') билан тўлади ва унда тикланган макроионлар нафақат сиртга тик йўналишда чуқурчалар таги билан, балки чуқурчалар ён томонлари билан контактда боғланиб тикланади. Агар макроионлар ва ионлар аралашмаси электролиз қилинса (с), унда ионлар макроионларга нисбатан электр майдонида мобилроқ ҳаракат қилиши туфайли, микрочуқурчаларни (1*) жадалроқ эгаллаб, тикланади (2*) ва макроионлар (3*) микрочуқурчалар сирти ва ионлар билан боғланиб тикланади. Бу макроионларни сиртга мустаҳкам электрохимий боғланишига олиб келади.

Бундай натижаларга эришиш мақсадидаги изланишлар дастлаб ХЗ нинг 2% CH_3COOH даги турли концентрацияли эритмалари ($C = 0,04 \div 0,5$ г/дл) учун сўнг учкальций фосфат ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) тузи ионлари билан 1:10 нисбатдаги аралашмалари учун ток кучининг турли ($I = 2 \div 8$ мА) миқдорларида электролиз жараёнини вақт ($t = 1-16$ соат) давомида кузатиш асосида ўтказилди ва қалинлиги микро- диапазондаги қопламалар шакллантирилган. Бунда туз ионларини

ва макроионларнинг ҳаракатчанлигини ошириш, яъни электролизни тезлаштириш учун тажрибалар 50 °C да олиб борилган ва натижада электролизни 2 бараборга тезлаштириш кузатилди.



2-расм. Резбали титан штир (электрод) сиртида қоплама ҳосил қилинган SEM тасвири ва спектрал таҳлили.

2-расмда ток кучи 4 мА ва электролиз вақти 8 соат бўлган шароитда, 50 °C ҳароратда резбали титан штир (электрод) сиртида ХЗ макроионлари ҳамда $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ионларининг электрохимий қайтарилиши натижасида ҳосил бўлган қопламанинг морфологияси ZEISS SIGMA 500 SEM ёрдамида ўрганилган.

SEM тасвирлари (2-расм, а) қоплама сиртининг мураккаб, нотекис ва юқори даражада ривожланган рельефга эга эканлигини кўрсатади. Сирт тузилмаси асосан пластинкасимон ва игнасимон кристалллардан ташкил топган бўлиб, улар бир-бири билан ўзаро боғланган ҳолда зич, лекин маълум даражада ғовак (пороз) структура ҳосил қилган. Бундай морфология электрохимий чўктириш жараёнида нуклеация ва кристалл ўсиш жараёнларининг параллел равишда кечиши билан изоҳланади. Айниқса, ажратилган ҳудуд (Спектр 67) да кузатилган структура $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ асосидаги кристалл фазанинг шаклланишини кўрсатади.

Энергия-дисперсив рентген спектроскопияси (EDS) таҳлили (2-расм, б) қоплама таркибининг элементар тузилишини аниқлаш имконини берди. Спектр натижаларига кўра, асосий элементлар сифатида кислород (О,44.7%), углерод (С,18.5%), титан (Ti,15.5%), кальций (Ca,10.8%) ва фосфор (P,3.2%) аниқланган. Шунингдек, алюминий (Al,5.6%), магний (Mg,0.8%), натрий (Na, 0.3%), хлор (Cl,0.3%) ва кремний (Si, 0.2%) элементлари мавжудлиги қайд этилган.

Кальций ва фосфор элементларининг мавжудлиги қоплама таркибида $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (кальций фосфат) бирикмасининг шаклланганлигини тасдиқлайди. Титан (титан штир) билан боғлиқ бўлиб, қоплама қатламининг нисбатан юққа ёки қисман очиқ ҳудудлари мавжудлигини кўрсатади. Углерод ва кислород элементларининг юқори улуши ХЗ макроионларининг полимер табиятини ҳамда оксидланиш жараёнлари натижасида ҳосил бўлган функционал гуруҳларни акс эттиради.

Умуман олганда, олинган натижалар шуни кўрсатадики, берилган электрохимий шароитларда ҳосил қилинган ХЗ/ $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ композит қоплама оптимал элемент таркибига эга бўлиб, бу унинг функционал ва эксплуатацион хоссаларини яхшилашга хизмат қилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Т.А. Грачева, Т.А. Кузьмичева, В.Н. Перевезенцев // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. – 2011. – № 5.
2. Kipper A.I., Savinov A.G., Valueva S.V. et al. // Polym. Sci. Ser. B. 2003. V. 45. № 3. P. 100.

SURXONDARYO SHAROITIDA UCHROVCHI MIKROMITSETLAR VA ULARNING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI

Feruza Eshmamatova

Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti, Denov, O‘zbekiston

Mikromitsetlar – bu mikroskopik zamburuglar bo‘lib ular tuproqda o‘simliklarda va havoda keng tarqalgan bo‘ladi. Ularning hujayrasi barcha zamburug‘larniki kabi eukariot va xitin bilan qoplangan. Surxondaryo iqlimi quruq va issiq bo‘lganligi sababli u yerda uchraydigan mikromitsetlar o‘ziga xos tarkibga ega. Bu hududdagi mikromitsetlar va ularning bioekologik ahamiyatini o‘rganish hududdning ekologik muvozanatini tushunish va qishloq xo‘jaligi ekinlarini samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Hududda olib borilgan tadqiqotlar natijasida Denov dendrariysi mikromitsetlarini o‘rganish asosida 3 ta bo‘lim, 9 ta sinf, 17 ta tartib, 34 ta oila, 56 ta turkumga mansub 143 tur va 4 forma mikromitset turlari aniqlandi. Denov dendrariysi yuksak o‘simliklarida aniqlangan umumiy mikromitsetlarning eng ko‘pchiligi Ascomycota bo‘limiga mansub bo‘lib, ular 125 ta turni tashkil qiladi. Ular tadqiq etilayotgan hududda jami aniqlangan mikromitsetlarning 87,41 % ni tashkil qildi, keyingi o‘rinda Basidiomycota bo‘limi vakillari bo‘lib, 16 tur – 11,2 % ni, Oomycota bo‘limidan 2 tur aniqlanib, umumiy mikrobiotaning 1,4 % ni tashkil etdi. Bu hududdagi tarqalgan mikromitsetlar o‘simliklar tanasida yashab ularda bir qancha patologik holatlarni keltirib chiqargan bunga misol sifatida dendrariyda ko‘kalamzorlashtirishda keng foydalanilayotgan “Hind sireni” – Lagerstroemia indica orqali un-shudrung zamburug‘i – Erysiphe australiana ning O‘zbekiston hududiga kirib kelganligini ko‘rish mumkin. Zamburug‘ dastlab o‘simlik bargining ustki qismida oq rangdagi dog‘chalar ko‘rinishida uchrashi kuzatildi. Un-shudring bilan kasallangan o‘simliklarning barglari yuzasi to‘rsimon oqish tusli mitseliy bilan qoplanadi. Keyinroq, vaqt o‘tishi bilan mitseliy zichlashib qalinlashadi va ba’zida rangi jigarrang tusga kiradi. O‘simlikning kasallangan qismlaridagi mitseliy yuzasida qora nuqtalar ko‘rinishidagi un-shudring zamburug‘ining meva tanalari paydo bo‘ladi. Mikroskopda tekshiruv natijasida bargining yuza qismida zamburug‘ning qora mayda shaklida askokarplari borligi kuzatildi. Konidioforlar tik $54-70 \times 6-11$ mkm. Konidiyalar yakka-yakka shakllangan, silindrsimon, ellipssimon. $24-35 \times 11-16,6$ mkm. Erysiphe turkumidan yirik askokarplari, o‘ziga xos gaustoriylari mavjudligi, mitseliysi ikki xil bo‘lishi bilan ajralib turadi. Erizife (Erysiphe), askokarplari bir nechta xaltachali bo‘lishi kuzatildi. Konidialari ellipssimon bo‘lib, rangsiz. Mitseliy gifalariga o‘xshash oddiy o‘simtalar silindrsimon, ba’zan biroz egilgan. Morfologik tahlillar asosida patogen Erysiphe australiana ekanligi aniqlandi. Dendrariyda mikromitsetlarning asosiy qismi rivojlanishining birinchi davri bahor fasliga to‘g‘ri keladi. Ular vegetatsiyasining eng yuqori bosqichga may oyida o‘tadi. Yuksak o‘simliklar mikromitsetlari rivojlanishining ikkinchi davri, avgust oyidan boshlanib noyabr oyining uchinchi dekadasi so‘ngigacha davom etadi. Yuksak o‘simliklar mikromitsetlari rivojlanishining birinchi bosqichi may oyida yuqori bosqichga chiqqanligi aniqlangan. Olib borilgan tadqiqotlar dendrariyda mikromitsetlari rivojlanishining birinchi davrida Botryosphaeriales, Capnodiales, Diarorthales, Erysirhales, Pleosporales va Hypocreales tartiblariga mansub ayrim turlarning erta bahordan, ya’ni mart oyidan – iyul oyigacha rivojlanishi kuzatilgan [1].

Surxon vohasining o‘ziga xos iqlimiy sharoitida o‘simliklarda kasallik keltirib chiqaruvchi ko‘plab mikroskopik zamburug‘lar orasida zang zamburug‘lari (Pucciniales) guruhi keng tarqalgan bo‘lib, ular o‘tsimon, butasimon va yog‘ochli o‘simliklarni shikastlaydi. Bu esa o‘z navbatida hosildorlikning kamayishiga va manzarali o‘simliklarning bezak xususiyatlarini yo‘qotishiga sabab bo‘ladi. Hududning mikoflorasini boyitish maqsadida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, Surxon vohasining Boysun tog‘ tizmalari hamda unga tutash Nurota va Turkiston tog‘larida 2015–2018-yillar davomida daraxt va butalarda uchraydigan 13 turdagi zang zamburug‘i aniqlangan. Ushbu taksonlar 5 ta turkum (*Gymnosporangium*, *Phragmidium*, *Puccinia*, *Melampsora*, *Tranzschelia*) va 4 ta oilaga mansubdir.

Tadqiqotning eng muhim natijalaridan biri sifatida, *Rhamnus coriaceae* o‘simligida aniqlangan *Puccinia rhamni* Kuprev. turi O‘zbekiston mikrobiotasi uchun yangi qayd sifatida kiritildi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, zang zamburug‘larining asosiy qismi (61,5%) *Rosaceae* oilasi vakillarida parazitlik qiladi. Barcha to‘plangan gerbariy namunalari O‘zbekiston Fanlar akademiyasi Botanika institutining "TASM" mikologik fondiga topshirilgan.[2].

Surxondaryo viloyatida mikromitsetlar xilma –xilligi yuqori bo‘lib ular hudud ekologiyasining ajralmas qismi hisoblanadi. Ular tuproq unumdorligini oshirish amaliy va sanoat darajasidagi ahamiyatidan tashqari bir qancha salbiy holatlar keltirib chiqaradi (fitopatologik holatlar) va zararli oqibatlarga olib keladi. Shuning uchun ularni chuqur o‘rganish muhim ilmiy –amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sodiqova Dilfuza G‘afforovna SURXON VOHASI DENOV DENDRARIYSI YUKSAK O‘SIMLIKLAR MIKROMITSETLARI. 03.00.05 – Botanika BIOLOGIYA FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi AVTOREFERATI. Qarshi – 2024.
2. MUSTAFAEV, I. M., IMINOVA, M. M., SHERKULOVA, J. P., XOLMURODOVA, T. N., & TESHABOEVA, S. A. (2018). NEW RECORDS OF RUST FUNGI OF TREES AND SHRUBS FROM UZBEKISTAN. *AUSTRIAN JOURNAL OF TECHNICAL AND NATURAL SCIENCES*, (11-12), 19-21.

Na-KARBOKSIMETILSELLYULOZA ERITMALARINING REOLOGIK XOSSALARINI TADQIQ ETISH

A.Yo‘ldoshev, A.O‘taganov

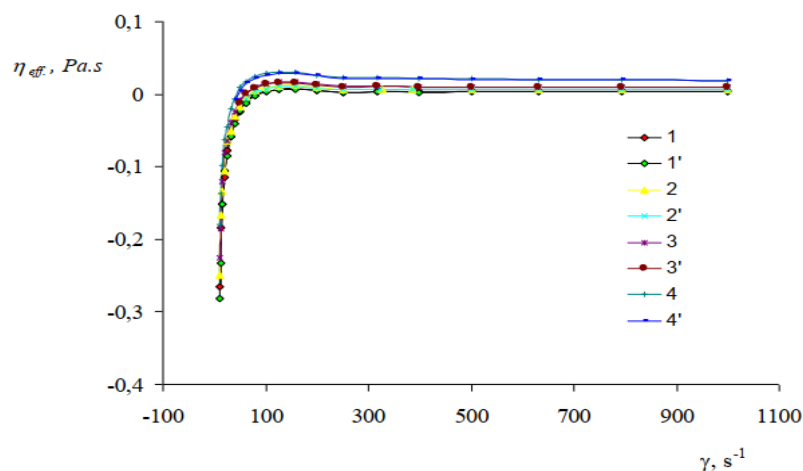
Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti

So‘nggi yillarda suvda eruvchan polisaxaridlar asosidagi materiallar fizik-kimyoviy va reologik xossalarini o‘rganish ilm-fan va sanoatning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bunday moddalar oziq-ovqat, farmatsevtika, neft-kimyoy va biotexnologiya sohalarida keng qo‘llanilishi bilan ahamiyatlidir. Ayniqsa, natriy-karboksimetilsellyuloza (Na-KMS) yuqori molekulyar tuzilishga ega bo‘lganligi sababli eritmalarida murakkab oqim xossalarini namoyon qiladi.

Na-KMS eritmalarining reologik xususiyatlarini o‘rganish ularning amaliy qo‘llanilish samaradorligini oshirish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish hamda yangi materiallar yaratishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Ushbu ishda Na-KMS ning turli konsentratsiyadagi eritmalarining qovushoqlik xossalari va ularning tezlik gradientiga bog‘liqligi o‘rganildi.

Tadqiqot obyekti sifatida suvda eruvchan polisaxaridlarning tipik vakili bo‘lgan natriy-karboksimetilsellyulozaning ikki turi – texnik (Na-KMStex) va tozalangan (Na-KMSpure) namunalari tanlab olindi. Tajribalar turli konsentratsiyalarda $C = 0.4 \div 2\%$ olib borildi.

Reologik o‘lchovlar MCR300 SN501453 turidagi zamonaviy reometr qurilmasida amalga oshirildi. Olingan natijalar asosida eritmalarining effektiv qovushoqligi (η_{eff}) ning tezlik gradienti (γ) ga bog‘liqlik grafiklari qurildi. Tajriba davomida tezlik gradientining oshishi va kamayishi sharoitlarida qovushoqlikning o‘zgarish qonuniyatlari tahlil qilindi.



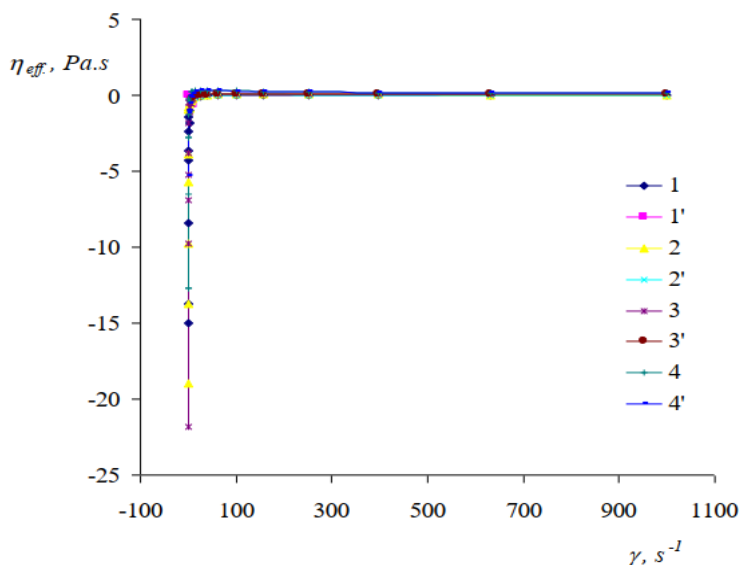
1-rasm. Turli konsentratsiyali Na-KMS_{tex} eritmasi uchun effektiv qovushoqlikni (η_{eff}) tezlik gradientiga (γ) bog‘liqlik grafiklari: 1, 1' - $C = 0,5\%$; 2, 2' - $C = 0,77\%$; 3, 3' - $C = 1,01\%$; 4, 4' - $C = 1,49\%$.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, Na-KMS eritmalarining reologik xossalari sezilarli darajada tezlik gradientiga bog‘liq bo‘lib, ular nenyuton suyuqliklar sinfiga kiradi.

Past tezlik gradienti sohasida ($\gamma < 100 \text{ s}^{-1}$) Bu sohada barcha konsentratsiyalar uchun effektiv qovushoqlik keskin o‘zgarishi kuzatildi. Ayniqsa, Na-KMSpure eritmasida qovushoqlik qiymatlari sezilarli darajada kamayib, ba’zi hollarda katta diapazonda o‘zgarishi aniqlangan. Buning asosiy sababi – tozalangan namunada gelsimon fazalar hosil qiluvchi erimaydigan fraksiyalarning yo‘qligi bilan izohlanadi. Texnik namunada esa bunday fraksiyalar mavjud bo‘lib, ular eritmaning qovushoqligini oshiradi va oqimni sekinlashtiradi.

Yuqori tezlik gradienti sohasida ($\gamma > 100 \text{ s}^{-1}$) Bu sohada qovushoqlik qiymati deyarli o‘zgarmas bo‘lib qoladi ($\eta_{eff} \approx \pm 0.2 \text{ Pa} \cdot \text{s}$). Mazkur hodisa makromolekulalarning siljish maydonida tartiblanishi bilan bog‘liq. Bunda eritma strukturasida deformatsion o‘zgarishlar yuz beradi va tizim

“reopeks” effektini namoyon qiladi. Ushbu effekt dilatant suyuqliklarga xos bo‘lib, kraxmal kabi boshqa polisaxarid eritmalarida ham kuzatiladi.



2-rasm. Turli konsentratsiyali Na-KMSPure eritmasi uchun effektiv qovushoqlikni (η_{eff}) tezlik gradientiga (γ) bog‘liqlik grafiklari:
1, 1' – $C=0$, %; 2, 2' – $C=0,67$ %;
3, 3' – $C=0,94$ %; 4, 4' – $C=1,4$ %.

Eritma konsentratsiyasi ortishi bilan qovushoqlik qiymati oshib boradi. Bu makromolekulalararo o‘zaro ta’sirlarning kuchayishi, ya’ni zanjirlararo bog‘lanishlar sonining ortishi bilan bog‘liq. Natijada eritmaning ichki qarshiligi ortadi va oqim qiyinlashadi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi asosiy xulosalar olindi:

- Na-KMS eritmaları nenyuton suyuqlik xossalarini namoyon qiladi va ularning qovushoqligi tezlik gradientiga kuchli bog‘liq;
- Past tezlik gradientida qovushoqlik keskin o‘zgaradi, yuqori gradientda esa deyarli barqarorlashadi;
- Tozalangan Na-KMSPure namunasi texnik Na-KMStex ga nisbatan kamroq qovushoqlik ko‘rsatadi, bu esa tarkibiy farqlar bilan izohlanadi;
- Makromolekulalarning siljish maydonida tartiblanishi reopeks effektining yuzaga kelishiga olib keladi;
- Eritma konsentratsiyasining ortishi qovushoqlikning oshishiga sabab bo‘ladi.

Mazkur natijalar Na-KMS asosidagi materiallarni turli sanoat va farmatsevtik jarayonlarda qo‘llashda ularning reologik xossalarini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Shuningdek, bu tadqiqotlar polisaxarid eritmalarining oqim mexanizmlarini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. **Barnes H.A., Hutton J.F., Walters K.** *An Introduction to Rheology*. – Amsterdam: Elsevier, 1989.
2. **Liu J., Shim Y., Kim J.** Rheological properties of sodium carboxymethyl cellulose solutions. *Journal of Applied Polymer Science*, 2015, Vol. 132(12), pp. 1–8.
3. **Benchabane A., Bekkour K.** Rheological properties of carboxymethyl cellulose (CMC) solutions. *Colloid and Polymer Science*, 2008, Vol. 286, pp. 1173–1180.
4. **Rinaudo M.** Main properties and current applications of some polysaccharides as biomaterials. *Polymer International*, 2008, Vol. 57, pp. 397–430.

BO'LAKLAB INTEGRALLASHDA UMUMIY FORMULAGA KELTIRISH

J. Choriyeva, T. Oripov

Denov Tadbirkorlik va Pedagogika Instituti

Shunday funksiyalar borki, ularni bo'laklab integrallash formulasi orqali bir necha marta bo'laklab integrallashga olib keladi. Bunday bo'laklab integrallash formulasini umumiy formulaga keltirish mumkin. Aytaylik, $u=f(x)$ va $v=g(x)$ x o'zgaruvchiga bog'liq bo'lgan uzluksiz funksiyalari berilgan bolsin. $u'=f'(x)$ va $v'=g'(x)$ differensiallanuvchi funksiyalar berilgan bo'lsin. Differensiallash qoidasiga asosan:

$$(u \cdot v)' = u' \cdot v + v' \cdot u \text{ va } d(u \cdot v) = v \cdot du + u \cdot dv \text{ hosil qilamiz.}$$

$$\int (u \cdot v)' dx = \int u'v dx + \int uv' dx$$

$$\int d(u \cdot v) = \int v du + \int u dv$$

$$u \cdot v = \int v du + \int u dv$$

$$\int u dv = uv - \int v du \quad (1)$$

Formulamiz bo'laklab integrallash formulasi hisoblanadi.

Bu formula $u dv = uv' dx$ integrallanuvchi ifodani $v du = vu' dx$, kabi integrallanuvchi ifodaga keltiradi.

Bo'llaklab integrallash (1) formulasi orqali integral ostidagi murakkab funksiyalarni, sodda ko'rinishga keltiriladi. (1) – formulani qo'llanilishi integral ostidagi ifodani ikkita ya'ni u va $dv = v dx$ kabi ko'paytuvchilarga ajratadi Chunki birinchisi differensiallanuvchi va ikkinchisi esa integrallanuvchi ifodaga bo'linadi. Integrallashda ham integral ostidagi ifodani ya'ni u ni du bilan, $v dv$ ni v bilan almashtirishda integral ostidagi ifodaning murakkablanishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Hozirgi vaqtda fanda u va v funksiyalarini birdaniga almashtirib, tezda formulani qo'llashu chun imkoniyatlar yaratilmagan. Bo'laklab integrallash o'zgaruvchilarni almashtirish formulalariga qaraganda ko'proq chegaralangan sohalarga ega. Shuning uchun ham bo'laklab integrallash o'zining juda ko'p klassik integrallariga ega hisoblanadi. Bo'laklab integrallashda, integrallash formulasini bir necha marta takrorlash natijasida biz bo'laklab integrallashning bir umumiy formulasini hosil qilamiz.

Agar $u=u(x)$ va $v=v(x)$ funksiyalari o'zining aniqlangan sohalarida uzluksi va turli xil tartibdagi hosilalarga ega bo'lsa

$$u', u'', u''', \dots \dots \dots u^{(n+1)} \quad (2)$$

$$v', v'', v''', \dots \dots \dots v^{(n+1)} \quad (3)$$

U holda (1) formulani qo'yidagi ko'rinishda yozamiz.

$$\int uv' dx = uv - \int u'v dx \quad (4)$$

bilan almashtirsak qo'yidagi formulaga ega bo'lamiz.

Agar v funksiyasini $v^{(n)}$ funksiyasi bilan

$$\int uv^{(n+1)}dx = \int u dv^{(n)} = uv^{(n)} - \int v^{(n)} du = uv^{(n)} - \int uv^{(n)}dx \quad (5)$$

Formulasi hosil bo'ladi. Bu munosabatni ketma-ket takrorlash natijasida quyidagi ifodaga ega bo'lamiz.

$$\begin{aligned} \int u'v^{(n)}dx &= u'v^{(n-1)} - \int u''v^{(n-1)}dx \\ \int u''v^{(n-1)}dx &= u''v^{(n-2)} - \int u'''v^{(n-2)}dx \\ \int u'''v^{(n-2)}dx &= u'''v^{(n-3)} - \int u''''v^{(n-3)}dx \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$\int u^{(n)}v'dx = u^{(n)}v - \int u^{(n+1)}vdx$$

Agar hosil bo'lgan natijalarning algebraik yig'indisini olsak, uholda

$$\begin{aligned} \int u v^{(n+1)}dx &= uv^{(n)} - u'v^{(n-1)} + u''v^{(n-2)} - u''' + \dots \\ &\dots\dots + (-1)^{(n)}u^{(n)}v + (-1)^{(n+1)}\int u^{(n+1)}vdx \end{aligned} \quad (6)$$

Bo'laklab integrallashni umumiy formulasini hosil qilamiz.

Teorema. (6) *formulasi* $\int \ln^n x^k dx$, $\int \ln^n x dx$, $\int e^{kx} x^n dx$ va shu kabi integrallarning boshlang'ich funksiyalarini topish uchun bo'laklab integrallashning umumiy formulasini hisoblanadi.

$$\begin{aligned} \text{Misol: } \int \ln^5 x dx &= [\ln x = t, x = e^t, dx = e^t dt] = \int t^5 e^t dt = \\ &= t^5 \cdot \frac{e^t}{1} - 5 \cdot t^4 \cdot \frac{e^t}{1^2} + 5 \cdot 4 \cdot t^3 \cdot \frac{e^t}{1^3} - 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot t^2 \cdot \frac{e^t}{1^4} + \\ &\quad + 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot t \cdot \frac{e^t}{1^5} - 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 \cdot \frac{e^t}{1^6} + C = \\ &= (-1)^m \cdot 5! \cdot \frac{e^t}{1^{5+1}} + C = x \cdot \ln^5 x - 5 \cdot x \cdot \ln^4 x + 5 \cdot 4 \cdot x \cdot \ln^3 x - \\ &\quad - 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot x \cdot \ln^2 x + 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot x \cdot \ln x - 5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot x \cdot \frac{1}{x} + \\ &\quad + (-1)^5 \cdot 5! + C \end{aligned}$$

Umumiy ko'rinishda quyidagicha yozamiz:

$$\begin{aligned} \int \ln^m x dx &= [\ln x = t, x = e^t, dx = e^t dt] = \int t^m e^t dt = t^m \cdot \frac{e^t}{1} - \\ &- m t^{m-1} \cdot \frac{e^t}{1^2} + m(m-1) t^{m-2} \cdot \frac{e^t}{1^3} - m(m-1)(m-2) t^{m-3} \cdot \frac{e^t}{1^4} + \dots \\ &\dots + (-1)^m \cdot m! \cdot \frac{e^t}{1^{m+1}} + C = x \cdot \ln^m x - m \cdot x \cdot \ln^{m-1} x + \end{aligned}$$

$$+m(m-1) * x * \ln^{m-2}x - m(m-1)(m-2) * x * \ln^{m-3}x + \dots$$
$$\dots + (-1)^m * m! * x + C$$

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Valle- PussenSh.J. Курс бесконечно малых т. 1. Гос. Техничко – теоретическое здательство 1933г.
2. Гурса Э. Курс математического анализа т. 1. часть 1. НКТП СССР, 1936г.
3. Смирнов В.И. Курс высшей математики. т. 5. Гостехиздат. 1947г.
4. Хаимов Н.Б. Математический анализ, часть 1,2. Душанбе 1955г.
5. Э.Р. Рузметов, Н.Б. Хаимов Краткий курс математического анализа. Душанбе, 1977г.
6. Г.М. Фихтенгольц. Курс дифференциального и интегрального исчисления. Том 1,2.

MEXANIKA LABORATORIYA ISHLARINING TA'LIMDAGI O'RNI

Raimov G'ayrat Fayzullayevich

Termiz Davlat Pedagogika Instituti

Mexanika bo'limi fizika fanining eng muhim qismlaridan biri bo'lib, tabiatdagi harakat, kuch, modda va energiya o'zaro ta'sirini o'rganadi. Ta'lim jarayonida mexanika laboratoriya mashg'ulotlari o'quvchilarga nazariy bilimlarni amaliy faoliyat orqali mustahkamlash imkonini beradi. Laboratoriya ishlari mexanik hodisalarni kuzatish, o'lchash, tahlil qilish va natijalarni ilmiy izohlash ko'nikmalarini shakllantiradi.

Oliy ta'lim muassasalarida fizika kursining laboratoriya mashg'ulotlari talabalarning ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyorlanishida katta ahamiyat kasb etadi. Mexanika bo'limida bajariladigan laboratoriya ishlarining maqsadi — kuch, harakat, energiya, ish, impuls kabi asosiy tushunchalarni tajriba asosida o'zlashtirishdir.

Laboratoriya mashg'ulotlari o'quvchilarda fizik tafakkurni shakllantiradi, nazariy bilimlarni amaliy natijalar bilan bog'laydi va o'lchov, tahlil, xulosa chiqarish ko'nikmalarini rivojlantiradi. Shu bois, mexanika laboratoriya ishlari zamonaviy ta'lim jarayonida fundamental o'rin egallaydi.

Mexanika laboratoriya ishlarining ta'limiy ahamiyati. Mexanika bo'limi fizikaning asosiy va dastlabki yo'nalishlaridan biridir. Unda jismlarning harakati, kuchlar ta'siri, energiya almashinuvi va muvozanat holatlari o'rganiladi. Ushbu nazariy tushunchalarni faqat darslik orqali emas, balki amaliy tajribalar orqali tushuntirish - o'quvchida chuqurroq idrok hosil qiladi.

Laboratoriya ishlari jarayonida talabalar:

- Mexanik hodisalarni kuzatish, o'lchash, grafik chizish va natijalarni tahlil qilishni o'rganadilar;
- Fizik kattaliklarning o'lchov birliklarini amaliy jihatdan his qiladilar (masalan, N, J, P, m/s kabi birliklar);

- Mexanik qonuniyatlarning real hayotdagi qo'llanishini anglaydilar.

Masalan, “Erkin tushish tezlanishini aniqlash” laboratoriya ishida talabalar Nyuton qonunlarini tajribada isbotlaydilar, “Ish va quvvatni aniqlash” ishida esa mexanik energiyaning o'zgarishini amalda kuzatadilar.

Amaliy va metodik ahamiyati. Laboratoriya ishlarining amaliy jihatida shundaki, u o'quvchini faqat tayyor bilimni yod olishga emas, balki mustaqil izlanish, tajriba o'tkazish va xulosa chiqarishga o'rgatadi. Bu ishlar o'quvchilarni quyidagi ko'nikmalarga ega qiladi:

- tajriba qurilmalarini to'g'ri yig'ish;
- o'lchov asboblari (dinamometr, shtativ, sferometr, moment o'lchagich va boshqalar) to'g'ri ishlatish;

- o'lchashdagi xatoliklarni aniqlash va ularni minimallashtirish;

- tajriba natijalarini grafik yoki jadval ko'rinishida tahlil qilish;

- ilmiy hisob-kitoblar asosida xulosa chiqarish.

Bu jarayonlar o'qituvchining rahbarligida, lekin o'quvchining faol ishtirokida o'tadi. Natijada o'quvchi tajriba davomida faol fikrlaydi, savol beradi, kuzatadi va tahlil qiladi.

Tarbiyaviy ahamiyati.

Mexanika laboratoriya ishlari o'quvchilarni:

- aniqlik, diqqat, tartiblilik va mas'uliyat hissiga o'rgatadi;

- jamoadagi ishlash, fikr almashish, natijalarni taqqoslash ko'nikmalarini rivojlantiradi;

- ilmiy halollik va kuzatuvchanlik madaniyatini shakllantiradi.

Masalan, o'lchovlarni aniq bajarish, xatolikni hisobga olish, natijalarni solishtirish orqali talabalar “ilmiy tafakkur” va “dalil asosida fikr yuritish”ni o'rganadilar. Bu esa kelgusida nafaqat fizika, balki boshqa fanlarni o'rganishda ham katta yordam beradi.

Zamonaviy texnologiyalar yordamida mexanika laboratoriyalarini tashkil etish. So‘nggi yillarda ta’limda raqamli texnologiyalar jadal sur’atda rivojlanmoqda. Mexanika laboratoriya mashg‘ulotlarida ham zamonaviy multimedia vositalari va virtual laboratoriyalar keng joriy etilmoqda. Quyidagi texnologiyalar bu jarayonda samaradorlikni oshiradi:

PhET Interactive Simulations (Colorado University) — kuch, harakat, ish, energiya, tebranish va aylanish jarayonlarini 3D ko‘rinishda modellashtirish imkonini beradi.

Algodo dasturi — jismlarning to‘qnashuvi, harakat yo‘nalishi, ishqalanish va tortishish kuchlarini vizual tarzda ko‘rsatadi.

Tracker dasturi — haqiqiy videolardan foydalangan holda jismlarning tezlanish va traektoriyasini tahlil qiladi.

PowerPoint animatsiyalar — mexanik jarayonlarni tushuntirishda o‘qituvchiga vizual yordam beradi.

Bunday vositalar laboratoriya ishlarini ko‘rgazmali, xavfsiz va interfaol shaklda o‘tkazish imkonini beradi. Ayniqsa, texnik jihozlari cheklangan o‘quv muassasalarda virtual laboratoriyalar katta ahamiyat kasb etadi.

Nazariya va amaliyotning uyg‘unligi. Mexanika laboratoriya ishlari fizika kursining nazariy qismini amaliyot bilan bog‘lovchi asosiy ko‘prikdir. Masalan:

-Harakat qonunlarini o‘rganishda — kinematika tajribalari (tekis va tezlanish bilan amalga oshirilgan harakatlar);

-Kuch ta’sirini o‘rganishda — dinamika tajribalari (Nyuton qonunlari, tortishish kuchi, ishqalanish);

-Energiya o‘zgarishini o‘rganishda — mexanik energiya saqlanishi tajribalari qo‘llaniladi.

-Bu tajribalar orqali o‘quvchi o‘tilgan qonunlarni nafaqat tushunadi, balki ularning real hayotdagi namoyon bo‘lishini ko‘radi.

Laboratoriya ishlari orqali mustaqil fikrlashni rivojlantirish. Har bir laboratoriya ishi o‘z ichiga kichik ilmiy tadqiqot elementlarini oladi. O‘quvchi avvalo faraz qiladi, tajriba o‘tkazadi, kuzatadi, natijalarni solishtiradi va xulosa chiqaradi. Bu jarayon ilmiy tadqiqot metodikasining qisqartirilgan modeli hisoblanadi. Natijada o‘quvchilar: muammoni tahlil qilish, gipoteza ilgari surish, eksperimental yo‘l bilan isbotlash, natijani matematik tarzda ifodalash, xatolik manbalarini tahlil qilish kabi muhim ilmiy kompetensiyalarni egallaydilar.

Mexanika laboratoriya ishlarining ta’limdagi o‘rni quyidagi jihatlar bilan belgilanadi:

1. Nazariy bilimlarni amaliy tajriba bilan bog‘laydi, bu esa bilimning chuqurlashishiga olib keladi.
2. Texnik va eksperimental malakalarni shakllantiradi — o‘lchov, hisoblash, tahlil, grafik qurish.
3. Tarbiyaviy vazifani bajaradi — mas’uliyat, aniqlik, jamoaviy ishlash madaniyatini tarbiyalaydi.
4. Zamonaviy raqamli texnologiyalarni qo‘llash imkonini beradi, bu esa ta’lim sifatini oshiradi.
5. Ilmiy tafakkur va muhandislik dunyoqarashini rivojlantiradi, bu esa raqobatbardosh mutaxassislar tayyorlashning asosiy omilidir.
6. Shunday qilib, mexanika laboratoriya ishlarini to‘g‘ri tashkil etish — fizika fanini o‘qitish jarayonining eng muhim tarkibiy qismi bo‘lib, ta’limning samaradorligi, o‘quvchilarning qiziqishi va amaliy bilim darajasini sezilarli oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xolmatov T.X., Jo‘rayev A.M. “Umumiy fizika: Mexanika”, Toshkent: Fan nashriyoti, 2020.
2. Abdurahmonov M., Sobirov B. “Axborot texnologiyalari va ularning ta’limdagi roli”, Toshkent: TDPU, 2019.
3. Kozhamkulov B., Kadirova D. “Fizik tajribalarni kompyuter modellashtirish”, Almaty, 2020.
4. PhET Interactive Simulations. University of Colorado Boulder. <https://phet.colorado.edu/uz/> (2025 y. holatiga).

MUNDARIJA

YALPI YIG‘ILISH	5
BRIDGING THE GAP BETWEEN THEORY AND EXPERIMENT THROUGH MODELING , Utkir Uljayev, Shakhnoza Muminova, Fakhriddin Safarov, Abdulla Dursoatov, Erkin Yusupov, Bekhzodjon Abdurakhimov, Sherzod Reyimbayev	6
QUADRUPOLE TRANSITIONS IN MOLECULES FROM REAL-TIME TIMEDEPENDENT DENSITY FUNCTION THEORY , Anvar Khujakulov ¹ , Michele Guerrini ¹ , Carlo Andrea Rozzi ² , and Caterina Cocchi ¹	7
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA ILG‘OR PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISHNING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI , M. Kodirov ¹ , B. Xolmirzaev ¹ , E. Voxidov ²	8
ENGINEERING CARBON NANOSTRUCTURES: COMPUTATIONAL PATHWAYS TO SELECTIVE DESIGN , Umedjon Khalilov	10
DISSIPATIVE EFFECTS IN TWO-DIMENSIONAL MATERIALS , Erkin Alpomishev	11
CARBON NANOTUBE-MOLECULE RECTENNAS FOR OPTICAL-FREQUENCY ENERGY HARVESTING: A QUANTUM TRANSPORT STUDY , Golibjon Berdiyrov, Hicham Hamoudi	12
EXPERIMENTAL AND THEORETICAL RESEARCH OF PHOTONEUTRON REACTIONS IN THE 181Ta NUCLEUS , J. H. Khushvaktov ¹² , M. A. Demichev ¹ , D. L. Demin ¹ , S. A. Evseev ¹ , M. I. Gostkin ¹ , V. V. Kobets ¹ , D. V. Ponomarev ¹ , F. A. Rasulova ¹² , S. V. Rozov ¹ , E. T. Ruziev ^{2,3} , A. A. Solnyshkin ⁴ , T. N. Tran ^{4,5} , E. A. Yakushev ¹	13
QADIMGI QIMOR O‘YINLARI ASOSIDA ZAMONAVIY EHTIMOLLIK TUSHUNCHALARINI SHAKLLANTIRISH , Dिल्фуза Maxmudova, Bekzod Husanov	14
TABIIY PILLANI CHUVISH JARAYONIDA ELEKTROKIMYOVIY FAOLLASHGAN SUV BILAN ISHLOV BERISH VA UNING CHIQISH ISHIGA TA’SIRI , M. Davranova, A. Ulukmuradov, M. Fattaxov, B. Islamov	16
ADVANCING NEUTRON IMAGING IN UZBEKISTAN: FROM FACILITY DEVELOPMENT TO MULTIDISCIPLINARY APPLICATIONS , Bekhzodjon Abdurakhimov	18
SHO‘BA MAJLISI	
FIZIK, BIOLOGIK VA KIMYOVIY JARAYONLARNI KOMPYUTERDA MODELLASHTIRISH	19
INTERLAYER FORCE FIELD FOR THE ANISOTROPIC INTERACTION BETWEEN PLANAR ORGANIC MOLECULES AND TWO-DIMENSIONAL HEXAGONAL BORON NITRIDE , Tolibjon Abdurakhmonov, Oliver Kühn	20
TURLI ENERGIYALI PROTONLARNING PMMA FANTOMIDA BRAGG CHO‘QQISINI GEANT4 DASTURIDA MODELLASHTIRISH , Islombek Himmatov, Mirjalol Yusupov, Orifjon Mamatqulov, Bobosher Bahriddinov, Zohidjon Umarov	22
ANALYSIS OF QUASINORMAL MODES OF BLACK HOLES , Bobur Turimov, Shavkat Karshiboev, Shuhrat Hayitov	24
GLOBULAR CLUSTER SYSTEMS IN DWARF GALAXIES AND THEIR RELATION TO HALO MASS , K. Tillaboev, I. Tadjibaev	26
INFLUENCE OF THE POROUS STRUCTURE OF AMORPHOUS SILICON DIOXIDE (a-SiO₂) ON HYDROGEN STORAGE EFFICIENCY , Sh.B. Izzatullayeva, A.Ch. Dursoatov, U.B. Uljayev	28
CHANGE OF THE ELECTRONIC PROPERTIES OF DWNT UPON BORON DOPING , Sh. Muminova, I. Yadgarov, U. Eshdavlatova, U. Uljayev	29
ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МИГРАЦИЮ ЭКЗОАТОМА НИКЕЛЯ ПО ПОВЕРХНОСТИ ФУЛЛЕРЕНА C60 , Х.И. Жабборов, И.Д. Ядгаров	30

KREMNIY TAGLIKLAR ORASIGA O‘RNATILGAN UNT LARNING MEXANIK TEBRANISHLARINI MD USULIDA MODELLASHTIRISH, Navruz Zoirov, Danila Alyabev, Ikrom Urolov	32
ANISOTROPY OF EFFECTIVE ELASTIC CONSTANTS IN GALLIUM ARSENIDE CRYSTALS, I. Toshpulatov, V. Avdiyevich	33
EFFECT OF Ni MODIFICATION ON HYDROGEN ADSORPTION IN CARBON NANOTUBES: AN MD STUDY, J. Kodirov, E. Yusupov, F. Safarov, Sh. Buzrikov, U. Uljayev	35
ENHANCEMENT OF HYDROGEN PHYSISORPTION IN LOHC SYSTEMS DOPED WITH C60 FULLERENE, G. Rakhimova, U. Uljayev	36
40 KEV ENERGIYALI FE IONLARINING SI DAGI IMPLANTATSIYA PROFILLARINI SRIM VA TCAD YONDASHUVLARI ASOSIDA MATEMATIK MODELLASHTIRISH, Amin Mallayev	37
NUMERICAL AND EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF CYCLONE SEPARATOR GEOMETRY WITH TANGENTIAL INLET ON SEPARATION EFFICIENCY, A. Adilova, A. Dursoatov, A. Kurbanov, U. Uljayev	40
MOLEKULAR DINAMIKA USULI ORQALI CuPd NANOZARRALARINING ERISH XUSUSIYATINI O‘RGANISH, M. Mengniyozova, M. Choriyeva, F. Safarov	41
AMORF SiO₂ NANOZARRALARINING VAKUUMDAGI DIMERLANISH DINAMIKASI, M. Choriyeva, M. Mengniyozova, F. Safarov	43
GLITSINNING KOMBINATSION SOCHILISH SPEKTRLARI VA KVANTO- KIMYOVIY HISOBLASHLAR, M. Xolmatova, A. Dursoatov, B. Primkulov	45
L-SISTEIN-ETANOL MOLEKULAR KOMPLEKSIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI, E.X. Yusupov, B.H. Xo‘janazarov	46
GLITSIN-METAN KISLOTA KOMPLEKSIDA ELEKTRON TUZILISH VA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI, A. Yo‘ldoshev, Sh. Omonova	47
ДЕФЕКТНЫЙ ГРАФЕН КАК ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПЛАТФОРМА ДЛЯ УСИЛЕНИЯ ФИЗИКОРБЦИИ ВОДОРОДА, А. Каршиева, У. Улжаев	48
GLITSIN-SUV KOMPLEKSINING ELEKTRON TUZILISH VA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI, A. Yo‘ldoshev, A. Xoliyorova	49
ATOMISTIC MECHANISMS OF LASER-INDUCED DECOMPOSITION OF KAPTON POLYIMIDE FOR GRAPHENE NUCLEATION, Tursunpulat Juraboev, Dilobar Shunqorova, Umedjon Khalilov	50
GLITSINDAGI NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI, D. Jumayeva, R. Murataliyeva, A.Ch. Dursoatov	51
EFFECT OF ENDOHEDRAL DOPING ON HYDROGEN ADSORPTION AND ELECTRONIC STRUCTURE IN SWCNT(8,0) SYSTEMS, R. Khurramov, Z. Hamdamova, U. Uljayev	53
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОРЕГРЕССИВНОГО МЕТОДА ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ НЕПРЕРЫВНЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПОЛЕЙ, Мафтуна Абдихалилова, Юлдуз Юсупова	54
СРАВНЕНИЕ ФАЗОВЫХ ЭКРАНОВ СГЕНЕРИРОВАННЫХ ПО СПЕКТРАМ КОЛМОГОРОВА И ФОН КАРМАНА, Муратбаева Тумарис	56
3-ETILPIRIDIN MOLEKULASINING RAMAN SPEKTRAL XARAKTERISTIKALARINI NAZARIY TADQIQ ETISH, Dilafruz Xudoyberdiyeva	58
L-TIROZIN MOLEKULASIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANTO-KIMYOVIY TAHLILI, Y. Rustamov, A. Dursoatov, B. Primkulov	59

SCALAR GLUEBALL FIELD EXCITATIONS IN THE FLRW UNIVERSE WITHIN THE QCD INSTANTON LIQUID MODEL , Mamatjon Khudayberdiev	60
MOLECULAR DYNAMICS STUDY OF GAS ADSORPTION IN BORON–NITROGEN FUNCTIONALIZED STRUCTURES COF-5 (BN-COF-5) , A.I. Urolov, A. Dursoatov, E.X. Yusupov, U.B. Uljayev	63
Si(Li) va Si(Ni) ASOSIDAGI YARIMO‘TKAZGICH DETEKTORLARINING ELEKTROFIZIK MODELLASHTIRISH , Ilhom Maripov, O‘tkir Davlatov, Elchinbek Bo‘riyev, Muxlisa Ashurova	64
BENZOL-KSILOL ERITMALARIDA C60 FULLERENINING O‘ZARO TA’SIR ENERGIYASINI MD USULI BILAN TADQIQ ETISH , Sadriddin Choriyev, Shaxnozaxon Muminova	67
GROUND STATES FOR BLUME-EMERY-GRIFFITHS MODEL ON A CAYLEY TREE , U. Qayumov, A. Umirqulov	69
RAQOBATLASHUVCHI O‘ZARO TA’SIRLI POTTS MODEL , U. Qayumov, M. Ziyodullayeva	71
MAIN STATES FOR THE POTTS MODEL DEFINED ON A SIXTH-ORDER CAYLEY TREE , U. Qayumov, Z. Yoqubova	73
HIGH-PRESSURE MULTILAYER HYDROGEN ADSORPTION IN CARBON NANOSTRUCTURES , Kh. Begmurodova, N. Chorshanbaeva, U. Khalilov	75
ATMASFERA NAMLIGIDAN AVTONOM ICHIMLIK SUVI OLIHNING INNOVATSION AQLLI TIZIMI (SMART-AWG) , F. Almardonova, E. Yusupov	77
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ОБРАТНОЙ ЗАДАЧИ ДЛЯ РЕЛАКСАЦИОННЫХ УРАВНЕНИЙ КОНСОЛИДАЦИИ ОСАДКА , У.Ж.Сайдуллаев, М.Х.Курбонназарова, У.Ж.Улашев	79
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И КОМПЬЮТЕРНАЯ СИМУЛЯЦИЯ ПРОЦЕССА ФИЛЬТРОВАНИЯ СУСПЕНЗИЙ С ОБРАЗОВАНИЕМ УПРУГО-ПЛАСТИЧЕСКОГО СЛОЯ , У.Ж.Сайдуллаев, М.Х.Курбонназарова, У.Ж.Улашев	81
ENHANCEMENT OF HYDROGEN PHYSISORPTION IN DEFECTIVE GRAPHENE , Z. Hamdamova, R. Khurramov, U. Uljayev	83
Ni-COF-5 DA GAZ ADSORTSIYASI: MOLEKULAR DINAMIKA SIMULYATSIYASI , A. Dursoatov, U. Uljayev	84
STUDY OF THE ELECTRONIC STRUCTURE AND CHEMICAL COMPOSITION OF CARBON NANOTUBES MODIFIED WITH Pt AND Pd , Sh.Sh. Ochilov, M.E. Toshmamatova, Sh. A. Muminova	85
HYDROGEN ADSORPTION IN C60 FUNCTIONALIZED LOHC , R. Kholmatova, U. Uljayev	86
ENHANCING FUEL CELL EFFICIENCY: A FIRST-PRINCIPLES STUDY OF PT-DECORATED CARBON NANOTUBES , Sh.Sh. Ochilov, M.E. Toshmamatova, Sh.A. Muminova	87
INFLUENCE OF BORON CONCENTRATION ON DWNT HEAT CONDUCTIVITY , Sh.A. Muminova, U.O Kutliyev, G.Q. Khujamova, U.B. Uljayev	88
TURLI TAGLIKLAR YORDAMIDA METAL NANOSTRUKTURALARINING MORFOLOGIYASINI BOSHQARISH , Sh. Mirzabadalov, F. Safarov	89
GLITSIN — ATSETONITRIL MOLEKULAR KOMPLEKSIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI , Z. Begmatov, A. Dursoatov, O‘. O‘ljayev	91
GLITSIN — SUV KOMPLEKSIDA NOKOVALENT O‘ZARO TA’SIRLARNING KVANT-KIMYOVIY TAHLILI , H. Sanayeva, U. Abdurashidov, I. Isoqov, A. Dursoatov,	93

H. Botirov	
CHUMOLI KISLOTANING IK SPEKTRI ASOSIDA MOLEKULYAR TUZILISHINI TAHLILI, E. Yusupov, F. Muhammadiyev	94
BOR BILAN MODIFIKATSIYALANGAN UGLEROD NANOTRUBKALARINING ELEKTRON XOSSALARI, Murodbek Meliqulov	95
AZOT ATOMLARI KIRITILGAN IKKI QAVATLI UGLERODLI NANOTRUBKANING ELEKTR XUSUSIYATLARINI HARORATGA BOG‘LIQLIGINI O‘RGANISH, Zokir Eshmamatov	96
PEROVSKIT STRUKTURALI QUYOSH ELEMENTLARINING EFRERGETIK SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA KVANT NUQTALARINING ROLI, K. Pardayeva, M. Bozorova	97
METILBENZOL VA SUV MOLEKULASI O‘RTASIDAGI O‘ZARO TA’SIRLAR TAHLILI, Z. Mirzayev, A. Dursoatov, A. Yo‘ldoshev	99
GRAFEN SIRTIDA $C_{20} + C_n$ ($1 < n \leq 5$) UGLEROD KLASTERLARINING TURLI XIL KONFIGURATSIYALARDA ADSORBSIYASI, Sh. Aminov, I. Yadgarov	100
SHO‘BA MAJLISI	
MATERIALSHUNOSLIK VA YANGI MATERIALLAR TEXNOLOGIYALARI	102
NONLINEAR OPTICAL ABSORPTION OF THIN FILMS CONTAINING CuGaS₂ NANOCRYSTALS, Y. Buriyev, A. Turg‘unboyev, Sh. AbdulazizovaSh, B. Reyimbayev	103
AKSIYAL DAMLASH GEOMETRIYASINING LAZER SAMARADORLIGIGA TA’SIRI, S. Habibulloyeva, Q. Tog‘ayeva, Sh. Boymirov, Sh. Reyimbayev, E. Yusupov	105
SBT VA DBT-5 BO‘YOQLARNING TURLI ERITUVCHILARDAGI SPEKTRAL VA FOTOKIMYOVIY XOSSALARI, H. Sanayeva	107
SBT VA DBT-5 BO‘YOQLARNING SUVLI ERITMALARDAGI SPEKTRAL XOSSALARI, R. Boboqulova	108
GRAFEN SINTEZIDA LAZER PARAMETRLARINI NEYRON TARMOQLARI ORQALI BASHORAT QILISH, A. Normurodova	109
NONLINEAR OPTICAL ABSORPTION OF THIN FILMS CONTAINING AgInS₂ NANOCRYSTALS, Y. Buriyev, Sh. Reyimbayev, D. Shaydullayeva, M. Abdusalomov, Sh. Kamalov	111
DESIGN AND ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SHIELDING PERFORMANCE OF SANDWICH-STRUCTURED THERMOPLASTIC POLYMER COMPOSITES BASED ON PEI/PET WITH HYBRID FUNCTIONAL FILLERS, E.O. Khakberdiev, N.Z. Dusiyorov, Q.N. Berdinazarov	113
TABIIY PAXTA TOLALARINING RAMAN SPEKTROSKOPIYA ASOSIDA STRUKTURAVIY TAHLILI, J. Hamdamov	115
KOBALT BILAN LEGIRLANGAN KREMNIYDA STRUKTURAVIY O‘ZGARISHLARNI RAMAN SPEKTROSKOPIYA USULI YORDAMIDA TADQIQ ETISH, Shohruh Sayfulloyev, Shohida Xudoyberganova	117
Nd³⁺/Tm³⁺:Fe₃O₄ NANOZARRACHALARINING KRISTALL STRUKTURASINI RENTGEN DIFRAKSIYASI USULI YORDAMIDA O‘RGANISH, Marjona Sayfullayeva, Erkinjon Yusupov, Bexzodjon Abduraximov	120
Pr³⁺ VA Er³⁺ IONLARI BILAN MODIFIKATSIYALANGAN MAGNETIT NANOKRISTALLARINING STRUKTURAVIY TAHLILI, Mavluda Sodiqova, Erkinjon Yusupov, Bexzodjon Abduraximov	121
NEYTRON TOMOGRAFIYASI USULI YORDAMIDA GETEROGEN KVARTSIT TOG‘ JINSI NAMUNALARINING ICHKI TUZILISHINI O‘RGANISH, Muxlisa Toshboboyeva	122

RENTGEN VA NEYTRON DIFRAKSIYASI USULLARI YORDAMIDA Nd³⁺/Tm³⁺:Fe₃O₄ NANOZARRACHALARINI O‘RGANISH , Marjona Sayfullayeva, Bexzodjon Abduraximov, Erkinjon Yusupov	124
PM6 DONOR VA L8-BO AKSEPTOR ASOSIDAGI YUPQA QATLAMLARNING OPTIK XOSSALARINI TADQIQ QILISH , A. Saidqulova, A. Saparbayev	125
TITAN DIOKSIDI NANORODLARINI GIDROTERMAL USULDA SINTEZ QILISH HAMDA ULARNING MORFOLOGIK VA KRISTALLOGRAFIK XARAKTERISTIKALARINI TADQIQ QILISH , B. Sobirova, Sh. Urolov	128
SIRT PASSIVATSIYASI VA TERMAL QIZDIRISH ORQALI CsPbLBr PEROVSKIT QATLAMLARINING KRISTALL TUZILISHINI OPTIMALLASHTIRISH , N. Otaqulova, A. Saparbayev	130
BAK AKKUMULYATORIDAGI SUVNING ISISH DINAMIKASINI LOYIHALASHTIRISH , O. C. Рузиев, X.Isayev, M.A. Fattaxov	133
TIKUV BUYUMLARI ISHLAB CHIQRISHDA YELIMLI QOTIRMA MATERIALLARDAN FOYDALANISHNING YANGI USULLARI VA YONDASHUVLARI , N.G‘. Fayzullayeva, M.SH. Davranova, M.A.Tursunova, A.N. Ulukmuradov, B.X. Islamov	136
KO‘P KOMPLEMENTLI BINAR YARIMO‘TKAZGICHLI NANOPLYONKALARINING FIZIK XOSSALARI , A. Abduvayitov, G. Isayeva, J. Jumayev	138
SUN‘IY INTELLEKT ASOSIDA AKUSTOOPTIK MODULYATORLARNING ISH JARAYONINI OPTIMALLASHTIRISH , Moxinur Elboyeva	139
YARIMO‘TKAZGICHLI DETEKTORLAR UCHUN KREMNIY SIRTINING ELEKTROFIZIK XUSUSIYATLARI , O‘tkir Davlatov, Ilhom Maripov, Bekmurod To‘xtayev, Benazir Qarshiboyeva	141
NONLINEAR OPTICAL ABSORPTION OF THIN FILMS CONTAINING CuGaS₂ NANOCRYSTALS , Y. Buriyev, A. Turg‘unboyev, Sh. Abdulazizova, Sh. Reyimbayev	143
RESONANCE-INDUCED ENHANCEMENT OF HIGH-ORDER HARMONICS IN LANTHANIDE PLASMAS , Sevara Bazarova, Nigora Qobulova, Sherzod Reyimbayev, Rashid Ganeev	145
POLIMER MATERIALLARNING REOLOGIK XOSSALARINI VISKOZIMETRIK VA REBENDR USULI ASOSIDA ANIQLASHNI O‘RGANISH , A. Yo‘ldoshev, A. O‘taganov	147
CR⁴⁺:YAG VA REZONATOR ICHIDAGI IKKINCHI GARMONIKA GENERATSIYASI YORDAMIDA IMPULSLI ND:YAG LAZERIDA KOMBINATSIYALASHGAN MODALAR SINXRONLASHUVI , A.B Yunusova, Sh. B. Reyimbayev	149
NUMERICAL MODERLING OF ELECTROMAGNETIC FIELD DISTRIBUTION IN CONDUCTIVE BIOLOGICAL MEDIA , S. Kambarov	151
Na-KARBOKSIMETILSELLYULOZA ERITMALARIDA TEZLIK GRADIENTI VA SILJISH KUCHLANISHI ORASIDAGI BOG‘LANISH TAHLILI , A. Yo‘ldoshev, Sh. Axmadova, S. O‘rozaliyeva	153
Cs⁺ IONLARI IMPLANTATSIYASI TA‘SIRIDA Si YUZASINING ELEKTRON TUZILMASI VA ENERGETIK XOSSALARINING O‘ZGARISHI , S.B. Donayev, B.D. Donayev, R.S. Mirzayeva	155
In IONLARI IMPLANTATSIYASI NATIJASIDA GaP(111) YUZASIDA HOSIL BO‘LGAN GalnP NANOSTRUKTURALARINING ELEKTRON TUZILMASI VA TARKIBIY O‘ZGARISHLARI , Donayev S.B., Donayev B.D., Mirzayeva R.S.	157

PAST ENERGIYALI ELEKTRON BOMBARDIMONI VA TERMIK ISHLOV TA’SIRIDA GaP(100) YUZASINING STRUKTURAVIY VA TARKIBIY O’ZGARISHLARI , Donayev S.B., Donayev B.D., Mirzayeva R.S.	159
n-TIPLI MONOKRISTALL KREMNIYGA DIFFUZIYA YO’LI BILAN KIRITILGAN TEMIRNING TUZILMAVIY HOLATI VA Fe–Si FAZALARINING RAMAN SPEKTROSKOPIYASI ASOSIDA TAHLILI , Amin Mallayev, Shohruh Sayfulloyev, Shohida Xudoyberganova	161
СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ШЕЛКОВОГО ВОЛОКНА ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТОДОМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ , М. Давранова, А. Улукмурадов, М. Фаттахов, Б. Исламов	163
PARAMETRIC XUV RADIATION GENERATION IN GADOLINIUM PLASMA , Q.U. Tog’ayeva, Sh. T. Boymirov, Sh. B. Reyimbayev, R. A. Ganeev	165
BNCT (BORON NEUTRON CAPTURE THERAPY) TEXNOLOGIYASI , A. Sa’dullayeva, N. Turobxodjiyeva, U. O’ngarova, H. Tursinboyeva	167
PAXTA TERISH MASHINASI OPERATORGA TA’SIR QILUVCHI TEBRANISHNI BAHOLASH VA UNI KAMAYTIRISH USULLARI , Saydazim Kubayev	169
YARIMO’TKAZGICHLI DATCHIKLAR ASOSIDAGI CHIQINDI TO’PLASH TIZIMLARIDA ENERGIYA TEJAMKORLIGI , B.A. Yuldoshov, X.A. Shaymanov	171
KRIJOVNIK NAVLARI TUPLARINING O’SISH KO’RSATKICHLARINI ANIQLASH , Jamshidbek Tursunov	173
ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРУКТУРЫ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ КАРБОНИЗАЦИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ БИОПОЛИМЕРОВ , Шаимов Э. Дж., Абдуллозода Н. М., Шобудинов Д., Кадыров Р. Т.	176
NIKEL-RUX FERRITIDA MAGNIT KIRITUVCHANLIK TAHLILI , S. Saidova, A. Dursoatov, A. Yo’ldoshev	179
C70/KSILOL VA LLDPE/C70/KSILOL ERITMALARINING OPTIK XUSUSIYATLARI , U. Maxmanov, E. Tursunqulov	180
NUMERICAL STUDY OF ULTRASHORT PULSE GENERATION IN AN ND:YAG LASER BASED ON THE FLUCTUATION MECHANISM , M. Kushokova, Sh.B. Reyimbayev	182
BARQAROR RIVOJLANISH MAQSADLARINI AMALGA OSHIRISHDA YARIMO’TKAZGICHLI ENERGIYA QURILMALARINI TADQIQ ETISH: SHARH VA YANGI YONDASHUVLAR , B. Yuldoshov, A. Zayniddinov	184
FeFe₂O₄ NANOZARRALARI ASOSIDA FERROSUYUQLIKLARNING MAGNIT XOSSALARINI XONA TEMPERATURASIDA O’RGANISH , O.Q. Quvondiqov, U.E. Nurimov, R.D. Berdiyev	186
DENOV TUMANI SHAROITIDA BUG’DOY NAVLARINING TEXNOLOGIK KO’RSATKICHLARINI O’RGANISH , Mehroj Xolmatov, Akmal Shukurov	188
STABILITY AND VIBRATION CHARACTERISTICS OF THIN-WALLED CYLINDRICAL SHELLS UNDER COMBINED LOADING , S.Sh. Ulugberdiyev, H.H. Haydarov, J.Sh. Jabborov	191
GAZOBLOKDAN BAJARILGAN TASHQI DEVORNING ISSIQLIK UZATISHGA QARSHILIGINI VA ISSIQLIK IZOLYATSIYA QATLAMI QALINLIGINI HISOBLASH (SURXONDARYO VILOYATI IQLIMI MISOLIDA) , A.S. Qurbonov, Y.D. Ollomurodov, Begzod.Sh. Aslanov, S. E. Mardonov	192
БИНОЛАРНИНГ ЕР ОСТИ ҚИСМЛАРИНИ КУЧАЙТИРИЛГАН ГИДРОИЗОЛЯЦИЯ ҚОПЛАМАЛАРИ БИЛАН ҲИМОЯ ҚИЛИШ , Э. С. Тулаков, С. А. Абдуллаева	195

YENGIL KONSTRUKSIYALI TURAR-JOY BINOLARINING QURILISH ISTIQBOLLARI (O‘ZBEKISTON MISOLIDA), A.S.Qurbonov, B.O. Bobokulov, J.A. Ravshanov	198
BINOLAR QURILISHIDA “SEN-DVICH” DEVORLARNING QO‘LLANILISHI, A.S. Qurbonov, A.S. Ismoilov, H.D. Avlayev	200
BOBOTOG‘ MILLIY TABIAT BOG‘INING YUKSAK O‘SIMLIKLAR SISTEMATIKASI VA BALANDLIK MINTAQALAR BO‘YLAB TARQALISHI, Sherzod Mardonov, Fotima Ibragimova, Komila Bozorova	203
MAYDONLI TRANZISTORLAR, Asliddin Bolliyeu, Doston Yoqubov, Fayzulla Ergashov, Xolida Boronova	205
YEM-XASHAK EKNLARI ZARARKUNANDALARI VA ULARGA QARSHI KURASH CHORALARI, A. Mammadiyev, D. Shodiqulova	206
LOVIYA O‘SIMLIGINING BOTANIK BELGILARI, M.K.Hamroyeva, N.Chariyeva, H.T. Toshpo‘latova, X.A.Xoliqova, A.Abduraximov	208
LOVIYA O‘SIMLIGINING BIOLOGIYASI, M.K.Hamroyeva, N.Chariyeva, H.T. Toshpo‘latova, X.A.Xoliqova, M.Allaberdiyeva	210
GANODERMA RESINACEUM VA POLYPORUS SQUAMOSUS TURLARINING EKOLOGIK VA BIOTEXNOLOGIK SOLISHTIRMA TAHLILI, Boboxonov Muzaffar, Musurmonova Nilufar	213
TARKIBIDA LANTAN SAQLAGAN FTALOSIANIN BO‘YOQ MODDASINING SINTEZI, D. Shukurov, Sh. Eshmurodov, Z. Saidova	215
GRAFEN OKSIDINING ANTIKARROZION QOPLAMA MATERIALLAR OLISHDAGI AHAMIYATI, D. Shukurov, R.Elboyev, S.Mamatova, Sh. Fayziyeva	217
SYRINGA VULGARIS L. NING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI, D. Sodiqova, M. Xoliqulova	219
MAXSAR (Carthamus tinctorius L) O‘SIMLIGI VA UNING AMALIY AHAMIYATI, M. Xalmuratov, E. Anorova	221
PAVLOVNIYA O‘SIMLIGINING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI, D. Sodiqova, Sh. Xo‘jamurodova	223
CAPPARIS SPINOSA L. O‘SIMLIGINING FOYDALI XUSUSIYATLARI, D. Sodiqova, S. Xusanova	225
CISTANCHE O‘SIMLIGINING FITOMORFOLOGIK TAVSIFI, U.O. G‘apurova, M.P. Xondjonova	227
Co/SiO₂/n-Si GIBRID STRUKTURALARI I-V XARAKTERISTIKALARINING TAHLILI, E. U. Arzikulov, R. M. Usanov, M.B. Jovliyeu	229
ЛЕЧЕБНЫЕ И БОТАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЯТЫ, М. Халмуратов, С. Сапарбаева, Ш. Имомова	230
MEVALI DARAXTLAR ZARARKUNANDALARI VA ULARGA QARSHI KURASH USULLARI, A. Mammadiyev, L. Ashurova	234
SURXONDARYO HUDUDIDAGI ALLIUM L. TURKUMI TURLARINING AREALLARINI O‘RGANISH, Ro‘zimuhammad Nurmatov, Robiya Nizamova	236
BOBOTOG‘ HUDUDIDA UCHRAYDIGAN DORIVOR O‘SIMLIKLAR VA ULARNING BIOEKOLOGIYASINI O‘RGANISHNING AHAMIYATI, Ro‘zimuhammad Nurmatov, Muxlisa Nurmamatova	238
BOYSUN CHO‘LBAIR TOG‘LARI HUDUDI O‘SIMLIK QOPLAMINING ASOSIY TAKSONOMIK BIRLIKLARI, M. Xalmuratov, N. Boymirova	240
BOBOTOG‘ HUDUDIDAGI PISTACIA VERA O‘SIMLIGINING BIOEKOLOGIYASI, Ro‘zimuhammad Nurmatov, Adiba Normurodova	242

SURXONDARYO VILOYATIDA TARQALGAN RANODOSHLAR OILASI VAKILLARIDAN XALQ XOJALIGIDA FOYDALANISH AHAMIYATI, Mengboy Xalmuratov, Nasrullo Nazarov	244
SURXONDARYO HUDUDIDA MUHOFAZA QILINADIGAN NOYOB VA ENDEM O‘SIMLIKLARNING BIOEKOLOGIYASI, Ro‘zimuhammad Nurmatov, Nilufar Tojiyeva	246
DONLI EKNLAR ZARARKUNANDALARINING BIOLOGIK XUSUSIYATLARI, Shaxlo Tojimuratova	249
QUYOSH KONSENTRATORI ASOSIDA BIOMASSA VA PLASTIK CHIQINDILARDAN UGLERODLI MATERIALLAR Olish, A. Jumanazarova, O‘. O‘ljayev	251
BOYIMODARON (ACHILLEA MILLEFOLIUM L.) O‘SIMLIGINING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI, D. Sodiqova, M. Yaxshiboyeva	253
DORIVOR O‘SIMLIKLARDA UCHRAYDIGAN KASALLIKLARGA QARSHI KURASHDA BIOTEXNOLOGIK USULLARDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI, Zebiniso Soatmurodova	254
DENOV TUMANI SHAROITIDA AHOLINING ASKARIDOZ VA ENTEROBIOZ KASALLIKLARI BILAN KASALLANISH HOLATLARINI O‘RGANISH, S. Hakimova, S. Mirzoqulov	256
ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА НА РАСТЕНИЯ, З. Мамурова, И. Жайлово	258
ОЛИЙ ТАЪЛИМ ТИЗИМИДА ФИЗИКА ФАНИНИ ЎҚИТИШДАГИ МУХИМ МУАММОЛАР, Ч. Шайманов, Х. Қиличов	260
MEVALARNI QURITISH JARAYONIDA INFRAQIZIL NURLARNING TA‘SIRI, Yusuf Yuldashev, Risolatxon Xolxo‘jayeva, Barnoxon Abdullayeva	262
SOYA O‘SIMLIGI BIOLOGIYASINING TAVSIFI, M.K. Hamroyeva, D.H. Omonova, X.A. Xoliqova, X.A. Maxmanazarova	264
BOYSUN TOG‘ TIZMASI FLORASIDAGI KO‘P YILLIK O‘SIMLIKLARNING TAKSONOMIK TARKIBI VA TARQALISHINING XUSUSIYATLARI, A. Ergashev, M. Turdiyev	266
O‘SIMLIKLARNING FIZIOLOGIYASI, M.K. Hamroyeva, D.H. Omonova, X.A. Xoliqova, H.T. Toshpo‘latova	268
TRASNSPIRATSIYA INTENSIVLIGIGA TASHQI MUHIT OMILLARINING TA‘SIRI, M.K. Hamroyeva, D.H. Omonova, X.A. Xoliqova, H.T. Toshpo‘latova	270
RESPUBLIKAMIZDA SOYA DONINI YETISHTIRISH, M.K. Hamroyeva, D.H. Omonova, X.A. Xoliqova, H.T. Toshpo‘latova	272
SOYA O‘SIMLIGI BIOLOGIYASINING TAVSIFI, M.K.Hamroyeva, D.H.Omonova, X.A.Xoliqova, X.A.Maxmanazarova	273
BINOLARNI NAMLIKDAN HIMOYA QILISHDA BENTONIT GILLARINI QO‘LLASHNING SAMARADORLIGI, D.T. Inoyatov	275
ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОАКТИВИРОВАННЫХ СИСТЕМ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ПРОЦЕССА РАЗМОТКИ КОКОНОВ, М. А. Фаттахов, Б.Х. Исломов, М. Давронова	278
DENOV HUDUDIDA TARQALGAN SHILLIQURTLAR (GASTROPODA NUDA) FAUNASI, EKOLOGIYASI VA XO‘JALIK AHAMIYATI, O‘.Z. Hayitova, N.A. Mamanazarova	280
O‘SIMLIKLARNING FIZIOLOGIYASI, M.K.Hamroyeva, D.H.Omonova, X.A.Xoliqova, H.T.Toshpo‘latova	282
SARVNING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI VA URUG‘ UNUVCHANLIGINI O‘RGANISH, Abbos Anorov, Mingboy Xalmuratov	284

LAURUS NOBILIS L. NING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI VA DENOV SHAROITIDA KO‘PAYTIRISH ISTIQBOLLARI , S. Hakimova, D. Mingziyoyeva	286
ULTRA BINAFSHA (UT) NURLARNING SABZAVOT EKINLARIGA TA’SIRI , Mahmasaid Xudayarov, Xafiza Xudoyorova, Mashxurbek Erkinov	288
TUPROQ HARORATINING O‘SIMLIKLAR HOSILDORLIGIGA TA’SIRI , Mahmasaid Xudayarov, Xafiza Xudoyorova, Moxlaroyim Maxamatyakubova	290
ИЗУЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА ГЛУБОКИХ ЦЕНТРОВ СВЕТОДИОДОВ В ПРОЦЕССЕ ДЕГРАДАЦИИ , Ж.С.Абдуллаев, Э.В.Бакиров	292
KIVI MEVASINI FOYDALI XUSUSIYATLARI , Sherzod Mardonov, Shoxruxmirzo Donayev	294
KUNJUTNI YETISHTIRISH TEXNOLOGIYASI (O‘ZBEKISTON SHAROITIDA) , Nazokat Chariyeva, Elbek O‘rolov	296
UZUN TUMANI XUDUDIDA YETISHTIRILADIGAN GURUCH NAVLARI VA ULARNING MAVSUMIY ZARARKUNANDALARI , Nigina Xabibullayeva, Akmal Shukurov	298
QUMQO‘RG‘ON SUV OMBORIDA SAZAN (CYPRINUS CARPIO) NING BIOLOGIK XUSUSIYATLARI VA XO‘JALIK AHAMIYATI , Osuda Xolmo‘minova, Akmal Shukurov	299
HOVUZ SHAROITIDA BALIQ CHAVOQLARINI YETISHTIRISH TEXNOLOGIYASI VA SAMARADORLIGI , Marjona Xamdamaeva, Akmal Shukurov	300
ZAYTUN (OLEA EUROPAEA L.) NING SHIFOBAXSH XUSUSIYATLARI , Ashurgul Bozorova	301
SHO‘BA MAJLISI	
UZLUKSIZ TA‘LIM TIZIMIDA ANIQ VA TABIIY FANLARNI O‘QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI	302
МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ОБУЧЕНИЮ КОРПУСКУЛЯРНО-ВОЛНОВОМУ ДУАЛИЗМУ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ , К. Саттаркулов, В. Нейматов	303
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВИТИЯ СТАТИСТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ В ЦИФРОВОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ , Д. Сапарбаева	305
AKADEMIK LITSEYLAR FIZIKA KURSINING KVANT FIZIKASI BO‘LIMIDA “FOTOEFFEKT VA KOMPTON EFFEKTI” MAVZULARINI O‘QITISH METODIKASI , Gulom Samatov, Olmosbek Hamidov	308
AKADEMIK LITSEYLARDA ATOM FIZIKASI BO‘LIMINI ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA O‘QITISH , Gulom Samatov, Matlyuba Kosimova	310
EKOLOGIK BARQARORLIKNING FIZIK ASOSLARI VA ATROF MUHITNI SAQLASHDAGI ROLI , Sardor Saydaliyev	312
UZLUKSIZ TA‘LIMDA KREATIV VA TANQIDIY FIKRLASHNI RIVOJLANTIRISHNING INNOVATSION METODLARI , Muxabbat Miryusupova	314
METHODOLOGY OF MATHEMATICAL MODELING IN SOLVING PROBLEMS OF MOLECULAR PHYSICS , Farkhod Juraev	316
UZLUKSIZ TA‘LIM TIZIMIDA ANIQ VA TABIIY FANLARNI INTEGRATIV YONDASHUV ASOSIDA O‘QITISH , Ziyoda Urinbayeva	318
AKADEMIK LITSEYLARDA FIZIKA KURSIDA MIKROZARRALAR HAQIDAGI BILIMLARNI SHAKLLANTIRISH VA RIVOJLANTIRISH , Komil Sattarkulov, Rustam Elmuratov	321
STRATEGIK BOSHQARUVDA LIDERLIK VA BOSHQARUV KOMPETENSIYASINING O‘ZARO BOG‘LIQLIGI , Jamshid Raximjonov	323

FIZIKA FANINI O‘QITISHDA KENGAYTIRILGAN BORLIQ (AGUMENTED REALITY) TEXNOLOGIYASINING AHAMIYATI , Kamola Jalolova	325
FIZIKA TA’LIMIDA PHET INTERAKTIV SIMULYATSIYALARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI , Sh. Zamonova, R. Ravshanova, S. Turdiqulova	327
FIZIKANI O‘QITISHDA INNOVATSION USULLAR: GAMIFIKATSIYA VA AR/VR TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH , Nigora Raxmonberdiyeva, Durdona Abdusalomova	329
ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARNI FIZIKA TA’LIMIDA KONTEKSTLI YONDASHUV ORQALI QO‘LLASH , Akmal Aliboyev	331
INFRAQIZIL SPEKTROMETRNING ISHLASH TAMOIYILLARINI MUAMMOLI O‘QITISH TEXNOLOGIYASI ASOSIDA O‘RGATISH METODIKASI , Akbar Abdinazarov, Zulayho G‘ulomjonova	333
IQ SPEKTRAL MA’LUMOTLARGA ASOSLANGAN KLASSIFIKATSIYA MASALALARINI YECHISHDA ASOSIY KOMPONENT TAHLILINI (PCA) QO‘LLASH METODIKASI , Akbar Abdinazarov, Gulasal Sulaymonova	335
IXTISOSLASHTIRILGAN MAKTABLARDA ODAM ANATOMIYASI VA FIZIOLOGIYASI FANIDAN LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI O‘TKAZISHDA INTERFAOL METODLARDAN FOYDALANISH , S. Xakimova, B. Jumayev	337
FIZIKA VA TEXNOLOGIYA FANLARIDA ENERGIYA TEJAMKOR QURILMALAR VA TIZIMLARNI O‘QITISHDA INTEGRATSIYALASHGUN YONDASHUV , Shuhrat Gadaymuratov, Erkinjon Voxidov	339
FIZIKA VA KIMYO FANLARARO INTEGRATSIYANI TASHKIL ETISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI , Ziyoda Axmedova	342
SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARI YORDAMIDA FIZIKA FANINI INDIVIDUAL O‘QITISH , Erkin Yusupov, Aziza Jumanazarova	344
PROFESSIONLA TALIM TIZIMIDA DAUL TALIM , G‘aybulla To‘xtayev	345
UZLUKSIZ TA’LIM TIZIMIDA TABIIY FANLARNI O‘QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI , Anor Raxmatullayeva	347
VIRTUAL SIMULYATSIYLAR (PHET, ALGODOO) YORDAMIDA O‘QUVCHILARNING TADQIQOTCHILIK KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISH , Sherzod Boymirov, O‘g‘iloy Mengliboyeva	349
INTERFAOL METODLARNING O‘QUVCHILAR BILIM Olishiga TA’SIR QILISH MEXANIZMLARI , Sherzod Boymirov, Islom Do‘stqobilov	351
FIZIK JARAYONLARNI VIZUALLASHTIRISHDA RAQAMLI MODELLASHTIRISHNING AN’ANAVIY LABORATORIYA ISHLARI BILAN INTEGRATSIYASI , Sh. Zamonova, N. Qobulova, S. Farmonova	353
TABIIY FANLAR YO‘NALISHIDA TA’LIMNING INNOVATSION USULLARINI JORIY ETISH METODIKASI , Baxtiyor Abdullayev	355
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA MEDIA TA’LIM ORQALI MUSTAQIL O‘QISH KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH , U.H. Omonqulova, S.O. Ergasheva	357
FIZIKANI O‘QITISHDA KOMPETENSIYAVIY YONDASHUVNING NAZARIY ASOSLARI VA AMALIY YECHIMLARI , Sh. Zamonova, J. Toshpo‘latov	359
UZLUKSIZ TA’LIM TIZIMIDA TABIIY FANLARNI O‘QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI , Muxlisa Shaymardanova, Bahora Rajabboyeva	361
ARXIMED QONUNI MAVZUSINI O‘RGANISHDA EVERISTIK METODDAN FOYDALANISH , Zamira Avulova, Zuhra Boltayeva, Charos Eshboyeva	362

GEOMETRIK OPTIKA BO‘LIMINI O‘QITISHDA INNOVATSION TEKNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH, Hasan Soatov, Madina Xaqnazarova, Zebo Ulasheva, Matluba Saydaliyeva	364
UZLUKSIZ TA‘LIM TIZIMIDA FIZIKA FANINI O‘QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI, Zohid Murtazayev, Matluba Saydaliyeva, Zebo Ulasheva, Madina Xaqnazarova	366
UZLUKSIZ TA‘LIM TIZIMIDA FIZIKA FANINI O‘QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI VA INNOVATSION DASTURLARDAN FOYDALANISH, Zohid Murtazayev, Jamila Yo‘ldosheva, Oadinabonu Shamsiyeva	369
GORIZANTAL BURCHAK OSTIDA OTILGAN JISM HARA KATINI O‘RGANISHDA EVERESTIK METODDAN FOYDALANISH, Zohid Murtazayev, Raufova Ruhshona, Ziyadullayeva Charos	371
O‘TKAZGICHLI KETMA-KET ULASH MAVZUSINI O‘QITISHNI MODELLASHTIRISH, Avulova Zamira, Eshmaxamatova Sarvara, Ne‘matullayeva Guzal	372
FIZIKADA MODELLASHTIRISHNING O‘RNI, Hasan Soatov	374
OZIQ-OVQAT TEKNOLOGIYALARI YO‘NALISHI TALABALARINING KASBIY KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISHDA FIZIKA FANI QONUNIYATLARIDAN FOYDALANISH, Yusuf Yuldashev, Ro‘zimurod Soqiboyev	376
TA‘LIM JARAYONIDA GENDER TENGLIK TAMOYILLARINI QO‘LLASH VA BAHOLASH, Dilafruz Xolmuminova	378
KATTA SONLAR QONUNI VA UNING AMALIY AHAMIYATI, A. Jovliyev, Q. Ergashev	379
EHTIMOLLAR NAZARIYASIDA KORRELYATSIYA VA REGRESSIYA BOG‘LANISHLARI, A. Jovliyev, G. Mamasaxatova	380
UZLUKSIZ TA‘LIM TIZIMIDA TABIIY FANLARNI O‘QITISHNING ZAMONAVIY METODLARI, Hasan Soatov, Rayhona Tolipova, Go‘zal Olimova	382
QATTIQ JISMLAR FIZIKASI KURSIDA INNOVATSION LABORATORIYA ISHLARINI LOYIHALASHNING METODOLOGIK ASOSLARI, U. Omonqulova, S. Allanazarova, Sh. Ikromiddinova	384
OLIY TA‘LIM MUASSASALARIDA INNOVATSION TA‘LIM MUHITINI SHAKLLANTIRISHDA PEDAGOGIK INNOVATSIYALARNING ROLI TO‘G‘RISIDA, Mumin Kadirov, Xayrillo Xaydarov	386
ALFA-ZARRALAR IZLARINI VILSON KAMERASI YORDAMIDA NAMOYISH ETISH METODIKASI, U. Omonqulova, Sh. Ikromiddinova	388
UMUMTA‘LIM MAKTABLARIDA FIZIKA VA KIMYO FANLARINI INTEGRATSIYALAB O‘QITISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI, Ziyoda Axmedova	390
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISHNING AFZALLIKLARI VA RAQAMLI PLATFORMANING O‘RNI, Mavluda Shukurova, Dilnavoz Kamalova	392
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA SUN‘IY INTELLEKT TEKNOLOGIYALARI YORDAMIDA FOYDALANISHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI, U. Omonqulova, S. Tojiboyeva	394
MUAMMOLI O‘QITISH METODIKASINING FIZIKANI O‘QITISHDAGI O‘RNI, Sherzod Boymirov, Muslima Boltayeva, Diyora Abdiolimova	396
YANGI PEDAGOGIK TEKNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH, D.E. Eraliyeva, H. Sodikova, A.A. Abduvayitov	398

NANOMATERIALLARNING ENERGETIKA SANOATIDA QO‘LLANILISHI VA SAMARADORLIGINI OSHIRISHDAGI ROLI , Sh.S. Zamonova, Z. Abraxmatova, Sh. Urolova	400
UMUMTALIM MAKTABLARDA MUAMMOLI O‘QITISH METODLARI ORQALI O‘QUVCHILARDA FIZIKAVIY IJODIY FIKRLASHINI RIVOJLANTIRISH , Sherzod Boymirov, Zulfiya Abduhakimova	402
MATEMATIKAGA OID QIZIQARLI MASALALAR , U. Qayumov, A. Saytniyozov	404
RAQAMLI TA‘LIM RESURLARI ASOSIDA FIZIKA FANIDAN MASALALAR YECHISH ORQALI O‘QUVCHILARNING KOGNITIV FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH , Feruza Eshmirzayeva, Erkinjon Yusupov	406
VIRTUAL LABORATORIYALAR ASOSIDA FIZIKA TAJRIBALARINI O‘QITISHDA BO‘LAJAK FIZIKLARNING KOGNITIV FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH , Zulayxo Ochilova	407
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA INNOVATSION PEDAGOGIK TEKNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH METODLARI , Voxidov Erkin Ruzimaxammadovich	409
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA SUN‘IY INTELLEKT VA ZAMONAVIY TEKNOLOGIYALAR IMKONIYATLARI , Voxidov Erkin Ruzimaxammadovich	411
CHEGARALANMAGAN STERJENDA ISSIQLIK TARQALISH MASALASINING QISQA YECHIMI , Xolboyev Sanjar, Norqobilova Dilshoda	413
ISSIQLIK ALMASHINUV JARAYONLARI , M. Shaymardonova	414
IKKI O‘LCHOVLI INTEGRALLARNI HISOBLASHDA INTEGRALLASH TARTIBINI ALMASHTIRISH , Xolboyev Sanjar, Hamidova Sevinch, Abdusalomov Azamat	416
TIBBIYOT ELEKTRONIKASIDA QO‘LLANILADIGAN ASOSIY FIZIK QONUNLAR , E. Turayev, Z. Abdusalomov	418
UMUMTALIM MAKTABLARIDA FIZIKANI O‘QITISHDA ILLYUSTRATSIYADAN FOYDALANISHNING O‘QUVCHILAR MOTIVATSIYASIGA TA‘SIRI , Mushtariy Allomberganova	420
UZLUKSIZ TA‘LIM TIZIMIDA ANIQ VA TABIIY FANLARNI O‘QITISHDA BARQAROR RIVOJLANISH KOMPETENSIYALARINI SHAKLLANTIRISHNING ZAMONAVIY METODLARI , Darmonova Adolat Bahodir qizi	422
VIRTUAL LABORATORIYALAR YORDAMIDA BOLAJAK FIZIKA O‘QITUVCHILARINING KOGNITIV FAOLIYATINI RIVOJLANTIRISH , E.X. Yusupov, A.Y. Normurodova	424
SURXONDARYO VILOYATI HUDUDIDA TARQALGAN ASTRAGALUS L TURKUM TURLARINING TARQALISHI , M. Ro‘ziyeva, S. Toshmirov	426
SURXONDARYO VILOYATI BOYSUN HUDUDIDA TARQALGAN COUSINIA CASS TURKUM TURLARINING TARQALISHI , M. Djuraqulov, S. Toshmirov	429
FIZIKA DARSLARIDA VIRTUAL LABORATORIYALARDAN FOYDALANISHNING AHAMIYATI , S. Boboqulova, S. Tovmatov, F. To‘raxonov	431
TA‘RIF YORDAMIDA 4-TARTIBLI DETERMINANTLARNI HISOBLASH , Eshtemirov Eshtemir, Abdurashidov Nuriddin, Tog‘ayev Turdimurod, O‘rozova Gulnora	433
PIFAGOR JUFTLAR SONI VA SINFI HAMDA EYLER UCHLIGI , Ibragimov Husniddin Hikmatovich, Hikmatova Shirin Husniddin qizi	435
COMPREHENSIVE MANAGEMENT OF STUDENTS’ LEARNING OUTCOMES IN BLENDED LEARNING USING DIGITAL TECHNOLOGIES , Raxmatilla Y. Mamajanov, Kamola R. Ashirova	437

CCD/CMOS SENSORLAR VA LAZER INTERFERENSIYASI ASOSIDA 3D RAQAMLI GOLOGRAFIK TASVIRLASH TIZIMINI YARATISH, Ibodullayev Diyorbek va Melikulova Go‘zal	439
TAQSIMOT PARAMETRLARINI STATISTIK BAHOLARI, T.A. Kenjayev, R.N. Ro‘zimova	441
MATEMATIK STATISTIKANING ASOSIY MASALALARI, T.A. Kenjayev, N.H. Mardonova	443
UMUMTA’LIM MAKTABLARIDA FIZIKA O’QITISHDA ROBOTOTEXNIKA ELEMENTLARINI INTEGRATSIYA QILISH METODIKASI, Fozil To‘raxonov, Gavhar Bobomurodova	445
TABIIY INTELLEKTLAR O’RTASIDA TA’LIMNI TASHKIL ETISHDA SUN’IY INTELLEKTNING O’RNI, Boymirov Sherzod Tuxtayevich	447
DETERMINANTNI LAPLAS TEOREMASI YORDAMIDA HISOBLASH, Eshtemirov Eshtemir, Abdurashidov Nuriddin, Tog‘ayev Turdimurod, O‘rozova Gulnora	449
IKKI KARRALI INTEGRALNING MEXANIKAVIY VA FIZIKAVIY TADBIQI, T.S. Oripov, O.G. Abdiraimov	451
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРЕПОДАВАНИЯ ФИЗИКИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ, Аминжан Мавлянов, Ж.С.Абдуллаев	454
МЕТОДИКА ПРЕПОДАВАНИЯ РАЗДЕЛА «ОПТИКА» В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА, А.В. Цой	456
QATTIQ JISM FIZIKASIDA YARIMO‘TKAZGICHLARNING ELEKTR O‘TKAZUVCHANLIGINI VIZUAL MODELLASHTIRISH METODIKASI, Shahlo Zamonova, Rozifa Raxmatullayeva	458
QATTIQ JISMLAR FIZIKASI KURSIDA YARIMO‘TKAZGICHLARNING ELEKTR VA OPTIK XOSSALARINI MODELLASHTIRISHNING ILMIY-METODIK ASOSLARI, Shahlo Zamonova, Kamola To‘rayeva	460
LOYIHAVIY FAOLIYATNI BOSHQARISHDA O’QITUVCHINING FUNKSIONAL ROLI, Lola Meliyeva	461
YADRO O‘LCHAMI VA ZICHLIGI, Muhammaddiyor Abdusalomov, Doston Yoqubov	463
QUYOSH PANELLARINING ISH SAMARADORLIGIGA ATROF-MUHIT HARORATINING TA’SIRI VA UNI KAMAYTIRISH YO‘LLARI, E.X. Yusupov, B. Dobilov	465
QUYOSH ELEMENTLARINING ENERGETIK SAMARADORLIGINI OSHIRISHNING FIZIK ASOSLARI, E.X. Yusupov, F.O. Xursanov	467
MATEMATIKA TA’LIMIDA MASALA YECHISH JARAYONI ORQALI O’QUVCHILARNING MANTIQUIY TAFAKKURINI RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY VA METODIK ASOSLARI, Mavjuda Sobirova, Xurshida Norova	468
GEOMETRIYA DARSLARIDA KICHIK GURUHLARDA ISHLASH METODI ORQALI O’QUVCHILARNING MANTIQUIY VA KREATIV FIKRLASHINI SHAKLLANTIRISH, Mavjuda Sobirova, Xurshida Norova	470
MATEMATIKA O’QITUVCHISINING KASBIY KOMPETENSIYASI DARAJALARI VA ULARNI RIVOJLANTIRISH MEXANIZMLARI, Mavjuda Sobirova, Mohinur Lutfilloyeva	472
ZAMONAVIY TA’LIM SHAROITIDA MATEMATIKA DARSLARIDA O’QUVCHILARNING KREATIV FIKRLASHINI SHAKLLANTIRISHNING PEDAGOGIK SHART-SHAROITLARI, Mavjuda Sobirova, Adiba Abdimo‘minova	474
AMORF JISMLARNING TUZILISHI VA ULARNING FIZIK XOSSALARI, Sherzod Boymirov, Nafisa Nomozova	476

ELEKTRON-KOVAK O‘TISHNING FIZIK XUSUSIYATLARI VA ULARNING ZAMONAVIY ELEKTRON QURILMALARDAGI ROLI, Sh. Zamonova, R. Toshpo‘latova	478
OLDINDAN ANIQLANGAN XUSUSIY HOSILALI DIFFERENSIAL TENGLAMALAR SISTEMASI: NAZARIYA, AMALIYOT VA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR, Shahriniso Abdisalomova	480
3D MODELLASHTIRISH ASOSIDA GEOMETRIYA DARSINI TASHKIL ETISH BOSQICHLARI VA KREATIVLIKNI RIVOJLANTIRISH IMKONIYATLARI, Mavjuda Sobirova, Ilxom Tursunov	482
EKOTARBIYANI ZAMONAVIY RAQAMLI VOSITALAR ORQALI TASHKIL ETISH, Norjonova Asaloy Anvar qizi	484
UMUMIY FIZIKA JARAYONLARNI KOMPYUTERDA MODELLASHTIRISH, Zamira Tursunmurodovna Avulova, Halima O‘ljabek qizi Abdullayeva, E‘zoza Safarali qizi Axmedova	486
TEXNIKA OLIY O‘QUV YURTLARIDA OLIY MATEMATIKA FANINING O‘QITISH METODIKASI, Jonqobilov Jaxongir Tirkashevich	488
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA LABORATORIYA MASHG‘ULOTLARINI TASHKIL ETISH VA O‘TKAZISH METODIKASI, Avulova Zamira Tursunmurodovna, Elatova Nozima Zafarali qizi, Elatova Mohinur Zafarali qizi	489
QATTIQ JISMLARNING ISSIQLIKDAN KENGAYISH XUSUSIYATLARINI ZAMONAVIY FIZIKA KURSIGA INTEGRATSIYA QILISH, Amonova Shirin Norboy qizi	490
SUN‘IY INTELLEKT ASOSIDA ATOM FIZIKASI BO‘YICHA MUAMMOLI TOPSHIRIQLARNI AVTOMATIK SHAKLLANTIRISH ALGORITMLARI, Boymirov Sherzod Tuxtayevich, Mahmudov Yusup Ganiyevoich	492
SUN‘IY INTELLEKT YORDAMIDA O‘QITUVCHI VA TALABA O‘RTASIDA SUN‘IY INTELLEKTDAMAMARALI PEDAGOGIK O‘ZARO ALOQANI TASHKIL ETISH, Boymirov Sherzod Tuxtayevich	494
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA MAXSUS EHTIYOJLI O‘QUVCHILAR UCHUN TEXNOLOGIYALAR VA TAJRIBALARNING ROLI, Raimov G‘ayrat Fayzullayevich, G‘ulomov Davlatbek Istat o‘g‘li	495
“FLIPPED LEARNING” MODELINI O‘QUV JARAYONI SAMARADORLIGIGA TA‘SIRINI BAHOLASH, A. Narbayev, Z. Safarova, S. Eshmo‘minova	498
MEXANIKA QONUNIYATLARINI REAL VA VIRTUAL LABORATORIYALAR YORDAMIDA O‘QITISH METODLARINI TAKOMILLASHTIRISH, U.H. Omonqulova, M. Yo‘llyeva	500
KOMPETENSIYAGA ASOSLANGAN TA‘LIM VA OECD LEARNING COMPASS 2030 MODEL, Tog‘ayeva Qizlarxon Ulug‘nazarovna, Ergashev Nurmuhammad Erkin o‘g‘li	502
YORUG‘LIK HODISALARINI O‘QITISHDA REAL VA VIRTUAL TAJRIBALAR INTEGRATSIYASI, F.J. Xudoyberdiyeva, O.T. Abdullayeva	504
TA‘LIM KLASITERI TIZIMIDA IXTISOSLASHTIRILGAN MAKTAB O‘QUVCHILARIDA KASBIY KOMPETENSIYALARNI SHAKLLANTIRISHNING PSIXOLOGIK-PEDAGOGIK OMILLARI, F.B.To‘raxonov, M.Kurbonov	506
SUN‘IY INTELLEKT VOSITALARIDAN FOYDALANIB FIZIKA TA‘LIMINI SAMARALI TASHKIL ETISH, To‘raxonov Fozil Bobonazarovich, Hojiyeva Gulnova	509
FIZIKA TA‘LIMIDA TARIXIY YONDASHUV ASOSIDA O‘QUVCHILARNING TADQIQOTCHILIK KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH, S. Boboqulova, F. To‘raxonov	512

KOGNITIV YONDASHUV ASOSIDA O‘QUV AXBOROTLARINI VIZUALIZATSIYALASHNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI , Pardayeva Kibriyo Zafar qizi	514
FIZIKA FANINI O‘QITISHDA MEDIA TA’LIM ORQALI MUSTAQIL O‘QISH KO‘NIKMALARINI RIVOJLANTIRISH , U.H.Omonqulova, K.Z.Pardayeva, Z.X.Sattorova	516
YARIMO‘TKAZGICHLI KVANT NUQTALARIDA KVANT CHEKLANISH EFFIKTI VA ULARNING OPTIK XUSUSIYATLARINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH , A. Rahmatullayeva	518
PAST O‘LCHAMLI KVANT TIZIMLARI VA NANOSTRUKTURALARNING FIZIK XOSSALARINI O‘QITISHDA KOMPYUTER MODELLASHTIRISHDAN FOYDALANISH , O‘g‘iloy Mingliboyeva	519
GRAFEN VA BOSHQA 2D MATERIALLARNING O‘ZIGA XOS FIZIK XUSUSIYATLARINI ZAMONAVIY FIZIKA KURSIGA INTEGRATSIYA QILISH , O‘g‘iloy Mingliboyeva, O‘ljayev O‘tkir	521
TADQIQOT XARAKTERIDAGI EKSPERIMENTAL MASALALARNI YECHISH ASOSIDA FIZIKA FANIGA BO‘LGAN KOGNITIV QIZIQISHINI SHAKLLANTIRISH , Lobar Qurbonova	523
SUPERCONDUCTIVITY EXPLAINED , R. Kholmatova	525
BO‘LAJAK FIZIKA O‘QITUVCHILARIDA METAKOGNITIV FAOLIYATNI SHAKLLANTIRISH , Ilxomjon Muradov	526
ZrNiSn GALT-XOYSLER QOTISHMALARIDA NUQTAVIY DEFEKTLAR VA NANOSTRUKTURALARNING TERMoeLEKTRIK SAMARADORLIKKA (ZT) TA’SIRINI MODELLASHTIRISH , G. Nazirova	528
QUYOSH ENERGIYASI VA KELAJAK ENERGETIKASI , M. Nurmamatova	529
TIBBIY ELEKTRON QURILMALARDA SIGNALNI QAYTA ISHLASHNING FIZIK ASOSLARI , Z. Abdusalomov	531
UMUMTA’LIM MAKTABLARIDA FIZIKA BO‘LIMLARINING UZVIYLIGI TAHLILI , Sh. Alimboyeva	533
THE IMPORTANCE OF COMPUTER MODELING IN BIOLOGY EDUCATION , L.B. Khalilova	535
TABIIY FANLARNI O‘QITISHDA “MUAMMOLI VAZIYAT” USULLARIDAN FOYDALANISH , M.A. Fattaxov, A.N. Ulukmuradov, X. Isayev	536
ANIQ INTEGRAL VA UNING BA’ZI AMALIY TATBIQLARI , N.Y. Donayev, A.A. Sheraliyev	538
BIR O‘ZGARUVCHILI FUNKSIYANING YUQORI TARTIBLI HOSILASI VA DIFFERENSIALI , N.Y. Donayev, S.B. Bobosherov	540
IKKI KARRALI INTEGRALNING BA’ZI TATBIQLARI , N.Y. Donayev, O‘.A. Yuldosheva	542
YECHIB OLINMADIGAN VA YECHIB OLINADIGAN QOLIPLARDA TAYYORLANGAN IKKI RAVOQLI YIG‘MA-YAXLIT TEMIRBETON TO‘SINLARNI SINOV JARAYONLARI , S. Tursunova	544
МАГНИТНАЯ СТРУКТУРА НАНОКРИСТАЛЛОВ МАГНЕТИТА, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ИОНАМИ Pr³⁺ и Er³⁺: ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ ДИФРАКЦИИ , М.М. Содикова, Э.Х. Юсупов, Б.А. Абдурахимов	546
ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ СТРУКТУРЫ НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА С ДОПИРОВАНИЕМ ИОНАМИ Nd³⁺ и Tm³⁺ МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ ДИФРАКЦИИ , М.П. Сайфуллаева, Э.Х. Юсупов, Б.А. Абдурахимов	547

ВНУТРЕННЯЯ СТРУКТУРА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ НАХОДОК КРЕПОСТИ УЗУНДАРА ПО ДАННЫМ НЕЙТРОННОЙ ТОМОГРАФИИ, М.С. Мейлийева, Э.Х. Юсупов, Б.А. Абдурахимов	548
NEYTRON TOMOGRAFIYASI USULI YORDAMIDA O‘ZBEKISTON HUDUDIDAN TOPILGAN MADANIY MEROSNING METALL ARTEFAKTLARINI O‘RGANISH, Mahliyo Meyliyeva, Erkinjon Yusupov, Bexzodjon Abduraximov	549
ИССЛЕДОВАНИЕ ФРАГМЕНТОВ СРЕДНЕВЕКОВОЙ КЕРАМИКИ МЕТОДОМ НЕЙТРОННОЙ ТОМОГРАФИИ, Х.Н. Худоёров, Э.Х. Юсупов, Б.А. Абдурахимов	550
СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФРАГМЕНТОВ ГЛИНЯНЫХ РАСТВОРОВ ИЗ КРЕПОСТИ УЗУНДАРА, Х.Н. Худоёров, Э.Х. Юсупов, Б.А. Абдурахимов	551
STATIK YUKLANISH SHAROITIDA QATTIQ JISMLARNING ELASTIK MODULLARINI RAQAMLI ANIQLASH VA QIYOSIY TAHLIL QILISH, U. Omonqulova, F. Karimova	553
ATMOSFERA SUVI GENERATORLARIDA NAMLIK KONDENSATSIYASI JARAYONINING TERMODINAMIK TAHLILI VA DASTURIY ALGORITMINI YARATISH, A. Yo‘ldoshev, S. O‘rozaliyeva	556
QUYOSH ENERGIYASIDAN FOYDALANISH USULLARI, U. Omonqulova, G. Jabborova	559
ION-PLAZMA USULI BILAN HOSIL QILINGAN NIOBIY YUPQA PLYONKALARINING ELEKTROFIZIK PARAMETRLARI, A.R. Qodirov, E.A. Ishmurodov, F.I. Temirov	561
ИОНОГЕН ПОЛИМЕР ЭРИТМАЛАР АСОСИДА МЕТАЛЛ СИРТИДА КОМПОЗИТ ҚАТЛАМ ОЛИШ, Хаккулов Ж.М., Бурхонова Ш.Б., Темиров.З.Ш.	564
SURXONDARYO SHAROITIDA UCHROVCHI MIKROMITSETLAR VA ULARNING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI, Feruza Eshmamatova	566
Na–KARBOKSIMETILSELLYULOZA ERITMALARINING REOLOGIK XOSSALARINI TADQIQ ETISH, A.Yo‘ldoshev, A.O‘taganov	568
BO‘LAKLAB INTEGRALLASHDA UMUMIY FORMULAGA KELITIRISH, J. Choriyeva, T. Oripov	570
МЕХАНИКА ЛАБОРАТОРИЯ ИШЛАРИНИНГ ТА’ЛИМДАГИ О’РНИ, Raimov G‘ayrat Fayzullayevich	573