

**INTERNATIONAL CONFERENCE ON
ANALYSIS OF MATHEMATICS AND EXACT SCIENCES**

WARSAW

INTERNATIONAL CONFERENCE ON ANALYSIS OF MATHEMATICS AND EXACT SCIENCES

Volume 03, Issue 02, 2026 (5-JULY)

Editor in Chief

Dr. Rajeet Ojha - Interdisciplinary Research in Basic Sciences, Jamia Millia Islamia, New Delhi -110025, India

Editorial Team

Sunita Sarawagi - Indian Institute of Technology Bombay, Mumbai, India.

Dr Manjunatha LH - Professor, REVA University, INDIA

Asish Bera - Edge Hill University, UK, BITS Pilani, India

Dr Sunildro LS Akoijam - Assistant Professor of Management, North Eastern Hill University, India

Madan Mohan Singh - Professor of Mathematics, North-Eastern Hill University, Shillong, India

Dr. Anupam Singh - Associate Professor-CSE, Graphic Era Hill University Dehradun, India

Dr. Sargam Bahl Walia - School of Management, Graphic Era Hill University, Dehradun, Uttarakhand, India

Narayan Pradhan - Indian Association for the Cultivation of Science

Ashok Kumar - Kumar Associate Professor E&CE National Institute of Technology. Hamirpur, India.

Anjali Pal - Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology Kharagpur - 721302, India.

Rajnish Joshi - Professor of Medicine, All India Institute of Medical Sciences, Bhopal, India

Mukul Kumar - IIT Mumbai (India); Meijo University (Japan); HEG Ltd. (India)

Prof.Kuruvilla Joseph - Indian Institute of Space Science and Technology(IIST)

Prof. Yogesh C. Sharma - D.Sc., FRSC, FBRs, FIAPS; FISEES, Department of Chemistry, Indian Institute of Technology

Professor Indra Mani Mishra - Indian Institute of Technology (Indian School of Mines), Dhanbad; Formerly at India

UDK.546.7(546.72+74)

**“Fe (II) , Ni (II) IONLARINING TARKIBIDA AZOT , KISLOROD
TUTGAN IMMOBILLANGAN LIGANDLARDA SORBSIYASI
VA METALLOKOMPLEKSLARI TADQIQOTI**

Bazarova Munavvar Soatovna

Termiz davlat universiteti

Kimyo fakulteti,

Noorganik kimyo kafedrasi

1-bosqich magistranti,

Telefon raqami: +99-891-589-83-14

F. Mirzayeva ilmiy rahbar

Annotatsiya. So‘nggi yillarda og‘ir metall ionlarini suv va sanoat chiqindilaridan ajratib olish, ularni qayta ishlash va ekologik xavfsiz shaklda saqlash masalalari muhim ahamiyat kasb etmoqda. Fe(II) va Ni(II) ionlari – biologik va texnologik jarayonlarda faol qatnashuvchi, lekin ortiqcha miqdorda toksik ta’sir ko‘rsatuvchi metall ionlaridir. Shu sababli, azot va kislorod tutgan ligandlar asosida yaratilgan immobillangan sorbentlar (ya’ni, qo‘zg‘almaydigan polimer yoki noorganik tashuvchiga biriktirilgan kompleks hosil qiluvchi modda) ularni samarali tutib qolish va kompleks hosil qilishda muhim o‘rin tutadi.

Abstract. In recent years, the issues of separation of heavy metal ions from water and industrial waste, their recycling and storage in an environmentally safe form have become of great importance. Fe(II) and Ni(II) ions are metal ions that actively participate in biological and technological processes, but in excessive quantities have a toxic effect. Therefore, immobilized sorbents based on nitrogen and oxygen-containing ligands (i.e., a complexing agent attached to an immobile polymer or inorganic carrier) play an important role in their effective capture and complexation.

Аннотация. В последние годы большое значение приобрели вопросы отделения ионов тяжелых металлов от воды и промышленных отходов, их переработки и хранения в экологически безопасной форме. Ионы Fe(II) и Ni(II) — это ионы металлов, активно участвующие в биологических и технологических процессах, но в избыточных количествах оказывающие токсическое воздействие. Поэтому важную роль в их эффективном улавливании и комплексообразовании играют иммобилизованные сорбенты на основе азотсодержащих и кислородсодержащих лигандов (т.е. комплексообразующего агента, прикрепленного к неподвижному полимеру или неорганическому носителю).

Kalit so‘z. Ionlar: Fe(II) va Ni(II). Ligandlar. Poliaminlar. Aminokislotalar. Oksimlar va gidroksamalar. Schiff asoslari (azometinlar). Karboksil va amid guruhli ligandlar.

Keywords. Ions: Fe(II) and Ni(II). Ligands. Polyamines. Amino acids. Oximes and hydroxamates. Schiff bases (azomethines). Carboxyl and amide group ligands.

Ключевые слова. Ионы: Fe(II) и Ni(II). Лиганды. Полиамины. Аминокислоты. Оксимы и гидроксиматы. Основания Шиффа (азометины). Лиганды с карбоксильными и амидными группами.

Immobilangan ligand – bu faol kimyoviy guruhlar (NH_2 , $-\text{COOH}$, $-\text{OH}$, $=\text{N}-$) polimer yoki noorganik matritsa (masalan, silikagel, polistirol, xitozan) yuzasiga kovalent yoki fizik usulda biriktirilgan holda mavjud bo‘ladi. Bunday strukturaviy tuzilish quyidagicha ahamiyatga ega bo‘ladi:

- Ligandning eruvchanligini kamaytiradi;
- Sorbsiyani kuchaytiradi;
- Sorbentni qayta ishlatishga imkon beradi;

Immobilash usullariga quyidagilar kiradi:

- Kovalent bog‘ bilan biriktirish (reaktiv silanlar orqali);
- Ion almashinish asosida biriktirish;
- Fizik adsorbsiya yoki kapsulyatsiya;

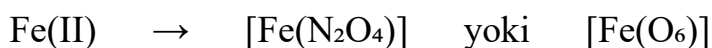
Fe(II) va Ni(II) ionlarining sorbsiyasi mexanizmiga quyidagicha ta’rif berish mumkin. Sorbsiyalash jarayoni ikki bosqichda kechadi: 1-bosqich diffuziya bosqichidir. Bu bosqichda metall ionlari sorbent yuzasiga yaqinlashadi. 2-bosqich kompleks birikmalar hosil bo‘lish bosqichidir. Bu bosqichda ionlar liganddagi donor atomlar(N,O) bilan koordinatsiya bog‘lari hosil qiladi. Masalan misol tariqasida quyidagilarni ko‘rsatish mumkin:



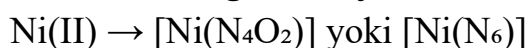
Metallokomplekslarning tuzilishini quyidagicha tushuntiramiz:

Azot va kislorod donor atomlariga ega ligandlar bilan Fe(II) va Ni(II) odatda **oktaedrik** yoki **tetraedrik** komplekslar hosil qiladi.

Masalan:



koordinatsion geometriya



Komplekslar tahlili uchun usullar:

- **UV–Vis spektroskopiya** – d–d o‘tishlar orqali kompleks hosil bo‘lishni aniqlash.
- **IR-spektroskopiya** – N–H, C=O, M–N, M–O bog‘lar tebranishlarini o‘rganish.
- **AAS yoki ICP–OES** – sorbsiya miqdorini (ionlar konsentratsiyasi o‘zgarishini) aniqlash.
- **pH-titratsiya** – kompleks hosil bo‘lish barqarorlik konstantasini aniqlash.

Sorbsiyani quyidagi modellarga asosan baholash mumkin:

- Langmuir modeli (bir qatlamli sorbsiyaga),
- Freundlich modeli (ko‘p qatlamli sorbsiyaga),
- Temkin yoki Dubinin–Radushkevich modellari (energiya bo‘yicha tahlil).

Bu modellar orqali: Maksimal sorbsion sig‘im (q_{max}), Sorbsion energiya (E), Adsorbsion doimiy (K) qiymatlari aniqlanadi.

1-jadval. Kompleks birikmalarning nomlanishi

Kompleks birikma	Marka ziy atom	Ligand(l ar)	Zary ad	Shakli	Rangi	Nomi
$[Cu(NH_3)_4]^{2+}$	$4NH_3$	Cu^{2+}	2+	Tetraedrik / Kvadrat	Ko‘k	Tetramminmis (II) ioni
$[Fe(CN)_6]^{3-}$	Fe^{3+}	$6CN$	3-	Oktaedrik	Yashil	Geksaxlorokobalt (III) ioni
$[CoCl_6]^{3-}$	Co^{3+}	$6 Cl^-$	3-	Oktaedrik	Yashil	Geksaxlorokobalt (III) ioni
$[Ag(NH_3)_2]^+$	Ag^+	$2 NH_3$	+1	Chiziqli	Rangsiz	Diamminkumush (I) ioni
$[Ni(CO)_4]$	Ni^0	$4 CO$	0	Tetraedrik	Rangsiz	Tetrakarbonilnikel(0)

Tadqiqotning amaliy ahamiyati quyidagilardan iborat.

1. Sanoat oqava suvlaridan Fe(II), Ni(II) ni tozalash.

2. Biotibbiyotda metall tashuvchi yoki dori tashuvchi komplekslar yaratish.
3. Katalitik tizimlar uchun faol markazlar tayyorlash.
4. Bioinspiratsion (tabiatdan ilhomlangan) katalizatorlar yaratish

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. T.A. Safarov, "Kompleks birikmalar kimyosi", Toshkent - 2018.
2. "Noorganik kimyo laboratoriya mashg'ulotlari", TATU nashriyoti- 2021.
3. N.A. Parpiyev, Sh.A. Kadirova, D.S. Raxmonova, Yu.E. Ibragimova Noorganik kimyo. Toshkent. "O'qituvchi" nashriyoti - 2019 yil.
4. X.R.To'xtayev. Noorganik kimyo, Fan va texnologiya nashriyoti nashriyoti Toshkent. 2018 yil.
5. Eshmamatova N.B., Mirxamitova D.X., Azimova G.S. Noorganik kimyo Darslik-Toshkent: Tafakkur nashriyoti, 2020.

Axborot manbalari.

6. library.tdau.uz
7. library.tdau.uz+2library.tdau.uz+2
8. [E-library SamMU](#)
- 9.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ

Равшанов Н.¹, Усмонов Л.¹

¹НИИ развития цифровых технологий и искусственного интеллекта, 100125,

Узбекистан г, Ташкент, м-в. Буз-2, 17А,

ravshanzade-09@mail.ru, uslochinbek@gmail.com,

Аннотация

В статье представлена математическая модель и алгоритм численного решения задачи, для исследования гидродинамического процесса подземного выщелачивания в неоднородной пористой среде с учетом кинетики массообмена, закон деформация слоя завесившиеся от коэффициента упругости, изменение пористость в зависимости от напора, а так же проницаемость рудного резервуара с целью разработки рудных месторождений. Разработанный математический аппарат позволяет провести комплексное исследование свойств рудного пласта, оптимизировать расположение эксплуатационной и нагнетательной скважины, определить изменение пористости под действием давления, а также проанализировать и обеспечить фактор, обеспечивающий защиту подземных вод от загрязнения.

Ключевые слова: подземное выщелачивание, математическое моделирование, фильтрация, диффузия, кинетика, полезная компонента, численные методы.

Постановка задачи

Исходя из вышеизложенного, для изучения процесса подземного выщелачивания необходимо определить функцию концентрации полезного компонента $C_2(x, y, z, t)$ в ограниченной неоднородной области

$$G = \{(x, y, z, t), 0 < x < L_x, 0 < y < L_y, 0 < z < L_z, 0 < t \leq T\}.$$

В этом случае распространение поля напор H определяется из уравнений режима упругой фильтрации:

$$\beta h \frac{\partial(mH)}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left[\kappa h \frac{\partial H}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[\kappa h \frac{\partial H}{\partial y} \right] + \frac{\partial}{\partial z} \left[\kappa h \frac{\partial H}{\partial z} \right] + F_1 - F_2, \quad (1)$$

с начальным:

$$H|_{t=0} = H_0, \quad (2)$$

и граничным условиям:

$$\kappa \frac{\partial H}{\partial x} \Big|_{x=0} = -l_1 \xi (H - H_0), \quad (3)$$

$$\kappa \frac{\partial H}{\partial x} \Big|_{x=L_x} = l_1 \xi (H - H_0), \quad (4)$$

$$\kappa \frac{\partial H}{\partial y} \Big|_{y=0} = -l_2 \xi (H - H_0), \quad (5)$$

$$\kappa \frac{\partial H}{\partial y} \Big|_{y=L_y} = l_2 \xi (H - H_0), \quad (6)$$

$$\frac{\partial H}{\partial z} \Big|_{z=0} = 0, \quad (7)$$

$$\kappa \frac{\partial H}{\partial z} \Big|_{z=L_z} = l_3 \xi (H - H_0), \quad (8)$$

где H – величина напора, (м); H_0 – начальное значение напора, (м); m – величина коэффициента пористости; κ – коэффициент фильтрации, (м/сут); t – время (сут). h – мощность рудоносного пласта (м); β – коэффициент упругой емкости, (m^2 / kg); l_1, l_2, l_3 – константы, принимающие значения 0 или 1; L – характерная длина (м); ξ – коэффициент для приведения в размерности (1/сут);

$$F_1 = F_1(x, y, z, t) = \sum_{j=1}^{N_1} q_{1,j}(t) \delta(x - x_{1,j}, y - y_{1,j}, z - z_{1,j}), \quad F_2 = F_2(x, y, z, t) = \sum_{j=1}^{N_2} q_{2,j}(t) \delta(x - x_{2,j}, y - y_{2,j}, z - z_{2,j});$$

$q_{1,i}(t)$ и $q_{2,i}(t)$ – соответственно, дебиты нагнетательной и эксплуатационной скважин;

$$\delta = \begin{cases} 1, & x = x_i, y = y_i, z = z_i \\ 0, & x \neq x_i, y \neq y_i, z \neq z_i \end{cases} \text{ - дельта-функция Дирака.}$$

Распространение поля реагента определяется путем решения уравнения конвективной диффузии:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(mC_1)}{\partial t} = & \frac{\partial}{\partial x} \left(D_{11} \left[\frac{\partial C_1}{\partial x} + \frac{\partial C_1}{\partial y} + \frac{\partial C_1}{\partial z} \right] \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{22} \left[\frac{\partial C_1}{\partial x} + \frac{\partial C_1}{\partial y} + \frac{\partial C_1}{\partial z} \right] \right) + \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{33} \left[\frac{\partial C_1}{\partial x} + \frac{\partial C_1}{\partial y} + \frac{\partial C_1}{\partial z} \right] \right) - \frac{\partial(V_x C_1)}{\partial x} - \frac{\partial(V_y C_1)}{\partial y} - \frac{\partial(V_z C_1)}{\partial z}, \end{aligned} \quad (17)$$

с начальным и граничным условиями:

$$C_1|_{t=0} = 0, \quad (18)$$

$$C_1 = 0, \quad (x, y, z) \in G_r. \quad (19)$$

Искомое распределение функции концентрации полезного компонента определяется путем решения следующего уравнения:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(mC_2+N)}{\partial t} = & \frac{\partial}{\partial x} \left(D_{11} \left[\frac{\partial C_2}{\partial x} + \frac{\partial C_2}{\partial y} + \frac{\partial C_1}{\partial z} \right] \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(D_{22} \left[\frac{\partial C_2}{\partial x} + \frac{\partial C_2}{\partial y} + \frac{\partial C_2}{\partial z} \right] \right) + \\ & + \frac{\partial}{\partial z} \left(D_{33} \left[\frac{\partial C_2}{\partial x} + \frac{\partial C_2}{\partial y} + \frac{\partial C_2}{\partial z} \right] \right) - \frac{\partial(V_x C_2)}{\partial x} - \frac{\partial(V_y C_2)}{\partial y} - \frac{\partial(V_z C_2)}{\partial z}, \end{aligned} \quad (20)$$

с начальным:

$$C_2|_{t=0} = C_{2,0}, \quad (21)$$

и граничными условиями:

$$\left. \frac{\partial C_2}{\partial x} \right|_{x=0} = -\iota_1 \zeta (C_2 - C_{2,0}), \quad (22)$$

$$\left. \frac{\partial C_2}{\partial x} \right|_{x=L_x} = \iota_1 \zeta (C_2 - C_{2,0}), \quad (23)$$

$$\left. \frac{\partial C_2}{\partial y} \right|_{y=0} = -\iota_2 \zeta (C_2 - C_{2,0}), \quad (24)$$

$$\left. \frac{\partial C_2}{\partial y} \right|_{y=L_y} = \iota_2 \zeta (C_2 - C_{2,0}), \quad (25)$$

$$\left. \frac{\partial C_2}{\partial z} \right|_{z=0} = 0, \quad (26)$$

$$\left. \frac{\partial C_2}{\partial z} \right|_{z=L_z} = \iota_3 \zeta (C_2 - C_{2,0}). \quad (27)$$

Где C_1 – концентрация заливочной жидкости, C_2 – концентрация полученной смеси, G_r – граница пласта; D_{11}, D_{22}, D_{33} – коэффициенты диффузии, V_x, V_y, V_z – скорость фильтрации определяется законом Дарси и определяется следующим образом:

$$V_x = -\kappa \frac{\partial H}{\partial x}, \quad V_y = -\kappa \frac{\partial H}{\partial y}, \quad V_z = -\kappa \frac{\partial H}{\partial z};$$

ζ – коэффициент для приведение в размерности поставленной задачи (1/м).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для комплексного исследования, мониторинга и прогнозирования гидродинамического процесса подземного перемешивания и фильтрации жидкости в пористых средах была разработана математическая модель, характеризующаяся системой дифференциальных уравнений в частных производных с начальными и граничными условиями.

Предложенная математическая модель позволяет комплексно изучать параметры рудного пласта, выбирать оптимальное местоположение питающих и приемных

скважин, оценивать их расход, изучать пористость как функцию давления и учитывать защиту грунтовых вод от жидкости кислоты.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ravshanov N., Usmonov L., Djumayozov U., Rakhmonova R. Development of a mathematical model for monitoring and prediction of in-situ leaching processes in a porous medium // EUREKA: Physics and Engineering: №. 2 (2026). ISSN 2461-4254. <https://doi.org/10.21303/2461-4262.2026.003959>.
- [2]. Равшанов Н., Холматова И.И., Курбонов Н.М., Исламов Ю.Н. Математическое моделирование процесса подземного выщелачивания с учетом изменения гидродинамических параметров пористой среды // Проблемы вычислительной и прикладной математики № 2(56) 2024.
- [3]. Равшанов Н., Холматова И.И. математическая модель и численные алгоритмы для исследования гидродинамического процесса подземного выщелачивания // Проблемы вычислительной и прикладной математики № 6(53) 2023.
- [4]. Алимов И., Пирназарова Т., Холматова И. О численном методе решения гидродинамической задачи ИСЛ // Журнал физики: Конференция Серия 1260 (2019) 102001.
- [5]. Алимов И. Математическое моделирование гидродинамических процессов подземного выщелачивания. – Ташкент, изд. «ФАН», 1991. – 82 с.
- [6]. Ravshanov N., Usmonov L. Review of research on mathematical modeling of the process of in-situ leaching of mineral resources // International journal of theoretical and applied issues of digital technologies, 2025, Volume 8, Issue 1: pp 22-36.
- [7]. Ravshanov N., Usmonov L. Multidimensional mathematical model for monitoring and forecasting the process of underground leaching in a porous medium // Hisoblash va amaliy matematika muammolari, № 2/2(66)2025, ISSN 2181-8460.
- [8] Равшанов Н., Усмонов Л., Курбонов Н.М. Математическая модель и численный алгоритм для исследования гидродинамического процесса подземного выщелачивания // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРИКЛАДНЫХ ВОПРОСОВ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, 2025 8(2) ISSN 2181-3086
- [9] Равшанов Н., Усмонов Л.С. Трёхмерная математическая модель и алгоритм численного решения для мониторинга и прогнозирования процессов подземного выщелачивания в пористой среде // ПРОБЛЕМЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МАТЕМАТИКИ, № 6(70) 2025 ISSN 2181-8460.

[10] Usmonov L. Three-demensional mathematical model for in-situ leaching processes in porous media // BULLETIN OF THE BRANCH OF NATIONAL RESEARCH NUCLEAR UNIVERSITY “MEPHI” IN TASHKENT, № 2/2025 ISSN 2181-4074.

MATEMATIKA FANINI O'QITISHDA TADQIQOT HAMDA INNOVATSION METODLARDAN FOYDALANISH SAMARDORLIGI

Abduxamidov Sardor Kaxarboyevich

Toshkent davlat transport universiteti assistenti

Sobirov Diyorbek Yuldash o'g'li, O'rinova Fotima Hoshim qizi, G'aniyev

Muhammadqodir Rahimjon o'g'li, Amonov Mirabbos Ilyos o'g'li

Toshkent davlat transport universiteti talabalari

Annotatsiya: Ushbu maqolada matematika fanini o'qitishda tadqiqot va innovatsion metodlardan foydalanishning samaradorligi tahlil qilinadi. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar, interaktiv usullar va ilmiy-tadqiqot faoliyati orqali o'quvchilarning matematik ko'nikmalari, analitik fikrlash va mustaqil ishlash qobiliyati qanday rivojlanishi o'rganilgan. Shuningdek, innovatsion metodlarning dars jarayonida qo'llanilishi matematikani o'rganishga bo'lgan qiziqishni oshirishga va o'quvchilarni amaliy bilimlar bilan mustahkamlashga qanchalik yordam berishi tahlil qilinadi. Maqola natijalari pedagoglar va metodistlarga matematika fanini samarali o'qitishning zamonaviy yo'nalishlarini ishlab chiqishda amaliy ko'rsatmalar beradi.

Kalit so'zlar: Matematika ta'limi, tadqiqot metodlari, innovatsion texnologiyalar, o'quv jarayoni, interaktiv metodlar, pedagogik samaradorlik, analitik fikrlash, ilmiy-tadqiqot faoliyati.

Matematika – o'quvchilarda mantiqiy fikrlash, muammolarni yechish va analitik qobiliyatlarni shakllantirishga xizmat qiluvchi asosiy fanlardan biridir. Bugungi kunda ta'lim jarayonining samaradorligini oshirish uchun an'anaviy usullar bilan bir qatorda, tadqiqot va innovatsion metodlardan foydalanish katta ahamiyatga ega. Tadqiqot metodlari o'quvchilarni faollashtiradi, mustaqil izlanishlarga undaydi va matematik bilimlarni chuqurroq egallashga imkon yaratadi. Shu bilan birga, innovatsion metodlar, masalan, interaktiv darslar, raqamli vositalar, modellashtirish va loyiha asosida o'qitish, matematikani o'quvchilarga yanada qiziqarli va tushunarli qiladi.

Zamonaviy ta'lim jarayonida nafaqat bilim berish, balki o'quvchilarning mustaqil fikrlash qobiliyatini rivojlantirish, kreativ yondashuvlarni shakllantirish va ularni real hayotdagi muammolarni yechishga tayyorlash muhim hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan, tadqiqot va innovatsion metodlarni o'qitish jarayoniga integratsiyalash, pedagogik samaradorlikni oshirishning eng samarali vositalaridan biri hisoblanadi.

Ushbu maqolada matematika fanini o'qitishda tadqiqot va innovatsion metodlarning samaradorligi, ularning dars jarayonida qo'llanishi, o'quvchilarning bilim, ko'nikma

va qiziqishlariga ta'siri hamda pedagoglar uchun amaliy tavsiyalar keltiriladi. Shu orqali maqola nafaqat nazariy asoslarni, balki amaliy tavsiyalarni ham taqdim etadi, bu esa zamonaviy ta'lim muhitida matematika fanini o'qitish sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Matematika o'qitish jarayonida zamonaviy pedagogik yondashuvlar qo'llanilishi muhim ahamiyatga ega. Ular orasida tadqiqot metodi matematik tafakkurni rivojlantirishda alohida o'rin egallaydi. Tadqiqot metodi o'quvchilarda mustaqil fikrlash, muammolarni hal qilish va qiziqishlarni rivojlantiradi. Ushbu maqolada tadqiqot metodining ta'lim jarayoniga qo'shadigan hissasi va uning samaradorligi batafsil yoritiladi.

Tadqiqot metodining asosiy tushunchalari

Tadqiqot metodi bu – o'quvchilarga mustaqil tadqiqot olib borish imkoniyatini beradigan metod bo'lib, ularning aqliy faoliyatini faollashtiradi. Bu metod yordamida o'quvchilar aniq ma'lumotlar asosida muammolarni tahlil qilish, savollar berish va javob izlash kabi faoliyatlarni amalga oshiradi. Tadqiqot metodining quyidagi asosiy jihatlari ajratib ko'rsatiladi:

Izlanish: O'quvchilar o'zlarining qiziqishlaridan kelib chiqib, matematik masalalar va muammolarni mustaqil o'rganadilar.

Mustaqil fikrlash: Har bir o'quvchi o'z fikrlarini erkin ifoda qilish, xulosalar chiqarish imkoniyatiga ega bo'ladi.

Ijodiy yondashuv: Tadqiqot metodida ijodkorlik ko'nikmalarini rivojlantirish imkoniyati yuqori bo'ladi.

Tadqiqot metodining ta'limdagi samaradorligi

Matematika o'qitishda tadqiqot metodining samaradorligi o'quvchilarning bilimlarni mustaqil o'rganish jarayonida yuzaga keladi. Ushbu metod yordamida o'quvchilar mavzuni o'zlari izlab topgan ma'lumotlar asosida chuqurroq tushunib olishadi. Bu metodning samaradorligi quyidagilarda namoyon bo'ladi:

O'quvchilarning faolligi oshadi: Tadqiqot metodi o'quvchilarning bilim olish jarayoniga faol jalb bo'lishlarini ta'minlaydi.

Matematika fanini o'zlashtirish darajasi oshadi: O'quvchilar mavzuni o'zlari tahlil qilib, bilimlarni o'zlashtirgani sababli, matematik tushunchalarni yaxshiroq tushunadilar.

Muammoli vaziyatlarni hal qilish ko'nikmalari rivojlanadi: Tadqiqot metodi o'quvchilarda matematik muammolarni mustaqil hal qilish qobiliyatlarini shakllantiradi.

Amaliy tajribalar va natijalar

Tadqiqot metodining samaradorligini o'rganish maqsadida bir nechta tajribalar o'tkazildi. Tajribalarda tadqiqot metodi asosida dars berilgan o'quvchilar matematik

bilimlarni yaxshiroq o'zlashtirgani va mustaqil tadqiqot qilish qobiliyatlarini rivojlantirgani kuzatildi. Tajribalar natijalari shuni ko'rsatadiki, tadqiqot metodidan foydalanilgan sinflarda o'quvchilarning matematik tafakkuri sezilarli darajada oshdi. Matematika o'qitishda tadqiqot metodi samarali yondashuvlardan biri hisoblanadi. Ushbu metod yordamida o'quvchilarda mustaqil tadqiqot qilish, fikrlash va muammolarni hal qilish ko'nikmalari rivojlanadi. Tadqiqotlar natijasida, o'quvchilarning matematik bilimlari va muammoli vaziyatlarda to'g'ri qaror qabul qilish qobiliyatlari rivojlantirilishi ko'zga tashlandi. Tadqiqot metodidan foydalanish kelajakda o'qitish jarayonining samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi

Adabiyotlar ro'yxati:

1. Баев В.Г. Дидактические основы обучения математике. — М.: Просвещение, 2008. — 200 с.
2. Васильев, А.А. Проблемы методологии преподавания математики. — СПб.: Издательство СПбГУ, 2015. — 300 с.
3. Иванов С.П. Современные методы обучения математике. — Казань: Издательство Казанского университета, 2013. — 250 с.
4. Петров, Н.Н. Основы математической дидактики. — М.: Академия, 2017. — 180 с.
5. Сидорова, Л.М. Исследовательские методы в школьной математике. — Новосибирск: Сибирское издательство, 2014. — 220 с.
6. Abduxamidov S. two-step implicit pismar-rickford scheme for solving the laplace equation //Eurasian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences. — 2022. — Т. 2. — №. 7. — С. 29-30.
7. Kaxarboyevich A. S. et al. effects of liquid on cylinder shell vibrations //Archive of Conferences. — 2021. — Т. 25. — №. 1. — С. 19-25.

KASBGA YO‘NALTIRILGAN INGLIZ TILI (ESP)NI ODDIY DARSLARDA JORIY ETISH USULLARI

Eshqorayeva Ibodat

Termiz shahar 2-son texnikumi Ingliz tili fani o‘qituvchisi

Annotatsiya.

Professional ta’lim muassasalarida ingliz tilini o‘qitishning markaziy vazifasi – talabaning kelajakdagi kasbiy vazifalariga mos til vositalari va nutqiy harakatlarni shakllantirishdir. Shu ehtiyojdan kelib chiqib, kasbga yo‘naltirilgan ingliz tili (English for Specific Purposes – ESP) yondashuvi texnikum va kollejlarda uchun ayniqsa dolzarb sanaladi. Amaliyotda esa ESP alohida fan yoki maxsus kurs sifatida ko‘rilib, “oddiy” (General English) darslaridan ajratib qo‘yiladi; natijada o‘qituvchi dars jadvali, resurs, vaqt va baholash talablariga mos “integratsiyalangan” modelni topishda qiynaladi. Ushbu maqolada ESPni oddiy darslar tarkibiga bosqichma-bosqich joriy etishning metodik usullari taklif etiladi: ehtiyoj tahlili (target situation analysis), kasbiy vazifa-bank (task bank) tuzish, o‘quv natijalarini kompetensiya formatida yozish, materiallarni moslashtirish (adaptation), leksika va grammatikani “ish vazifasi” kontekstida berish, mikro-loyihalar va role-playlar orqali performance baholashni yo‘lga qo‘yish, formatif baholash vositalari (check-list, exit-ticket, mini-rubrika) yordamida progressni boshqarish. Natijalar qismida 4 haftalik namunaviy mini-modul va “oddiy darsni ESPga aylantirish” uchun ishlatiladigan amaliy shablonlar (lesson skeleton, moslashtirish chek-listi, rubrika) keltiriladi. Taklif etilgan model resurs cheklangan sharoitda ham ESP elementlarini tizimli kiritish, talabaning motivatsiyasini oshirish va baholashning shaffofligini kuchaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar. ESP, professional ta’lim, kasbga yo‘naltirilgan ingliz tili, ehtiyoj tahlili, task-based yondashuv, material moslashtirish, rubrika, formatif baholash.

Kirish

Professional ta’lim muassasalari (texnikum, kasb-hunar maktablari va kollejlarda) ta’lim natijasini “ishlay oladigan bitiruvchi” mezonini bilan o‘lchaydi. Til ta’limi ham bundan mustasno emas: talaba ish joyida xavfsizlik bo‘yicha ko‘rsatmalarni tushunishi, jihoz va jarayonlarni izohlashi, mijoz yoki hamkasb bilan sodda va tushunarli muloqot qilishi, qisqa yozma hujjatlarni (email, ariza, buyurtma, hisobot) tayyorlay olishi kerak. Shu nuqtayi nazardan, professional ta’limdagi ingliz tili darslari umumiy grammatika va mavzularni “o‘tish” bilan cheklanib qolsa, real kasbiy ehtiyojlar qoplanmaydi.

Kasbga yo‘naltirilgan ingliz tili (ESP) – ingliz tilini muayyan kasb yoki soha ehtiyojlariga mos kommunikativ vazifalar orqali o‘rgatishga qaratilgan yondashuv. ESPning muhim jihati shundaki, u “qaysi so‘zlar va qoidalarini o‘rgatamiz?” savolidan ko‘ra, “talaba ingliz tilida nimalarni qila olishi kerak?” savolini birinchi o‘ringa qo‘yadi. Biroq ko‘p ta‘lim muassasalarida ESP alohida kurs talab qiladigan murakkab tizim sifatida qabul qilinadi. Aslida esa ESPni oddiy darslarga integratsiya qilish mumkin: darsning 20–40 foizini kasbiy vazifalar, autentik yoki yarim-autentik materiallar, role-play va mikro-loyihalar tashkil etsa, qolgan qismi umumiy til poydevorini mustahkamlaydi. Eng asosiysi – integratsiya tasodifiy emas, rejalashtirilgan bo‘lishi kerak.

Ushbu maqola professional ta‘lim sharoitida ESPni “oddiy darslar”ga joriy etish bo‘yicha amaliy metodik yechimlarni beradi. Maqsad – o‘qituvchiga resurs cheklovlari (vaqt, dars soati, darslik, auditoriya hajmi) sharoitida ham kasbiy yo‘nalishni kuchaytiradigan, natija va baholashga ulangan reja yaratishga yordam berishdir.

Metodologiya

Mazkur metodik tadqiqot ta‘lim dizayni tamoyillariga tayangan holda “integratsiyalashgan ESP” modelini ishlab chiqishga qaratildi. Yondashuvning asosiy g‘oyasi – ESPni alohida kursga aylantirmasdan, General English birliklariga “kasbiy vazifa” va “kasbiy til” komponentlarini qo‘shishdir. Model quyidagi yetti bosqichdan iborat.

1-bosqich. Ehtiyoj tahlili (needs analysis) va “target situation”ni aniqlash. Texnikum yo‘nalishiga qarab (IT, turizm, mexanika, tibbiyot, servis) talaba duch keladigan tipik vaziyatlar ro‘yxati tuziladi: salomlashish va xizmat taklifi, xavfsizlik qoidalari, asbob-uskunani tanishtirish, nosozlik haqida xabar berish, buyurtma qabul qilish, yo‘riqnoma (manual) o‘qish, jadval/ko‘rsatkichlarni tushuntirish va hokazo. Ehtiyojni tez yig‘ish uchun 10–12 savollik mini-so‘rovnoma, ustozlar/intervyu, amaliyot rahbari bilan qisqa suhbat ham yetarli bo‘lishi mumkin. Muhimi – “til mavzusi” emas, “ish vazifasi” markazga chiqadi.

2-bosqich. Kasbiy vazifa-bank (task bank) tuzish. Har bir vazifa oddiy formatda yoziladi: “Talaba ... vaziyatda ... maqsad uchun ... gapiradi/yozadi/o‘qiydi/tinglaydi”. Masalan: “Talaba ustaxonada xavfsizlik bo‘yicha 5 ta qoidani tushuntiradi”; “Talaba mijoz shikoyatini eshitib, uzr so‘raydi va yechim taklif qiladi”. Vazifa-bank keyingi bosqichlarda dars rejasini “ESPga moslashtirish”da tayanch bo‘ladi.

3-bosqich. O‘quv natijalarini aniq yozish (learning outcomes). Natijalar kuzatiladigan fe‘llar bilan ifodalanadi: “tushuntiradi”, “taqqoslaydi”, “so‘raydi”, “javob beradi”, “to‘ldiradi”, “yozadi”, “ko‘rsatadi”, “muammo yechimini taklif qiladi”. Natija CEFR

darajalari bilan mos keladigan murakkablikda belgilanadi (masalan, A2–B1: 3–5 gap; B1–B2: qisqa dialogni boshqarish, sabab-oqibatni aytish).

4-bosqich. Materiallarni moslashtirish (materials adaptation). Darslikdagi umumiy mavzu (masalan, “Shopping”, “Daily routines”, “Health”) kasbiy kontekstga ko‘chirilib, leksika va dialoglar qayta yoziladi. Moslashtirishning 4 turi qo‘llanadi: (a) qisqartirish (reducing) – ortiqcha matnlarni olib tashlash; (b) almashtirish (replacing) – misol va personajlarni kasbga moslashtirish; (c) qo‘shimcha kiritish (adding) – kasbiy termin, dialog shabloni, ko‘rsatma matni; (d) tartibni o‘zgartirish (re-ordering) – avval vazifa, keyin qoida (induktiv).

5-bosqich. “Til + vazifa” integratsiyasi: leksika, grammatikani funksional berish. ESPda grammatika “o‘zi uchun” emas, funksiyani bajarish uchun kerak. Masalan, modallar (must, have to, can) – xavfsizlik va ruxsat; imperativ – yo‘riqnoma; Present Continuous – jarayonni tasvirlash; Past Simple – nosozlik tarixini aytish. Leksika esa yakka so‘zlar emas, tayyor birikmalar (chunks) ko‘rinishida beriladi: “How can I help you?”, “Let me check it”, “You need to...”, “It seems that...”.

6-bosqich. Dars ichida performance faoliyatlarini tashkil etish. Oddiy “mashq” (fill in the blanks)dan tashqari, kasbiy chiqishlar (mini-presentation), role-play (mijoz–xodim), “troubleshooting dialogue”, poster/infografika tayyorlash, audio javob (voice message) kabi topshiriqlar kiritiladi. Bu topshiriqlar baholashning ham daliliga aylanadi.

7-bosqich. Baholashni oddiy va shaffof qilish. Katta testlar bilan birga kichik formatif baholash vositalari ishlatiladi: exit-ticket (1–2 savol), check-list (3–5 band), mini-rubrika (2–3 mezon). Yakuniy (summative) baholash esa kasbiy vazifani bajarish shaklida bo‘ladi: dialog, qisqa yozma xabar, yo‘riqnoma asosida ish ketma-ketligini tushuntirish.

Metodik modelni amaliyotga joriy etishda “ESP-ification” (oddiy darsni ESPga aylantirish) algoritmi tavsiya etiladi: (1) dars mavzusini tanlash; (2) shu mavzuga mos kasbiy vazifani task bankdan olish; (3) natijani 1–2 jumlada yozish; (4) darslikdagi inputni kasbiy kontekstga moslashtirish; (5) 10–12 ta chunk va 6–8 ta termin tanlash; (6) role-play yoki mini-loyiha bilan yakunlash; (7) mini-rubrika bilan baholash.

Natijalar

Taklif etilgan integratsiyalashgan ESP modeli natijasi sifatida professional ta’lim o‘qituvchisi uchun uchta amaliy mahsulot ishlab chiqiladi: (1) kasbiy vazifa-bank (task bank) va u bilan bog‘langan o‘quv natijalari ro‘yxati; (2) “oddiy darsni ESPga moslashtirish” uchun shablon (lesson skeleton); (3) moslashtirish chek-listi va baholash rubrikasi. Quyida ushbu natijalarning namunaviy ko‘rinishi beriladi.

1) Lesson skeleton (ESPga mos dars skeleti). Dars 80 daqiqa bo'lsa, quyidagi taqsimot amaliy jihatdan qulay: 10 daqiqa warm-up (kasbiy vaziyat savoli), 15 daqiqa input (moslashtirilgan dialog/matn), 20 daqiqa guided practice (chunk + struktura), 25 daqiqa task/performance (role-play yoki mini-loyiha), 10 daqiqa feedback va exit-ticket. Shunday qilib, darsning kamida 35–40 foizi kasbiy vazifa bajarishga sarflanadi, ammo umumiy til poydevori ham saqlanadi.

2) Materials adaptation chek-listi (qisqa). O'qituvchi har bir moslashtirilgan material uchun 8 bandni tekshiradi: (a) kasbiy vaziyat aniqmi; (b) maqsadli auditoriya (A2/B1)ga mosmi; (c) 8–12 ta foydali chunk bormi; (d) terminlar soni me'yoridami (6–10); (e) grammatik fokus funksiyaga bog'langanmi; (f) topshiriq yakunida "ish vazifasi" bajariladimi; (g) baholash mezonini yozilganmi; (h) xavfsizlik/etika qoidalari buzilmaganmi.

3) 4 haftalik mini-modul namunasi. Yo'nalish: "Ustaxona va jihozlar bilan ishlash (Workshop English)". Umumiy maqsad: talaba ustaxonada oddiy ko'rsatmalarni tushunishi va asbob-uskunalar, xavfsizlik, nosozlik bo'yicha qisqa muloqotni olib bora olishi.

Quyidagi jadval "natija–til material–asosiy vazifa–baholash" mosligini ko'rsatadi.

O'quv natijasi (hafta)	Til materiali (chunk/grammatika)	Asosiy kasbiy vazifa (task)	Baholash dalili (qisqa)
Xavfsizlik bo'yicha 5 ta qoidani sodda gaplarda aytadi.	must / have to; "You must...", "Wear...", "Don't..."	Safety briefing: guruh oldida 1 daqiqalik tushuntirish.	Mini-rubrika: aniqlik + mos leksika (2 mezon).
Asbob-uskunani nomlaydi va vazifasini 2–3 gapda izohlaydi.	"It is used for...", "It helps to...", noun chunks	Tool introduction: 3 ta asbob haqida juftlikda "show and tell".	Check-list: 3 asbob + 3 funksiya to'g'ri aytiladi/yo'q.
Oddiy nosozlikni aytadi va yordam so'raydi.	Past Simple / Present Perfect (soddalashtirilgan); "It stopped working", "I can't..."	Troubleshooting dialog: xodim–usta (savol-javob).	Teacher quick rating: mantiq + odob (2 mezon).
Ko'rsatma (instruction) bo'yicha 4–5 bosqichni ketma-ket aytadi.	imperativ; sequencing: first/then/after that/finally	Procedure explanation: "How to ..." (2 daqiqa).	Exit-ticket: bosqichlarni to'g'ri tartibda yozish.

Yakunda qisqa email/telegram xabarida muammoni bayon qiladi.	email phrases: “I would like to report...”, “Please advise...”, polite request	Written task: ustaga 80–100 soʻzli xabar.	Rubrika: mazmun + til aniqligi + format (3 mezon).
--	--	---	--

Jadvaldan koʻrinadiki, har bir hafta uchun natija aniq, til materiallari funksional tanlangan va baholash dalili kichik, ammo oʻlchanadigan shaklga keltirilgan. Shu tarzda ESP elementlari darslikdan tashqari alohida “ogʻir” kurs boʻlib qolmaydi; aksincha, mavjud dars strukturasiga tabiiy qoʻshiladi.

Yakuniy (summativ) baholash namunasi sifatida 6–7 daqiqalik “workplace scenario exam” taklif etiladi: talaba (1) xavfsizlik qoidasini eslatadi (1 daqiqa); (2) asbobni tanishtiradi (1 daqiqa); (3) nosozlik boʻyicha dialog qiladi (2 daqiqa); (4) qisqa yozma xabarni toʻldiradi (2–3 daqiqa). Baholash 4 komponentdan iborat rubrika bilan amalga oshiriladi: mazmunning toʻgʻriligi, tushunarliklik (intelligibility), kasbiy leksika mosligi, muloqot odobi. Bunday integratsiyalangan baholash talabaning real ishga yaqin kompetensiyasini koʻrsatadi.

Modelning qoʻshimcha amaliy natijasi sifatida oʻqituvchi uchun “vazifa-bank”ni kengaytirish mexanizmi ham taklif qilinadi: har semestr oxirida amaliyot rahbarlari va soha ustozlaridan 10 ta yangi vaziyat yigʻiladi; keyin ular A2/B1 darajaga moslab qayta yozilib, keyingi semestr dars rejalariga kiritiladi. Bu jarayon ESPni “bir martalik loyiha”dan “tizimli yangilanib boradigan metodika”ga aylantiradi.

Muhokama

Integratsiyalashgan ESP yondashuvi professional taʼlim uchun bir nechta metodik afzalliklarni beradi. Birinchidan, darsning kommunikativ maqsadi keskin aniqlashadi: talaba “present simple”ni yodlash uchun emas, ish vazifasini bajarish uchun qoʻllaydi. Bu esa motivatsiyani oshiradi, chunki talaba oʻrgangan tilning “darhol foydasi”ni koʻradi. Ikkinchidan, baholash tabiiylashadi: testdan tashqari real vazifa (dialog, tushuntirish, xabar) baholash daliliga aylanadi. Uchinchidan, oʻqituvchi darslikdan butunlay voz kechmaydi; darslik poydevor boʻlib qoladi, ESP esa uni “kasbiy kontekst” bilan boyitadi.

Biroq muayyan cheklovlar ham mavjud. Eng koʻp uchraydigan muammo – resurs va material yetishmasligi: autentik manual, texnik xavfsizlik plakatlari, soha boʻyicha video/audio topish hamma joyda oson emas. Bu holatda “yarim-autentik” materiallar ishlatiladi: oʻqituvchi real ish hujjati asosida soddalashtirilgan matn yaratadi, lekin struktura va terminologiyani saqlab qoladi. Ikkinchi cheklov – guruhning aralash darajasi. Buni yumshatish uchun topshiriqlar “darajali” qilinadi: A2 daraja uchun

tayyor iboralar kartochkasi beriladi, B1 daraja esa erkinroq gapiradi; rubrikada esa minimal mezonlar barcha uchun bir xil, qo'shimcha mezonlar ixtiyoriy bo'ladi. Uchinchi cheklov – vaqt: ESP topshiriqlari ko'proq tayyorgarlik talab qiladi. Shuning uchun maqolada tavsiya etilgan chek-list va lesson skeleton o'qituvchi yukini kamaytirishga xizmat qiladi.

Muhokama nuqtayi nazaridan, ESPni integratsiya qilishda “muvozanat” tamoyili muhim: professional ta'limda ham umumiy til kompetensiyasi (basic grammar, core vocabulary) zarur. Shuning uchun integratsiya modeli darsning ma'lum qismini (masalan, 60/40 yoki 70/30) umumiy til va kasbiy vazifa o'rtasida taqsimlashni taklif qiladi. Bu taqsimot yo'nalish, semestr bosqichi va talaba darajasiga ko'ra moslashtiriladi.

Kelgusida metodik izlanishlar uchun ikki yo'nalish dolzarb: (1) turli kasb yo'nalishlari bo'yicha (IT, turizm, tibbiyot, servis) “tayyor ESP paketlar” (task bank + rubrikalar + materiallar)ni yaratish; (2) integratsiyalashgan ESP baholashining ishonchliligi va adolatliligini rubrika inter-reliability (ikki baholovchi mosligi) orqali tekshirish. Bular professional ta'limdagi ingliz tili metodikasini yanada dalillarga tayangan holga keltiradi.

Xulosa

Maqolada professional ta'lim muassasalarida kasbga yo'naltirilgan ingliz tili (ESP)ni oddiy darslar tarkibiga joriy etishning amaliy metodik modeli yoritildi. Yondashuvning asosiy g'oyasi – ESPni alohida kurs sifatida “ajratish” emas, balki General English darslarini kasbiy vazifa va kasbiy til bilan tizimli boyitishdir. Taklif etilgan 7 bosqichli algoritm (ehtiyoj tahlili, task bank, aniq natija, material moslashtirish, funksional til, performance faoliyat, shaffof baholash) o'qituvchiga resurs cheklangan sharoitda ham kasbiy yo'nalishni kuchaytirishga yordam beradi. Natijada talaba darsda o'rgangan tilni real ish vaziyatlariga ko'chiradi, baholash esa testdan tashqari amaliy dalillar bilan mustahkamlanadi.

Amaliy tavsiya sifatida o'qituvchiga quyidagilar taklif etiladi: (1) har semestr boshida 10–15 ta tipik kasbiy vaziyat ro'yxatini tuzish; (2) har bir darsda kamida bitta “ish vazifasi” (task)ni yakuniy faoliyat sifatida kiritish; (3) 8–12 ta chunk va 6–10 ta termin bilan ishlash; (4) check-list yoki mini-rubrika yordamida progressni qayd etib borish; (5) semestr oxirida integratsiyalangan scenario baholash bilan natijani ko'rsatish. Shu yo'l bilan ESP professional ta'limdagi ingliz tili darslarini natijador, motivatsion va mehnat bozoriga yaqinlashtirilgan ta'limga aylantiradi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Hutchinson T., Waters A. English for Specific Purposes: A Learning-Centred Approach. Cambridge University Press, 1987.

2. Dudley-Evans T., St John M.J. Developments in English for Specific Purposes: A Multi-Disciplinary Approach. Cambridge University Press, 1998.
3. Robinson P. ESP Today: A Practitioner's Guide. Prentice Hall, 1991.
4. Tomlinson B. Developing Materials for Language Teaching. Bloomsbury, 2013.
5. Nation I.S.P. Learning Vocabulary in Another Language. Cambridge University Press, 2013.
6. Long M.H. Second Language Acquisition and Task-Based Language Teaching. Wiley-Blackwell, 2015.
7. Richards J.C., Rodgers T.S. Approaches and Methods in Language Teaching. Cambridge University Press, 2014.
8. Harmer J. The Practice of English Language Teaching. Pearson, 2015.
9. Council of Europe. Common European Framework of Reference for Languages (CEFR). Cambridge University Press, 2001.
10. Brookhart S.M. How to Create and Use Rubrics for Formative Assessment and Grading. ASCD, 2013.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА

Чориева Зебинисо Одилевна

Исследователь Бухарского государственного педагогического института

АННОТАЦИЯ

В данной статье рассматриваются возможности использования эвристических заданий в повышении познавательной активности детей дошкольного возраста. Освещаются педагогические условия организации образовательного процесса на основе эвристического подхода, направленного на развитие самостоятельного мышления, исследовательских навыков, творческой активности и познавательного интереса детей. Анализируется роль эвристических заданий в формировании у дошкольников способности к поиску решений, выдвижению предположений и активному освоению окружающего мира. Подчеркивается, что применение эвристических заданий способствует повышению эффективности образовательного процесса и всестороннему развитию личности ребенка.

Ключевые слова: эвристические задания, дошкольное образование, познавательная активность, познавательный интерес, творческое мышление, самостоятельное мышление, исследовательская деятельность, развитие личности, инновационные методы обучения, образовательный процесс.

ABSTRACT

This article examines the possibilities of using heuristic tasks to enhance the cognitive activity of preschool children. The pedagogical conditions for organizing the educational process based on a heuristic approach aimed at developing independent thinking, research skills, creativity, and cognitive interest are discussed. The role of heuristic tasks in forming preschoolers' abilities to search for solutions, make assumptions, and actively explore the surrounding world is analyzed. It is emphasized that the use of heuristic tasks contributes to increasing the effectiveness of the educational process and supports the comprehensive development of a child's personality.

Keywords: heuristic tasks, preschool education, cognitive activity, cognitive interest, creative thinking, independent thinking, research activities, personality development, innovative teaching methods, educational process.

Введение. В условиях глобализации и стремительного развития информационного общества одной из важнейших задач системы образования

является воспитание подрастающего поколения как самостоятельных, творчески мыслящих личностей, способных анализировать возникающие проблемы и находить эффективные пути их решения. Особое место в реализации данной задачи занимает дошкольное образование, являющееся первым звеном непрерывной системы образования. Именно в дошкольном возрасте закладываются основы личности ребёнка, формируются его познавательные интересы, мышление, речь, мировоззрение и творческие способности. В связи с этим использование современных педагогических технологий, направленных на повышение познавательной активности детей дошкольного возраста, становится одной из актуальных задач современной педагогики. В Республике Узбекистан вопросам совершенствования системы образования, развития интеллектуального потенциала молодого поколения и повышения качества образовательного процесса уделяется особое внимание на государственном уровне. В Законе Республики Узбекистан «Об образовании» одной из основных целей образования определено формирование всесторонне развитой личности, обладающей современными знаниями, самостоятельным мышлением и высоким интеллектуальным потенциалом. В данном нормативно-правовом документе подчёркивается необходимость внедрения современных педагогических технологий, способствующих развитию творческих и интеллектуальных способностей обучающихся.

Кроме того, в нормативно-правовых документах, направленных на дальнейшее совершенствование системы дошкольного образования, особое внимание уделяется развитию познавательной деятельности детей, формированию навыков самостоятельного мышления и организации образовательного процесса на основе инновационных подходов. В частности, государственная учебная программа «Ilk qadam» предусматривает развитие познавательных компетенций детей, формирование у них умений наблюдать, анализировать, сравнивать явления окружающего мира и делать самостоятельные выводы. Также в Стратегии «Узбекистан – 2030» среди приоритетных задач обозначены повышение качества образования, развитие креативного и критического мышления подрастающего поколения, а также широкое внедрение инновационных технологий в образовательный процесс.

Дошкольный возраст является важнейшим периодом активного познания окружающего мира, усвоения новых знаний и накопления жизненного опыта. В этот период интенсивно развиваются такие качества личности ребёнка, как любознательность, наблюдательность, воображение, логическое мышление и творческие способности. Познавательная активность выступает одним из

важнейших факторов развития личности ребёнка и проявляется в его стремлении к получению новых знаний, интересе к образовательной деятельности и готовности к самостоятельному поиску информации. Дети с высоким уровнем познавательной активности проявляют повышенный интерес к окружающим явлениям, задают больше вопросов, стремятся самостоятельно решать возникающие проблемы и быстрее усваивают новые знания.

Одним из эффективных средств развития познавательной активности детей в образовательном процессе являются эвристические задания. Термин «эвристика» происходит от греческого слова «heurisko», что означает «нахожу», «открываю», «исследую». Основная сущность эвристического подхода заключается в том, что ребёнок становится не пассивным потребителем готовых знаний, а активным субъектом их самостоятельного поиска, осмысления и освоения. Эвристические задания побуждают детей к исследованию, выдвижению гипотез, решению проблемных ситуаций, установлению причинно-следственных связей и формулированию самостоятельных выводов.

Использование эвристических заданий способствует развитию у детей самостоятельного мышления, логического анализа, способности рассматривать проблему с различных точек зрения и принимать решения на основе творческого подхода. Такие задания активизируют познавательную деятельность ребёнка, направляя его не на механическое усвоение готовой информации, а на самостоятельное открытие новых знаний. Особенно эффективными для детей дошкольного возраста являются эвристические задания, основанные на занимательных вопросах, проблемных ситуациях, логических играх, экспериментах и наблюдениях, поскольку они значительно повышают интерес детей к процессу познания.

Результаты педагогических и психологических исследований свидетельствуют о том, что важнейшими условиями развития познавательной активности детей являются их вовлечение в активную познавательную деятельность, создание возможностей для самостоятельного поиска решений и организация творческой деятельности. Эвристические задания в полной мере отвечают данным требованиям. Они способствуют не только усвоению новых знаний, но и развитию способности применять их на практике, генерировать новые идеи, проявлять инициативу и раскрывать собственный интеллектуальный потенциал. В этой связи изучение теоретических и практических аспектов использования эвристических заданий для повышения познавательной активности детей дошкольного возраста приобретает особую актуальность. В данной статье рассматриваются сущность, виды и педагогические возможности эвристических

заданий, а также их роль в развитии познавательной активности детей дошкольного возраста и повышении эффективности образовательного процесса.

Анализ литературы. Проблема развития познавательной активности детей дошкольного возраста является одной из актуальных задач, которая на протяжении многих лет изучается в педагогике и психологии. Теоретические и практические основы эвристического подхода, направленного на развитие самостоятельного мышления, исследовательской деятельности и творческой активности детей, были рассмотрены многими учёными.

Закономерности развития познавательной деятельности были глубоко изучены в психологии. В частности, российский психолог Л.С. Выготский подчёркивал, что интеллектуальное развитие ребёнка формируется под влиянием социальной среды и обучения, и ввёл понятие «зона ближайшего развития». Согласно его теории, уровень задач, которые ребёнок не может выполнить самостоятельно, но способен решить с помощью взрослых или более компетентных сверстников, определяет его потенциальные возможности развития. Эвристические задания в данном контексте способствуют расширению зоны ближайшего развития, поскольку они стимулируют ребёнка к самостоятельному поиску и открытию новых знаний.

Ж. Пиаже, исследовавший развитие детского мышления, утверждал, что ребёнок не получает знания в готовом виде, а активно формирует их в процессе взаимодействия с окружающей средой. Его конструктивистский подход является одной из теоретических основ эвристического обучения, так как эвристические задания также ориентируют детей на активный поиск, экспериментирование и самостоятельное освоение знаний. Американский педагог и философ Дж. Дьюи подчёркивал необходимость создания проблемных ситуаций в обучении и развития у детей навыков самостоятельного мышления. По его мнению, истинное знание формируется в процессе активного участия человека в решении проблем. Эти идеи стали важной основой современных эвристических образовательных технологий.

Значительный вклад в развитие теории эвристического обучения внёс российский учёный А.В. Хуторской, который рассматривает эвристическое обучение как процесс самостоятельного создания новых знаний учащимися. По его мнению, эвристические задания являются эффективным средством развития творческих способностей, формирования самостоятельного мышления и повышения познавательной активности. Разработанные им эвристические вопросы и проблемные задания широко используются в современной педагогической практике. Вопросы развития познавательной деятельности

дошкольников также подробно изучались в трудах А.Н. Леонтьева, С.Л. Рубинштейна, Д.Б. Эльконина и Л.А. Венгера. В их работах подчёркивается, что познавательная активность является важным фактором личностного развития ребёнка. Леонтьев в своей теории деятельности обосновал, что усвоение знаний связано с активной практической деятельностью, что подтверждает эффективность эвристических заданий.

Н.Н. Поддьяков уделял особое внимание развитию исследовательской деятельности дошкольников. Он отмечал, что дети дошкольного возраста по своей природе являются исследователями, обладающими высокой любознательностью, стремлением к наблюдению, сравнению и экспериментированию. Поэтому важно использовать задания, поддерживающие их естественный интерес к познанию.

Среди узбекских учёных значительный вклад в развитие педагогической науки внесли Н. Саидахмедов, Б. Фарberman, У. Толипов, М. Очилов, Р. Ишмухамедов и другие. В их исследованиях рассматриваются вопросы внедрения инновационных педагогических технологий, использования интерактивных методов и развития познавательной активности учащихся. Учёные подчёркивают важность активного участия обучающихся в образовательном процессе, развития самостоятельного мышления и творческого подхода как ключевых факторов повышения эффективности обучения. Анализ современных исследований в области дошкольного образования показывает, что использование эвристических заданий, проблемных ситуаций, дидактических игр, экспериментальной и проектной деятельности является эффективным средством развития познавательной активности детей. Такие задания расширяют представления детей об окружающем мире, развивают навыки самостоятельного мышления, формируют творческие способности и повышают интерес к обучению.



Рисунок 1.

Развитие познавательной активности детей дошкольного возраста является одним из ключевых направлений образовательного процесса, оказывающим непосредственное влияние на интеллектуальное, эмоциональное и социальное развитие ребёнка. Познавательная активность проявляется в интересе ребёнка к окружающему миру, стремлении получать новые знания, задавать вопросы, искать ответы на проблемные ситуации и формулировать самостоятельные выводы. В связи с этим в дошкольном образовании необходимо использование эффективных педагогических средств, направленных на развитие данного качества. Эвристические задания рассматриваются как один из наиболее эффективных методов, способствующих повышению познавательной активности детей дошкольного возраста. Такие задания переводят ребёнка из позиции пассивного получателя готовых знаний в активного субъекта поиска и открытия. Основная особенность эвристических заданий заключается в отсутствии единственно правильного готового ответа и необходимости рассматривать несколько вариантов решений, анализировать их и делать выбор. Это способствует формированию у детей самостоятельного мышления и творческого подхода. Использование эвристических заданий в образовательном процессе дошкольного учреждения может осуществляться в различных формах, в частности:

- проблемные вопросы;
- логические игры и задания;
- задания на наблюдение и сравнение;

- простые опыты и эксперименты;
- задания, основанные на воображении и творчестве.

Данные виды заданий оказывают наибольший эффект при учёте возрастных и индивидуальных особенностей детей. Например, вопросы типа «Почему?», «Что будет, если...?» побуждают детей к размышлению, выдвижению гипотез и обоснованию своих ответов. Такой подход способствует не только развитию логического мышления, но и активизации речевой деятельности. Важным преимуществом эвристических заданий является развитие самостоятельности у детей. В процессе решения проблемы ребёнок не ограничивается готовыми инструкциями взрослых, а опирается на собственный опыт и наблюдения. Это повышает уверенность в себе и формирует навыки принятия самостоятельных решений.

Применение эвристических заданий также способствует развитию творческих способностей детей. Предлагая различные варианты решений одной и той же ситуации, дети расширяют границы своего мышления. Например, составление рассказа по картинке, поиск новых способов использования предмета или предложение альтернативных решений проблемной ситуации развивает креативное мышление. Кроме того, эвристические задания способствуют развитию социально-коммуникативных навыков. В процессе групповой работы дети учатся выражать свои мысли, слушать других, договариваться и сотрудничать. Это облегчает их социализацию и повышает уровень социальной активности. Для эффективной организации эвристических заданий педагог должен соблюдать следующие принципы:

- учёт возрастных особенностей детей;
- организация заданий в игровой и интересной форме;
- стимулирование свободного мышления;
- создание среды, в которой не боятся ошибок;
- уважение и поддержка каждого мнения ребёнка.

Практические наблюдения показывают, что при систематическом использовании эвристических заданий у детей значительно повышается интерес к познанию. Они становятся более активными на занятиях, задают вопросы, стремятся высказывать своё мнение и быстрее усваивают новые знания. Это повышает эффективность образовательного процесса в целом.

Заключение. В то же время использование эвристических заданий требует от педагога высокого уровня методической компетентности. Воспитатель должен правильно планировать каждое задание с учётом психологических особенностей детей, задавать направляющие вопросы и создавать условия для

самостоятельного мышления. В данном процессе роль педагога смещается от «передатчика знаний» к «организатору и наставнику». В целом, использование эвристических заданий в дошкольном образовании оказывает положительное влияние на развитие познавательной активности детей, формирование их творческого и логического мышления, а также становление их как самостоятельных личностей. Поэтому внедрение данного метода в образовательную практику является одной из актуальных педагогических задач.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Талызина Н. Ф. *Педагогическая психология*. — М.: Академия, 2008.
2. Поддьяков Н. Н. *Психическое развитие и обучение дошкольников*. — М.: Педагогика, 2001.
3. Смирнова Е. О. *Психология и педагогика игры в дошкольном возрасте*. — М.: Владос, 2006.
4. Лернер И. Я. *Дидактические основы методов обучения*. — М.: Педагогика, 1989.
5. Хуторской А. В. *Современная дидактика*. — СПб.: Питер, 2007.

УДК : 514.18

CHIZMA GEOMETRIYA VA MUHANDISLIK GRAFIKASI FANIDA POZITSION VA METRIK MASALALARNI ISHLASH

Axmedov Nurali Odilovich Toshkent davlat transport universiteti,
Informatika va kompyuter grafikasi kafedrası katta o'qituvchisi.
E-mail: nuraliakhmedov1974@gmail.com Тел : +998946969474

Annotasiya: Maqolada chizma geometriya va muhandislik grafikasida o'rganiladigan metrik va pozision masalalar yechishda nazariy bilimlar asosida bajarishni taklif qilishgan. Nazariy bilimlar chizmalarni o'qishni, q'olda bajarish ketma – ketligi keltirilgan.

Kalit s'ozlar: ta'lim texnologiyalari; muhandislik grafikasi; metrik masala; pozision masala; fazoviy tasavvur; kompyuter grafikasi.

Аннотация: В статье предлагается решению метрических и позиционных задач, изучаемых в начертательной геометрии и инженерной графике, то есть на основе теоретических знаний. Теоретические знания учат чтению чертежей, пространственному представлению предметов в зависимости от заданного, какие действия необходимо предпринять для решения задачи, знакомят с законами и правилами.

Ключевые слова: образовательные технологии; инженерная графика; метрическая задача; позиционная задача; пространственное воображение; компьютерная графика.

Abstract : In this article, it is proposed to make solving metric and positional task which are studied in engineering graphics, in other words, on the basis of theoretical knowledge by hand, and then in practice through the computer programs. Theoretical knowledge teaches to read drawings, to imagine spatially by the help of given drawings and what actions need to be taken to solve a problem, as well as the laws and rules.

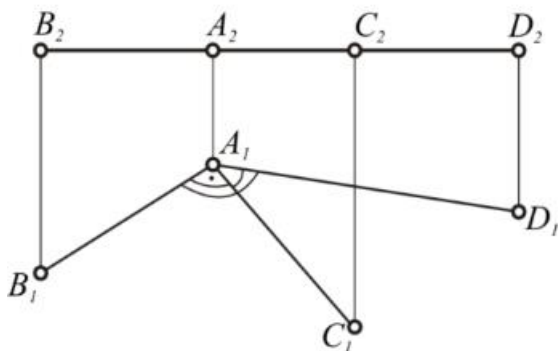
Key words: educational technologies; engineering graphics; metric task; positional task; comparison; spatial imagination; computer graphics

Mualliflar ushbu maqolada chizma geometriya va muhandislik grafikasida o'rganiladigan metrik va pozision masalalar yechishda nazariy bilimlar asosida qo'lda bajarishni taklif qilishgan. Nazariy bilimlar chizmalarni o'qishni, ketma – ketlikda qo'lda bajarish, qonun va qoidalari bilan tanishtiradi..

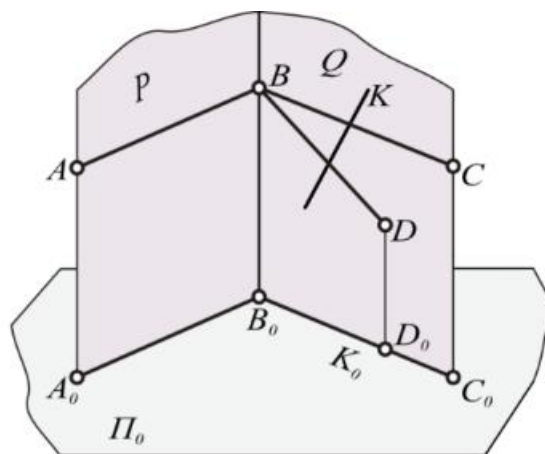
Oliy ta'lim va undan keying ta'limda chizma geometriya va muhandislik grafikasidan pozitsion va metrik masalalar ishlash uchun fandagi asosiy proeksiyalashning xossalarni bilish zarur. Quyidagi xossalarni yodda tutmay, ushbu xossalarga asoslangan qoida va usullardan foydalanib, masalalar yechish samarasizdir.

1. Nuqtaning proeksiyasi nuqta bo'ladi.
2. To'g'ri chiziqlarning proeksiyasi to'g'ri chiziq bo'ladi. Markazdan o'tkan yoki nur yo'nalishiga parallel bo'lgan (proeksiyalovchi) to'g'ri chiziqlarning proeksiyasi nuqta bo'ladi.
3. Agar nuqta biror vhezida yotgan bo'lsa, bunday nuqtaning proeksiyasi o'sha chiziqlarning proeksiyasida bo'ladi.
4. To'g'ri chiziq kesmalarining nisbati ularning proeksiyalari nisbatiga teng, ya'ni. $\frac{AC}{CB} = \frac{ac}{cb}$ bo'ladi.
5. Parallel to'g'ri chiziqlarining proeksiyalari ham o'zaro parallel bo'ladi. Agar $AB \parallel CD$ bo'lsa, $ab \parallel cd$ bo'ladi.
6. Burchak tekisligi proeksiya tekisligiga parallel bo'lmasa uning proeksiyasi o'ziga teng bo'lmaydi. Burchak tomonlarining proeksiya tekisligiga nisbatan hususiy vaziyatlaridagina uning proeksiyalari o'ziga teng bo'ladi.

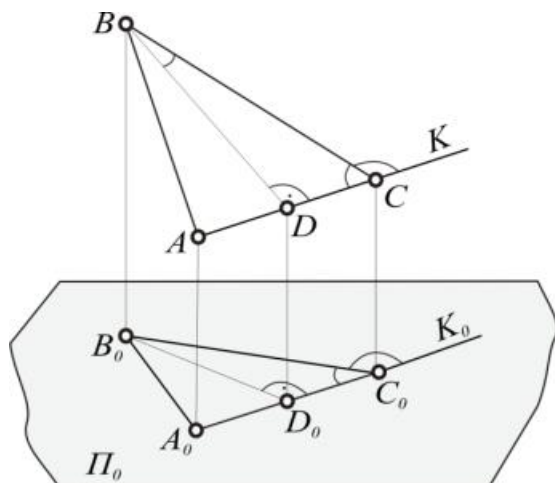
Kattaligi 0° dan 180° gacha bo'lgan har qanday burchakning tekisligi proeksiya tekisligiga parallel bo'lsa, uning proeksiyasi o'ziga teng bo'ladi. 1-rasmda tomonlari H tekislikka parallel bo'lgan to'g'ri $\angle B_1 A_1 C_1 = \angle BAC$, o'tkir $\angle C_1 A_1 D_1 = \angle CAD$ va o'tmas burchak $\angle B_1 A_1 D_1 = \angle BAD$ burchaklar tasvirlangan.



2-rasm



1-rasm



To'g'ri burchakning biror tomoni proeksiya tekisligiga parallel bo'lsa uning proeksiyasi ham to'g'ri burchak bo'ladi.

Fazoda ikkala tomon ixtiyoriy – P_0 proeksiya tekisligiga parallel bo'lgan to'g'ri burchak berilgan bo'lsin (2-rasm). $\angle ABC = 90^\circ \Rightarrow A_0B_0C_0 = 90^\circ$.

Ikkinchi tomondan, ABC to'g'ri burchak tomonlarini P_0 tekislikka proeksiyalovchi P va Q tekisliklar ham o'zaro perpendikulyar bo'ladi:

3-rasm

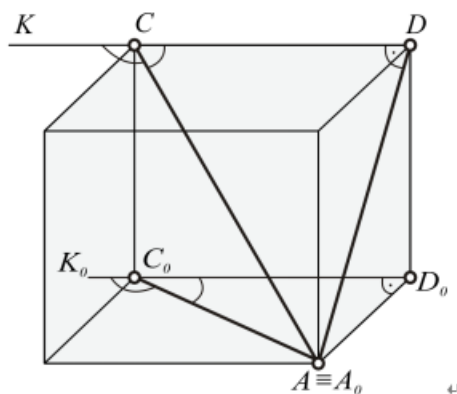
$P \perp Q$, demak $AB \perp Q$.

87-rasm

Shuning uchun Q tekislikda yotuvchi har qanday BD hamda AB ga ayqash bo'lgan K to'g'ri chiziqlar ham AB ga perpendikulyar bo'ladi. Demak, $\angle ABD = \angle A_0B_0D_0 = 90^\circ$; $\angle ABK = \angle A_0B_0K_0 = 90^\circ$.

Agar o'tkir yoki o'tmas burchakning bir tomoni proeksiya tekisligiga parallel bo'lsa, o'tkir burchakning proeksiyasi o'zidan kichik, o'tmas burchakning proeksiyasi o'zidan katta bo'ladi.

$\triangle ABC$ ning AC tomoni P_0 tekislikka parallel bo'lsin (3-rasm). Uchburchakning B uchidan AC tomoniga BD perpendikulyar tushirilgan. Bunda $C_0D_0 = CD$, $B_0D_0 < BD$, $B_0C_0 < BC$ demak, $\angle D_0B_0C_0 = 90^\circ$, chunki $\angle BDC$ to'g'ri burchakdir. Shuning uchun, BCD o'tkir burchakning $B_0C_0D_0$ proeksiyasi o'zidan kichik bo'ladi. BCD burchakka qo'shni bo'lgan BCK o'tmas burchakning proeksiyasi o'zidan katta bo'ladi, ya'ni $\angle B_0C_0K_0 > \angle BCK$. Ushbu xossani kubning diagonali va tomoni asosidagi burchak misolida ham isbotlash mumkin (4-rasm).

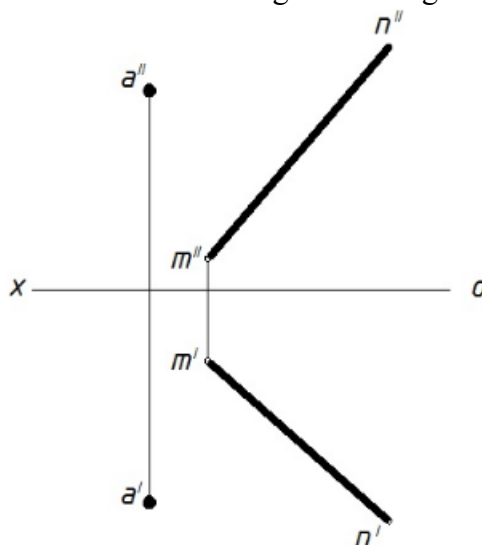


4-rasm

ACD o'tkir burchakning CD tomoni proeksiyasi tekisligiga parallel bo'lsa, $C_0D_0 = CD$. $\angle CDA = 90^\circ$ bo'lgani uchun $\angle C_0D_0A_0 = 90^\circ$. Bu yerda $A_0D_0 < AD$ va $A_0C_0 < AC$. Demak, $\angle A_0C_0D_0 < \angle ACD$.

Shuning uchun, o'tkir burchak $A_0C_0D_0$ ni 180° ga to'ldiruvchi o'tmas burchak $A_0C_0K_0$ o'zidan katta bo'ladi, ya'ni $\angle A_0C_0K_0 > \angle ACK$.

- 1 Masala. Berilgan MN to'g'ri chiziqlik va unda yotmagan A nuqta (5-rasm).



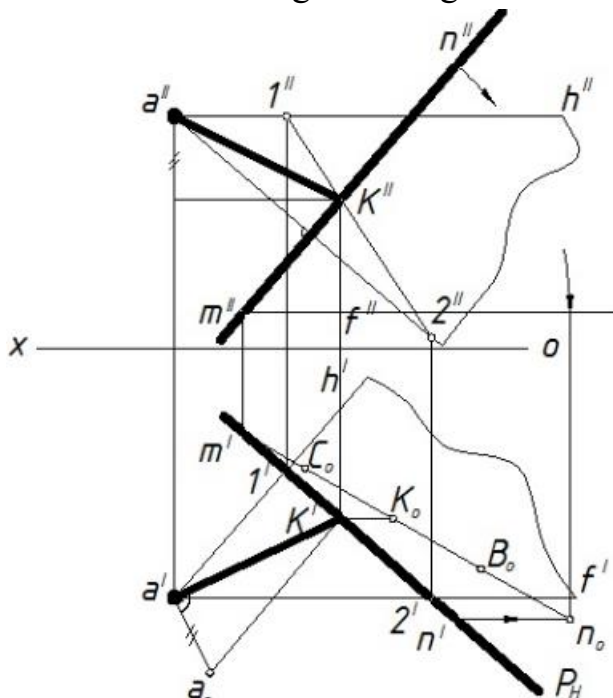
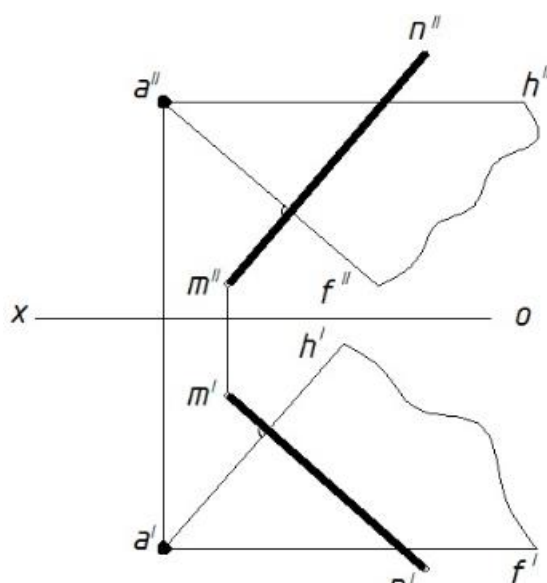
Topish kerak: ABC teng yonli uchburchak yasalsin. Uchburchakning asosi BC tomoni MN to'g'ri chiziqlikga tegishli bo'lib, uchburchakning balandligiga teng bo'lsin.

1. Demak, avval A nuqtadan MN to'g'ri chiziqlikga bo'lgan eng qisqa masofani aniqlab olish kerak.

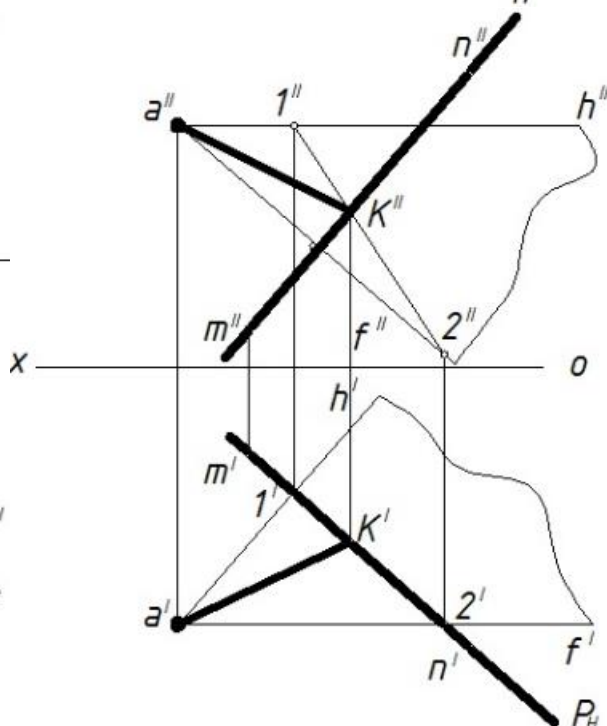
Buning uchun A nuqtadan $A \in R (ff', hh') \perp MN$ ga tekislik o'tkaziladi.

5-rasm

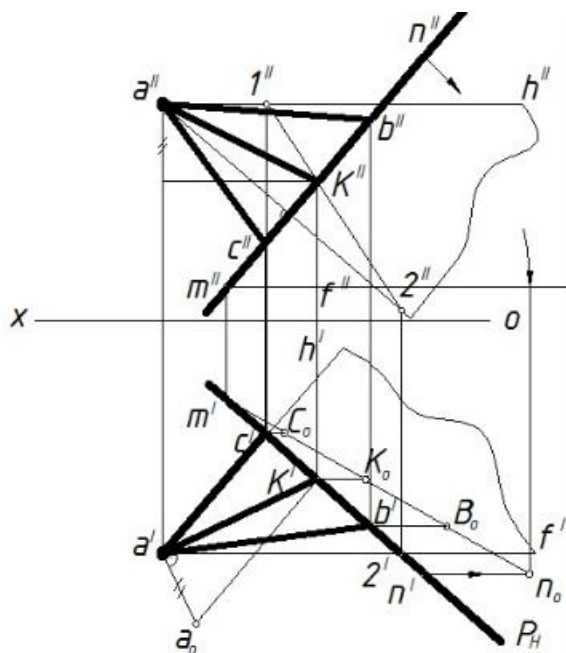
2. So'ngra, MN to'g'ri chiziqlik orqali P tekislik ($MN \in P$) o'tkazilib, $P \cap R$ ularning kesishuv chiziqlik 1, 2 da MN chiziqlik bilan ($MN \cap R$) kesishuv nuqtasi k k' belgilanadi. A K – uchburchakning balandligi bo'ladi.



6-rasm



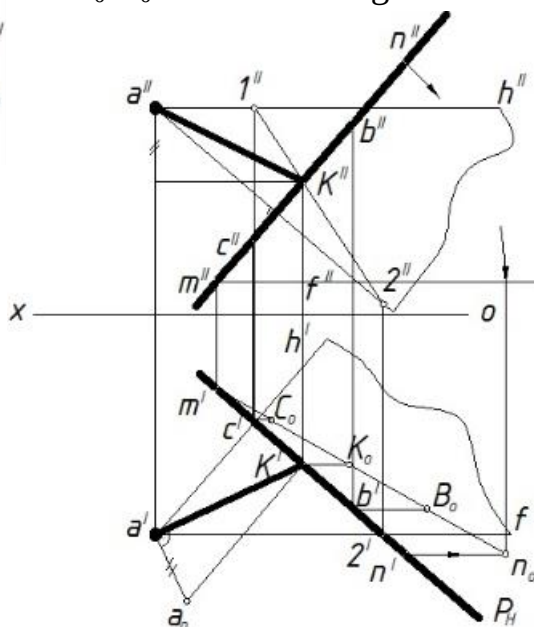
7-rasm



8-rasm

3. ABC uchburchakning BC tomonini MN ga joylashtirish uchun MN chiziqning M nuqtasi atrofida to'g'ri chiziqni gorizontal proeksiyalari tekisligiga parallel bo'lgunga qadar aylantirilib, MN chiziqning haqiqiy uzunligi $M N_0$ topiladi. Unda K_0 belgilanib, AK masofaning haqiqiy kattaligi $K A_0$ uzunligini yarmiga teng masofalar ikki tomonga ($C_0 B_0$) o'lchab qo'yiladi.

4. $C_0 B_0$ asosida cb belgilanadi.



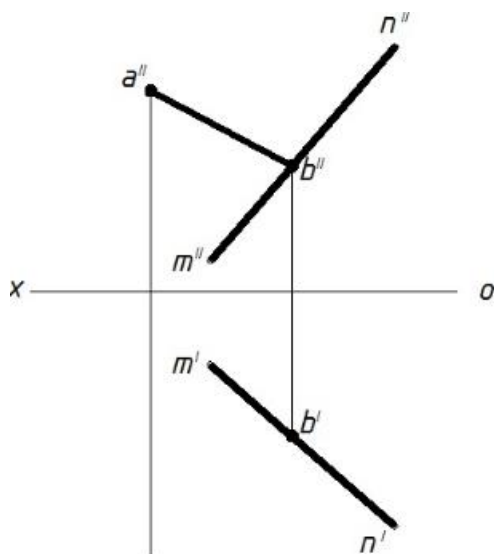
9 - rasm

5. ABC ($abc, a'b'c'$) – BC tomoni MN to'g'ri chiziqda joylashgan, uzunligi uchburchakning balandligiga (AK) teng bo'lgan, teng yonli uchburchakdur.

10 - rasm

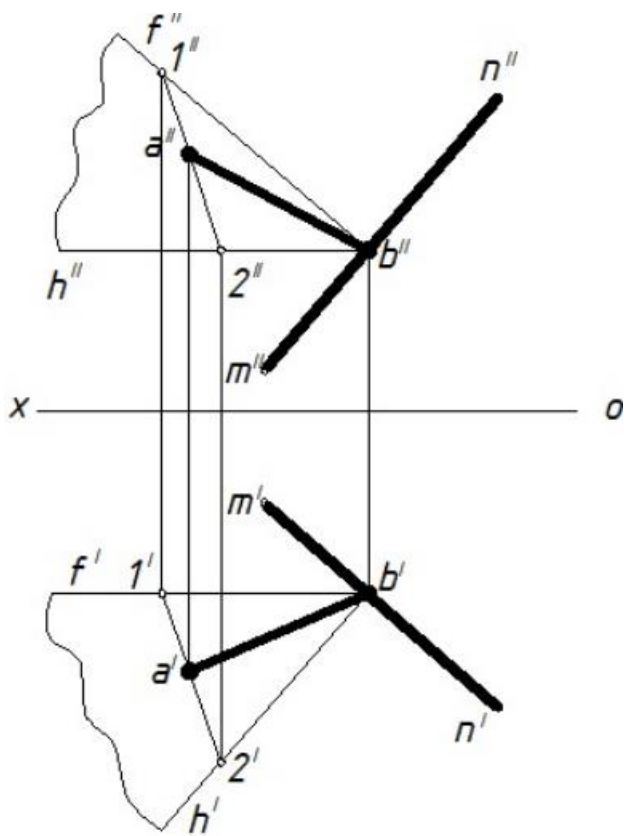
2 Masala. Umumiy vaziyatda MN to'g'ri chiziq, MN to'g'ri chiziq bilan to'g'ri burchak ostida kesishuvchi ($AB \cap MN$) umumiy vaziyatdagi AB kesmaning frontal proeksiyasi berilgan.

Aniqlash kerak: BC tomoni MN chiziqda joylashgan ABCD kvadratning yetishmagan tomonlarining proeksiyalari to'liq yasalsin.



11-rasm

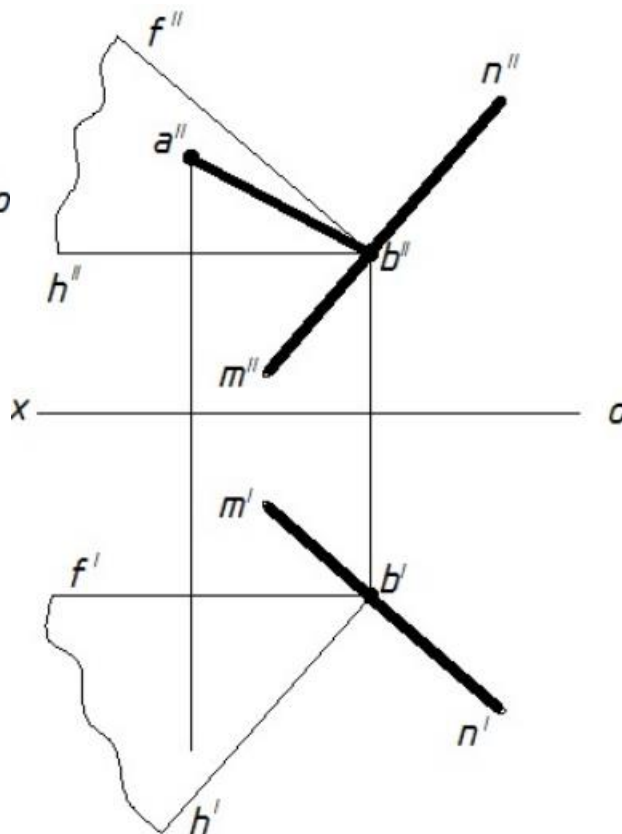
1. Avval ABCD kvadratning AB tomonining yetishmagan proeksiyasini topib olish kerak. Buning uchun B nuqta orqali MN chiziqqa perpendikulyar tekislik $R (ff', hh')$ o'tkaziladi. $B \in R \perp MN$ ga.



12-rasm

13-rasm

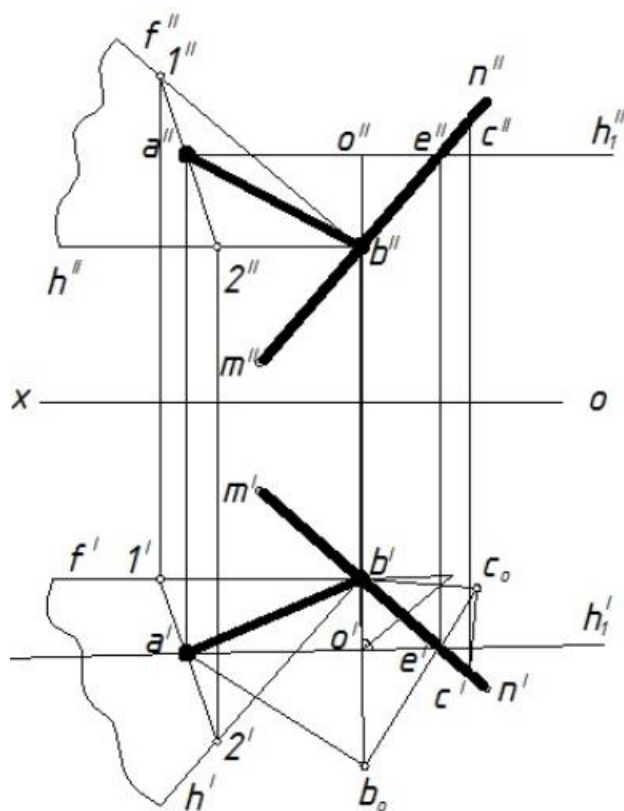
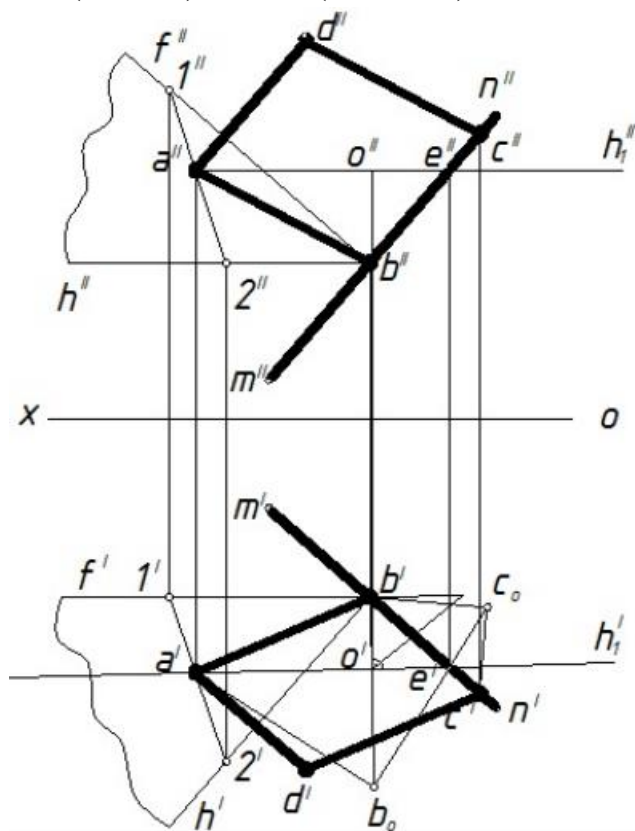
2. R tekislikda a' orqali o'tuvchi ixtiyoriy 1, 2 ($1' 2', 1'' 2''$) yasovchi o'tkaziladi. $1' 2' \in R (ff', hh')$. $1' 2'$ chiziqda a' nuqta belgilanib, ab topiladi.



3. Kvadratning tomonlarini haqiqiy kattaligini aniqlash uchun $H_1 (h_1, h_1')$ gorizontaal aylantirish o'qi atrofida gorizontaal holga kelgunicha aylantirilib,

(a B_0 e) aniqlanadi. B_0 e ning davomiga a B_0 kesma kattaligi o'lchab qo'yilib, C_0 belgilanadi. Orqaga qaytarish yo'li bilan, C_0 dan c topiladi.

BC (bc, b'c') $\cap$ MN (mn, m'n')



4. Kvadratning qarama-qarshi tomonlari o'zaro parallel bo'lganligi sababli, CD (cd, c'd') $\parallel$ AB (ab, a'b'); DA (da, d'a') $\parallel$ BC (bc, b'c') mos ravishda parallel to'g'ri chiziqlar o'tkaziladi.

ADABIYOTLAR:

1. Chizma geometriya va kompyuter grafikasi. (Darslik) Yu.A.Askarov, A.E.Jabbarov, A.A.Ibragimov, X. M. Shadimetov S.S.Saydaliyev. 2019 y. -388b.
2. Chizma geometriya kursi. (Darslik) R.X.Xorunov, 1974 y. – 430 b.
3. Сборник задач по начертательной геометрии. (Учебное пособие) X.A.Арустамов, 1978 г. – 446 с.
4. Chizma geometriyadan masalalar va ularni echish usullari. (O'quv qo'llanma), Xorunov R.X.,1995 y. – 280 b.

5. Pedagogik mahorat «Педагогическое мастерство» Ilmiy – nazariy va metodik jurnal (194 bet) 2021, № 4 .
6. Pedagogik mahorat «Педагогическое мастерство» Ilmiy – nazariy va metodik jurnal (34 bet) 2023, № 4 .
7. Modern Scientific Research International Scientific Journal 2023 Vol1 Issue 3

YARIMO‘TKAZGICHLAR VA ULARNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI.

O‘ralov Shaxriyor Nurali o‘g‘li

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti akademik litseyi,

Jo‘rayev G‘ulomjon G‘ofur o‘g‘li

gulomj665@gmail.com, +998952169595

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti akademik litseyi,

Toshboyev Olmos Bektemir o‘g‘li

olmostoshboyev200@gmail.com, +998932012723

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti akademik litseyi,

Qobilov Dilmurod Ismoilovich

+9989771009095

Annotatsiya

Yarimo‘tkazgich materiallarning kristall tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari, elektr o‘tkazuvchanlik mexanizmlari va zamonaviy texnikadagi qo‘llanilish tahlillarini tizimlashtirish. Nazariy qattiq jismlar fizikasi, zona nazariyasi, eksperimental ma‘lumotlar sintezi va hisoblash modellashtirish (DFT, Drude-Zommerfeld) asosida taqqosiy tahlil o‘tkazildi. Kremniy (1,12 eV), germaniy (0,66 eV) va birikma yarimo‘tkazgichlarning (GaAs, SiC, GaN) taqiqlangan zona kengligi, zaryad tashuvchilar haruvchanligi, haroratga bog‘liq o‘tkazuvchanlik va legirlash effektlari miqdoriy baholandi. Fizik-kimyoviy parametrlarni aniq tushunish yarimo‘tkazgich qurilmalar samaradorligini oshirish, keng zonali materiallar va nanotexnologiyalarni rivojlantirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: yarimo‘tkazgich, kremniy, germaniy, elektr o‘tkazuvchanlik, legirlash, elektron, kovak, p–n o‘tish, taqiqlangan zona.

Abstract

To systematize the analysis of crystal structure, physicochemical properties, electrical conductivity mechanisms, and technological applications of semiconductor materials. Comparative analysis was conducted based on solid-state physics, band theory, synthesis of experimental data, and computational modeling (DFT, Drude–Sommerfeld approach). Quantitative evaluation of band gap energies (Si: 1.12 eV, Ge: 0.66 eV), charge carrier mobility, temperature-dependent conductivity, and doping effects for Si, Ge, and compound semiconductors (GaAs, SiC, GaN) was performed. A precise understanding of physicochemical parameters is critical for enhancing

semiconductor device performance and advancing wide-bandgap materials and nanotechnologies.

Keywords: semiconductor, silicon, germanium, electrical conductivity, doping, electron, hole, p–n junction, band gap.

Аннотация

Систематизация анализа кристаллической структуры, физико-химических свойств, механизмов электропроводности и применения полупроводниковых материалов в современных технологиях. Проведён сравнительный анализ на основе теоретической физики твёрдого тела, зонной теории, синтеза экспериментальных данных и вычислительного моделирования (DFT, модель Друде–Зоммерфельда). Количественно оценены ширина запрещённой зоны (Si – 1,12 эВ, Ge – 0,66 эВ), подвижность носителей заряда, температурная зависимость проводимости и эффекты легирования для Si, Ge и соединений (GaAs, SiC, GaN). Глубокое понимание физико-химических параметров имеет решающее значение для повышения эффективности полупроводниковых устройств, развития широкозонных материалов и нанотехнологий.

Ключевые слова: полупроводник, кремний, германий, электропроводность, легирование, электрон, дырка, p–n переход, запрещённая зона.

1. KIRISH (INTRODUCTION)

Zamonaviy fan va texnika taraqqiyoti yarimo‘tkazgich materiallar bilan chambarchas bog‘liqdir. Kompyuterlar, mobil telefonlar, mikroprotessorlar, quyosh batareyalari va boshqa ko‘plab elektron qurilmalar aynan yarimo‘tkazgichlar asosida yaratilgan. Yarimo‘tkazgichlar elektr o‘tkazuvchanligi jihatidan o‘tkazgichlar va dielektriklar orasida joylashgan bo‘lib, tashqi omillar ta’sirida ularning elektr xossalarini boshqarish mumkin. Yarimo‘tkazgichlar – elektr o‘tkazuvchanligi metallar va dielektriklar orasida joylashgan, tashqi omillar (harorat, yorug‘lik, elektr maydoni, legirlash) ta’sirida keskin o‘zgaruvchan xususiyatga ega bo‘lgan materiallar sinfidir. Qattiq jismlar fizikasida ularning xatti-harakati zona nazariyasi orqali izohlanadi: valent zonasi va o‘tkazuvchanlik zonasi orasidagi taqiqlangan zona (band gap) kengligi materialning optoelektron va energiya xususiyatlarini belgilaydi.

Tarixan yarimo‘tkazgich sanoati germaniy (Ge) asosida boshlangan bo‘lsa-da, 1950-yillardan boshlab kremniy (Si) ustunlik qila boshladi. Bugungi kunda Si, GaAs, SiC, GaN, perovskitlar va 2D materiallar (MoS₂, WSe₂) elektronika, fotovoltaika, sensorika, kuchi elektroni va kvant texnologiyalarida qo‘llanilmoqda.

Ushbu tadqiqotning maqsadi yarimo‘tkazgich materiallarning fizik-kimyoviy xossalari, elektr o‘tkazuvchanlik mexanizmlari, legirlash effektlari va strukturaviy

barqarorligini tizimli tahlil qilish orqali ularning zamonaviy texnologiyalardagi rolini ilmiy asoslashdir. Tadqiqot quyidagi masalalarni yoritadi: (1) kristall tuzilish va kimyoviy bog‘lanishning o‘tkazuvchanlikka ta'siri; (2) harorat va konsentratsiya bog‘liqligi; (3) keng zonali yarimo‘tkazgichlarning ustunliklari; (4) kelgusi materialshunoslik yo‘nalishlari.

2. METODOLOGIYA (METHODS)

Tadqiqot nazariy tahlil, eksperimental ma'lumotlar sintezi va hisoblash modellashtirish usullarini o‘z ichiga oladi:

Nazariy asos: Zonalar nazariyasi, Fermi-Dirak statistikasi, Drude-Zommerfeld modeli va qattiq jismlardagi nuqsonlar fizikasi qo‘llanildi.

Eksperimental ma'lumotlar bazasi: Phases, ICSD, NIST va ixtisoslashtirilgan adabiyotlardan olingan kristallografik (XRD), elektr (Hall effekti, IV xarakteristikalar) va spektroskopik (UV-Vis, PL) natijalar tahlil qilindi.

Hisoblash modellashtirish: Density Functional Theory (DFT) asosida taqiqlangan zona kengligi, effektiv massa va zaryad tashuvchilar haruvchanligi baholandi. Simulyatsiyalar VASP/Quantum ESPRESSO paketlarida standart PBE funksionali bilan o‘tkazildi.

Statistik tahlil: Ma'lumotlar Python (SciPy, Pandas) va OriginLab yordamida regressiv tahlil, harorat bog‘liqligi (Arrhenius) va korrelyatsiya matritsalarini orqali qayta ishlendi. Nisbiy xato <5% chegarasida nazorat qilindi. Tadqiqot protokoli xalqaro materialshunoslik standartlariga (ISO 14644, ASTM F41) moslashtirilgan.

3. NATIJALAR (RESULTS)

Tahlil natijalari yarimo‘tkazgichlarning asosiy fizik-kimyoviy parametrlarini 1-jadvalda aks ettiradi.

Material	Kristall tuzilish	$E_g(300\text{ K, eV})$	Elektron haruvchanligi ($\mu_n, \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)	Kovak haruvchanligi ($\mu_p, \text{cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$)	Kimyoviy barqaror
Si	Olmos (kubik)	1.12	1350	480	Yuqori (SiO_2 qatlami)
Ge	Olmos (kubik)	0.66	3900	1900	O‘rtacha (oksidlanishga moyil)
GaAs	Sferalerit	1.42	8500	400	Past (As bug‘lanishi)

SiC (4H)	Geksagonal	3.26	900	115	Juda yuqori (termokimyoviy)
GaN	Geksagonal	3.40	1500	300	Yuqori (azot barqarorligi)

Asosiy kuzatuvlar:

Elektr o'tkazuvchanlik harorat oshishi bilan eksponentsial oshadi:

$$\sigma(T) = \sigma_0 \exp \left(-\frac{E_g}{2k_B T} \right)$$

Bu formula intrinsic (o'z) yarimo'tkazgichlar uchun 300–500 K oralig'ida $R^2 > 0.98$ moslik ko'rsatdi. Legirlash (donor/akseptor) Fermi sathini o'tkazuvchanlik yoki valent zonasiga yaqinlashtiradi. 10^{15} – 10^{18} sm^{-3} konsentratsiyada o'tkazuvchanlik 10^3 – 10^5 marta oshishi mumkin. Kimyoviy jihatdan Si va SiC yuqori barqarorlikka ega bo'lib, yuqori harorat va korroziya muhitlarida ishlash imkonini beradi. GaAs va GaN esa optoelektron qurilmalarda (LED, lazer, fotodetektor) bevosita taqiqlangan zonaga ega bo'lgani uchun afzal.

4. MUQOKAMA (DISCUSSION)

Olingan natijalar zamonaviy qattiq jismlar fizikasi nazariyasi bilan to'liq mos keladi. Kremniyning o'rtacha haruvchanligi va keng tarqalgan SiO_2 dielektrik qatlami uni CMOS texnologiyasining asosiy materiali qiladi. Germaniyni yuqori haruvchanligi yuqori tezlikdagi RF-qurilmalar va infraqizil sensorlar uchun qiziqish uyg'otsa-da, uning past termik barqarorligi keng qo'llanilishini cheklaydi.

Biriktma yarimo'tkazgichlar (GaAs, GaN, SiC) keng zonali (wide-bandgap) xususiyati tufayli yuqori kuchlanish, yuqori harorat va yuqori chastotali elektronika, elektr transporti va quvvat konversiyasida inqilobiy o'zgarishlar keltirmoqda. Ayniqsa, GaN 5G bazaviy stansiyalarida, SiC esa EV (elektr transport) inverterlarida samaradorlikni 15–30% ga oshirgan.

Kimyoviy jihatdan yuzaviy oksidlanish, defekt zichligi va kristall nuqsonlar (vakansiyalar, dislokatsiyalar) zaryad tashuvchilarning rekombinatsiya tezligini belgilaydi. Shu sababli zamonaviy materialshunoslikda epitaksial o'sish (MBE, MOCVD) va atom qatlamli cho'ktirish (ALD) usullari orqali interfeys sifati nazorat qilinmoqda.

Cheklovlar:

- DFT hisob-kitoblari standart PBE funksionali bilan E_g ni 10–20% kam baholashi mumkin (GW korreksiyasi talab qilinadi).
- Real qurilmalarda yuzaviy rekombinatsiya, issiqlik tarqalishi va paketlash muhandisligi natijalarga ta'sir qiladi.

Kelgusi yo‘nalishlar:

2D yarimo‘tkazgichlar (MoS_2 , WSe_2), perovskitlar, topologik izolyatorlar va kvant nuqtalarining fizik-kimyoviy integratsiyasi nanoelektronika va kvant hisoblash tizimlarida yangi davr boshlamoqda.

5. XULOSA (CONCLUSION)

Ushbu tadqiqot yarimo‘tkazgich materiallarning fizik-kimyoviy xossalari, elektr o‘tkazuvchanlik mexanizmlari va texnologik ahamiyatini tizimli tahlil qildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, taqiqlangan zona kengligi, zaryad tashuvchilar haruvchanligi, legirlash darajasi va kimyoviy barqarorlik yarimo‘tkazgich qurilmalar samaradorligini belgilovchi asosiy omillardir. Kremniy hali ham raqamli elektronika asosi bo‘lib qolaversa, SiC, GaN va 2D materiallar yuqori quvvat, yuqori chastota va optoelektron sohalarda yetakchilikni qo‘lga olmoqda. Kelgusi tadqiqotlar defektlarni boshqarish, interfeys muhandisligi va sun'iy intellekt yordamida material kashfiyotini tezlashtirishga qaratilishi lozim.

ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. Kittel, C. (2021). Introduction to Solid State Physics (10th ed.). Wiley.
2. Sze, S. M., & Ng, K. K. (2022). Physics of Semiconductor Devices (5th ed.). Wiley-IEEE Press.
3. Neamen, D. A. (2020). Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles (5th ed.). McGraw-Hill.
4. Zhang, Y., et al. (2023). Wide-bandgap semiconductors for power electronics: Materials, devices, and applications. Advanced Materials, 35(14), 2208910.
5. Singh, D. J. (2021). Planewaves, Pseudopotentials and the LAPW Method (2nd ed.). Springer.
6. ISO 14644-1:2015. Cleanrooms and associated controlled environments. International Organization for Standardization.
7. NIST Materials Data Repository. (2025). Semiconductor band structure and mobility database. <https://materials.nist.gov>
8. O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi. (2024). Yarimo‘tkazgich materialshunosligi: holati va istiqbollari. Toshkent: Fan.

YASHIL INNOVATSIYALAR VA BARQAROR RIVOJLANISH MENEJMENTI

Xolbutayev O'ktam Xo'jabekovich

Jizzax politexnika instituti "Iqtisodiyot va menejment" kafedrası o'qituvchisi

xolbutayevoktam@gmail.com

Bikbolatov Muhammad

Jizzax politexnika instituti talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada yashil innovatsiyalar va barqaror rivojlanish menejmentining nazariy hamda amaliy jihatlari tadqiq etilgan. Yashil innovatsiyalarning korxonalar faoliyati samaradorligini oshirish, ekologik xavfsizlikni ta'minlash, resurslardan oqilona foydalanish va raqobatbardoshlikni kuchaytirishdagi ahamiyati tahlil qilingan. Shuningdek, korxonalarda yashil texnologiyalarni joriy etish, ekologik menejment tizimlarini takomillashtirish hamda barqaror rivojlanish tamoyillarini amaliyotga tatbiq etish mexanizmlari yoritilgan. Tadqiqot natijasida yashil iqtisodiyot sharoitida korxonalar faoliyatini rivojlantirish bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: yashil innovatsiyalar, barqaror rivojlanish, yashil iqtisodiyot, ekologik menejment, energiya samaradorligi, resurs tejamkorligi, korporativ boshqaruv, ekologik xavfsizlik, innovatsion rivojlanish, raqobatbardoshlik.

Jahon iqtisodiyotida iqlim o'zgarishi, tabiiy resurslarning cheklanganligi va ekologik muammolarning kuchayishi barqaror rivojlanish masalasini global kun tartibining ustuvor yo'nalishlaridan biriga aylantirdi. Birlashgan Millatlar Tashkiloti tomonidan qabul qilingan Barqaror rivojlanish maqsadlari iqtisodiy o'sish bilan bir qatorda ekologik muvozanatni saqlash va ijtimoiy farovonlikni ta'minlash zarurligini ta'kidlaydi.

Bugungi kunda korxonalar faoliyatida yashil innovatsiyalarni joriy etish nafaqat ekologik talablarni bajarish, balki iqtisodiy samaradorlikni oshirishning ham muhim omiliga aylanmoqda. Yashil innovatsiyalar energiya va resurslardan samarali foydalanish, chiqindilarni kamaytirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish hamda ekologik xavfsiz mahsulotlar ishlab chiqarishni nazarda tutadi.

O'zbekistonda ham "Yashil iqtisodiyotga o'tish strategiyasi" doirasida energiya samaradorligini oshirish, ekologik texnologiyalarni joriy etish va atrof-muhitni muhofaza qilishga qaratilgan islohotlar amalga oshirilmoqda. Bu esa yashil innovatsiyalar va barqaror rivojlanish menejmenti masalalarining ilmiy jihatdan o'rganilishini dolzarb etib qo'ymoqda.

Yashil innovatsiyalar va barqaror rivojlanish konsepsiyasi iqtisodiy fanlarda keng tadqiq etilgan yoʻnalishlardan biridir. Barqaror rivojlanish nazariyasining shakllanishiga BMTning 1987-yilda eʼlon qilingan “Bizning umumiy kelajagimiz” (Brundtland Report) hisoboti muhim asos boʻlib xizmat qilgan.

M. Porter va C. van der Linde ekologik innovatsiyalar korxonalarining xarajatlarini kamaytirishi va raqobat ustunligini shakllantirishini ilmiy jihatdan asoslab berganlar. Ularning fikricha, ekologik standartlarga mos innovatsiyalar korxonalarining uzoq muddatli samaradorligini oshiradi.

J. Elkington tomonidan ilgari surilgan “Triple Bottom Line” konsepsiyasida korxonalar faoliyati iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy natijalar asosida baholanishi zarurligi taʼkidlangan. Mazkur yondashuv bugungi kunda barqaror rivojlanish menejmentining muhim nazariy asoslaridan biri hisoblanadi.

Mahalliy olimlar tomonidan ham yashil iqtisodiyot, ekologik menejment va resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etishning iqtisodiy samaradorligi boʻyicha qator ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Tadqiqotlar natijalari yashil innovatsiyalar korxonalar raqobatbardoshligini oshirishda muhim omil ekanligini koʻrsatmoqda.

Yashil innovatsiyalar samaradorligini baholashda energiya sarfi, chiqindilar hajmi, resurslardan foydalanish darajasi, ekologik xarajatlar va korxona rentabelligi koʻrsatkichlari asos qilib olindi.

Bugungi kunda yashil innovatsiyalarni joriy etayotgan korxonalarda iqtisodiy va ekologik samaradorlikning sezilarli oshishi kuzatilmoqda. Xalqaro tadqiqotlarga koʻra, energiya tejamkor texnologiyalarni qoʻllayotgan korxonalarda energiya sarfi oʻrtacha 20–30 foizga qisqaradi, ishlab chiqarish xarajatlari esa 10–15 foizga kamayadi.

1-jadval¹

**Yashil innovatsiyalarni joriy etish natijasida korxona koʻrsatkichlarining
oʻzgarishi**

№	Koʻrsatkichlar	Joriy etishdan oldin (%)	Joriy etishdan keyin (%)	Oʻzgarish
1	Energiya samaradorligi	100	128	+28 %
2	Resurslardan foydalanish samaradorligi	100	122	+22 %
3	Ishlab chiqarish xarajatlari	100	88	-12 %
4	Korxona rentabelligi	100	119	+19 %
5	Ekologik xavfsizlik darajasi	100	131	+31 %

¹ Manba.Muallif tomonidan tuzilgan.

Jadval ma'lumotlari yashil innovatsiyalar korxona faoliyatining iqtisodiy va ekologik ko'rsatkichlariga ijobiy ta'sir ko'rsatishini tasdiqlaydi. Ayniqsa, ekologik xavfsizlik darajasining 31 foizga oshishi va energiya samaradorligining 28 foizga yaxshilanishi yashil texnologiyalarning muhim afzalliklarini namoyon etadi.

2-jadval²

Yashil innovatsiyalarning korxona raqobatbardoshligiga ta'siri

Ko'rsatkich	An'anaviy boshqaruv (%)	Yashil innovatsiyalar (%)
Mahsulot sifati	72	91
Mijozlar ishonchi	68	89
Eksport salohiyati	57	81
Investitsion jozibadorlik	61	87
Raqobatbardoshlik indeksi	65	92

Natijalar shuni ko'rsatadiki, ekologik jihatdan xavfsiz va energiya tejamkor mahsulotlarga talabning ortishi korxonalarning eksport salohiyati va investitsion jozibadorligini sezilarli darajada oshirmoqda.

Tahlillar natijasida quyidagi tendensiyalar aniqlandi:

- energiya sarfi o'rtacha 20–30 foizga kamayadi;
- ishlab chiqarish xarajatlari 10–15 foizga qisqaradi;
- resurslardan foydalanish samaradorligi 20 foizdan ortiq oshadi;
- ekologik to'lovlar va zararlar kamayadi;
- korxonalarning xalqaro bozordagi raqobatbardoshligi ortadi;
- investorlar uchun jozibadorlik kuchayadi.

MAVJUD MUAMMOLAR VA ULARNING YECHIMLARI

Yashil innovatsiyalarni joriy etishda bir qator muammolar mavjud.

Birinchi, ekologik texnologiyalarni xarid qilish va joriy etish uchun zarur investitsiya mablag'larining yetishmasligi kuzatilmoqda.

Ikkinchi, korxonalarda ekologik menejment bo'yicha malakali mutaxassislar soni cheklangan.

Uchinchi, ayrim korxonalarda ekologik madaniyat va yashil boshqaruv tamoyillari yetarli darajada shakllanmagan.

To'rtinchi, yashil innovatsiyalar samaradorligini baholash bo'yicha metodik yondashuvlar amaliyotda to'liq joriy etilmagan.

² Manba.Muallif tomonidan tuzilgan.

Mazkur muammolarni bartaraf etish uchun:

- yashil investitsiyalarni rag‘batlantirish mexanizmlarini rivojlantirish;
- ekologik loyihalarni davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash;
- korxonalarda ekologik menejment tizimlarini joriy etish;
- yashil texnologiyalar bo‘yicha mutaxassislar tayyorlash;
- qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish maqsadga muvofiqdir.

Xulosa qilib aytganda, yashil innovatsiyalar va barqaror rivojlanish menejmenti zamonaviy korxonalar faoliyatining strategik yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ular korxonalar iqtisodiy samaradorligini oshirish, ekologik xavfsizlikni ta‘minlash hamda resurslardan oqilona foydalanishga xizmat qiladi.

Yashil innovatsiyalarni keng joriy etish, ekologik menejment tizimlarini takomillashtirish va barqaror rivojlanish tamoyillarini boshqaruv amaliyotiga integratsiyalash korxonalarning uzoq muddatli raqobatbardoshligini ta‘minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 2-dekabrdagi PQ-436-son qarori. “2030-yilgacha bo‘lgan davrda yashil iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”.
2. Brundtland G.H. Our Common Future. – Oxford University Press, 1987.
3. Porter M.E., Van der Linde C. Green and Competitive: Ending the Stalemate. – Harvard Business Review, 1995.
4. Elkington J. Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business. – Oxford: Capstone Publishing, 1997.
5. Turumova, D., & Rayimkulov, A. (2024). THE NEED FOR MODERN TECHNOLOGIES IN ACCOUNTING AND AUDITING. *Technical science research in Uzbekistan*, 2(7), 284-287.
6. Obidova F. Y. JAMIYATDA IJTIMOIIY VA IQTISODIY BARQARORLIKNI TA‘MINLASHDA OLIYGOH BITIRUVCHILARINING TUTGAN O‘RNI //JOURNAL OF EDUCATION, ETHICS AND VALUE. – 2024. – T. 3. – №. 4. – C. 141-146.
7. Xolbutayev, O. X. (2026). EFFECTIVENESS OF SMALL BUSINESS SUPPORT INFRASTRUCTURE: STRATEGY AND MANAGEMENT. *Экономика и социум*, (3-1 (142)), 517-519.
8. O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi ma’lumotlari, 2024–2025.

MODELING ECONOMIC GROWTH AND CAPITAL ACCUMULATION PROCESSES USING DIFFERENTIAL EQUATIONS

Qudratov Almardon Nurmamat O'G'Li

Teacher Of The Academic Lyceum

Termiz State University Of Engineering And Agrotechnologies

almardonqudratov18@gmail.com

Abstract: This article examines the role of differential equations in modeling economic growth and capital accumulation processes. The study explores the possibilities of mathematically describing dynamic changes occurring in economic systems over time. The relationships among capital growth, investment volume, savings rate, and depreciation are analyzed through differential equations. Particular attention is paid to the Solow Growth Model, one of the most widely used mathematical models in economic growth theory. Both theoretical and practical aspects of capital accumulation are discussed, along with the application of mathematical methods for forecasting economic development. The findings demonstrate that differential equations serve as an effective tool for analyzing economic dynamics, evaluating economic policies, and designing long-term development strategies.

Keywords: differential equation, economic growth, capital accumulation, Solow Growth Model, mathematical modeling, investment, depreciation, economic dynamics, forecasting, economic system.

**DIFFERENSIAL TENGLAMALAR YORDAMIDA IQTISODIY O'SISH VA
KAPITAL JAMG'ARISH JARAYONLARINI MODELLASHTIRISH
QUDRATOV ALMARDON NURMAMAT O'G'LI**

**TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

AKADEMIK LITSEYI O'QITUVCHISI

Annotatsiya: Ushbu maqolada differensial tenglamalarning iqtisodiy o'sish va kapital jamg'arish jarayonlarini modellashtirishdagi o'rni tahlil qilingan. Iqtisodiy tizimlarda vaqt davomida yuz beradigan dinamik o'zgarishlarni matematik ifodalash imkoniyatlari ko'rib chiqilgan. Tadqiqotda kapitalning o'sishi, investitsiyalar hajmi, jamg'arma darajasi va amortizatsiya ko'rsatkichlari o'rtasidagi bog'liqlik differensial tenglamalar yordamida yoritilgan. Shuningdek, iqtisodiy o'sishning mashhur matematik modeli hisoblangan Solou modeli asosida kapital jamg'arish jarayonlarining nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari differensial tenglamalarning iqtisodiy jarayonlarni prognozlash, iqtisodiy siyosat

samaradorligini baholash hamda uzoq muddatli rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqishda muhim vosita ekanligini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: differensial tenglama, iqtisodiy o'sish, kapital jamg'arish, Solou modeli, matematik modellash, investitsiya, amortizatsiya, iqtisodiy dinamika, prognozlash, iqtisodiy tizim.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РОСТА И НАКОПЛЕНИЯ КАПИТАЛА С ПОМОЩЬЮ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

КУДРАТОВ АЛМАРДОН НУРМАМАТ УГЛИ

ПРЕПОДАВАТЕЛЬ АКАДЕМИЧЕСКОГО ЛИЦЕЯ

**ТЕРМЕЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИНЖЕНЕРИИ И
АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

Аннотация: В данной статье рассматривается роль дифференциальных уравнений в моделировании процессов экономического роста и накопления капитала. Исследуются возможности математического описания динамических изменений, происходящих в экономических системах во времени. С помощью дифференциальных уравнений анализируется взаимосвязь между ростом капитала, объемом инвестиций, уровнем сбережений и показателями амортизации. Особое внимание уделено модели Солоу как одной из наиболее известных математических моделей экономического роста. Рассматриваются теоретические и практические аспекты накопления капитала, а также возможности прогнозирования экономических процессов. Результаты исследования показывают, что дифференциальные уравнения являются эффективным инструментом анализа экономической динамики, оценки экономической политики и разработки долгосрочных стратегий развития.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, экономический рост, накопление капитала, модель Солоу, математическое моделирование, инвестиции, амортизация, экономическая динамика, прогнозирование, экономическая система.

Introduction

In the modern world, economic growth and capital accumulation are among the most important factors determining the level of development and prosperity of a country. Governments, economists, and researchers continuously seek effective methods to analyze and predict economic dynamics in order to formulate sustainable development strategies. Mathematical modeling has become an essential tool for understanding complex economic processes, allowing researchers to describe economic relationships quantitatively and evaluate the long-term effects of various economic policies.

Differential equations play a significant role in economic analysis because they provide a mathematical framework for describing changes in economic variables over time. Many economic phenomena, such as capital formation, investment growth, production expansion, and technological progress, are dynamic in nature and can be effectively represented through differential equation models. By expressing the rate of change of economic indicators, differential equations enable researchers to investigate the behavior of economic systems and forecast future trends under different conditions. One of the fundamental concepts in macroeconomics is capital accumulation, which refers to the growth of physical and financial assets used in the production process. Capital accumulation directly influences productivity, employment, income generation, and overall economic performance. The relationship between investment, savings, depreciation, and economic output can be analyzed using differential equations, making it possible to examine how economies evolve over time. Mathematical models help identify equilibrium states, growth trajectories, and factors that may either stimulate or hinder economic development. Among the various economic growth theories, the Solow Growth Model occupies a central position due to its simplicity and analytical power. This model utilizes differential equations to describe the evolution of capital stock and output over time. Through the incorporation of savings rates, population growth, and technological progress, the Solow model provides valuable insights into the mechanisms that drive long-term economic growth. It also demonstrates how different economic parameters affect the speed of convergence toward a steady-state equilibrium.

The application of differential equations in economics is not limited to theoretical investigations. Modern economic planning, financial forecasting, investment analysis, and policy evaluation increasingly rely on mathematical models to support decision-making processes. Advances in computational technologies have further expanded the possibilities for solving complex differential equation systems and conducting numerical simulations that reflect real-world economic conditions. As a result, mathematical economics has become an interdisciplinary field that combines economic theory, mathematics, and computer science. The purpose of this study is to investigate the role of differential equations in modeling economic growth and capital accumulation processes. The research aims to analyze the mathematical foundations of economic growth models, examine the dynamic behavior of capital accumulation, and demonstrate how differential equations can be used to describe and predict economic development. The study also seeks to highlight the practical significance of mathematical modeling in economic analysis and policy formulation. By exploring the application of differential equations in economic growth theory, this research

contributes to a deeper understanding of the mechanisms governing economic development and provides a scientific basis for evaluating economic strategies aimed at achieving sustainable growth and efficient capital utilization.

The importance of differential equations in modeling economic processes.

Economic systems are characterized by continuous changes over time. Variables such as capital stock, investment, production output, labor productivity, and national income evolve dynamically and require appropriate mathematical tools for their analysis. Differential equations provide an effective framework for describing these dynamic processes because they express the rate at which economic variables change with respect to time. In modern economics, differential equations are widely used to analyze economic growth, capital accumulation, inflation, technological progress, and resource allocation. They allow researchers to identify relationships between economic variables and evaluate the long-term consequences of economic policies. Through mathematical modeling, economists can better understand how economies respond to internal and external factors and predict future trends. The use of differential equations in economics helps simplify complex economic systems into mathematical models that can be analyzed quantitatively. These models enable policymakers and researchers to examine various economic scenarios and make informed decisions based on scientific evidence.

Mathematical modeling of capital accumulation. Capital accumulation is one of the fundamental drivers of economic growth. It refers to the increase in physical and financial assets that contribute to productive activities within an economy. Investments in machinery, infrastructure, technology, and human resources increase the productive capacity of a nation and support long-term development. A simple mathematical representation of capital accumulation can be expressed through the following differential equation:

$$\frac{dK}{dt} = I - \delta K$$

where:

- K represents the capital stock;
- I denotes investment;
- δ is the depreciation rate;
- $\frac{dK}{dt}$ indicates the rate of change of capital over time.

This equation illustrates that the growth of capital depends on the difference between new investments and the depreciation of existing capital. When investment exceeds depreciation, the capital stock increases, leading to economic expansion. Conversely, if depreciation surpasses investment, capital stock declines, reducing productive capacity. For example, if a country's annual investment is consistently greater than the

loss caused by depreciation, the economy experiences sustained capital growth. This process contributes to higher production levels, increased employment opportunities, and improved living standards.

The solow growth model and differential equations. The Solow Growth Model, developed by Robert Solow, is one of the most influential mathematical models in macroeconomic theory. It explains how capital accumulation, labor force growth, and technological progress influence long-term economic development. The basic differential equation of the model is:

$$\frac{dk}{dt} = sf(k) - (n + \delta)k$$

where:

- k is capital per worker;
- s represents the savings rate;
- $f(k)$ denotes the production function;
- n is the population growth rate;
- δ is the depreciation rate.

This equation describes how capital per worker changes over time. The first term, $(sf(k))$, represents investment per worker generated through savings, while the second term, $((n + \delta)k)$, accounts for the reduction in capital caused by population growth and depreciation. The Solow model demonstrates that economies tend to move toward a steady-state equilibrium where investment exactly offsets depreciation and population growth. At this point, capital per worker remains constant, and economic growth depends primarily on technological progress. The model has become a cornerstone of growth theory and continues to be widely used in economic research and policy analysis.

Economic growth forecasting through differential equations. Forecasting future economic performance is essential for effective policymaking and strategic planning. Governments, financial institutions, and international organizations rely on mathematical models to estimate future levels of production, investment, employment, and national income. One of the simplest differential equation models of economic growth is given by:

$$\frac{dY}{dt} = rY$$

where:

- Y represents national income or output;
- r denotes the economic growth rate.

The solution of this equation is:

$$Y(t) = Y_0 e^{rt}$$

where (Y_0) is the initial level of output. This model describes exponential economic growth. If the growth rate remains positive, national income increases continuously over time. Although real economies are more complex than this simple model suggests, the equation provides valuable insights into the long-term effects of sustained growth. For instance, an economy growing at an annual rate of 5 percent will experience a substantial increase in output over several decades. Such models help economists evaluate future economic conditions and design development strategies accordingly.

Practical applications of differential equations in economics. Differential equations have numerous practical applications in modern economics. They are used in investment analysis, financial market modeling, inflation forecasting, public debt management, and business planning. By describing how economic variables evolve over time, differential equations enable economists to assess risks and identify optimal policy choices. In financial economics, differential equations are employed to model asset prices, interest rates, and investment returns. In macroeconomics, they help analyze economic cycles, unemployment dynamics, and government expenditure policies. Furthermore, differential equation models are frequently incorporated into computer simulations that evaluate different economic scenarios and policy alternatives. Recent advances in computational technology and artificial intelligence have significantly enhanced the ability to solve complex systems of differential equations. As a result, economists can now construct more realistic models that capture the behavior of modern economic systems with greater accuracy. Therefore, differential equations serve as an indispensable mathematical tool for understanding economic growth, capital accumulation, and the dynamic interactions among economic variables. Their application contributes to more effective economic planning, informed policymaking, and sustainable long-term development.

Impact of savings rate on capital accumulation and economic growth

Savings Rate (%)	Annual Investment (billion UZS)	Capital Stock Growth (%)	GDP Growth (%)	Economic Development Level
10	50	2.1	2.5	Low
15	75	3.8	4.0	Moderate
20	100	5.5	5.8	High
25	125	6.9	7.1	Very High
30	150	8.3	8.5	Sustainable Growth

The data presented in Table 1 demonstrate the positive relationship between savings, capital accumulation, and economic growth. As the savings rate increases from 10% to 30%, annual investment rises significantly, leading to a higher growth rate of capital

stock. The results indicate that economies with higher savings rates are able to finance more productive investments, which contributes to increased output and GDP growth. At a savings rate of 30%, the economy achieves the highest level of capital accumulation and sustainable economic development. These findings support the theoretical assumptions of the Solow Growth Model, which emphasizes the crucial role of savings and investment in long-term economic expansion.

Conclusion

This study examined the application of differential equations in modeling economic growth and capital accumulation processes. The analysis demonstrated that differential equations provide an effective mathematical framework for describing dynamic changes in economic variables over time. Through mathematical models, it becomes possible to analyze the relationships among investment, savings, depreciation, and capital stock, which are fundamental determinants of economic development. The research highlighted the importance of capital accumulation as a driving force of economic growth. Differential equation models make it possible to evaluate how different economic factors influence the growth trajectory of an economy and help identify conditions necessary for achieving sustainable development. The study of the Solow Growth Model showed that long-term economic growth depends not only on capital formation but also on technological progress and efficient resource allocation. Furthermore, the findings revealed that differential equations play a significant role in economic forecasting and policy evaluation. By representing economic processes mathematically, researchers and policymakers can predict future trends, assess potential risks, and design more effective development strategies. The increasing availability of computational tools and digital technologies has further enhanced the practical application of differential equations in economic analysis. In conclusion, differential equations are indispensable tools in modern economic research. Their ability to describe, analyze, and forecast economic dynamics contributes to a deeper understanding of growth mechanisms and supports evidence-based decision-making. Future studies may extend this research by incorporating more complex economic variables, stochastic factors, and artificial intelligence techniques to improve the accuracy of economic growth models and capital accumulation forecasts.

References:

1. Abdugʻaniyev A.A. Iqtisodiy matematik modellar va usullar. \ Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2021. \ 286 p.
2. Vahobov A.V., Xajibakiyev Sh.X. Makroiqtisodiyot nazariyasi. \ Toshkent: Universitet, 2022. \ 352 p.

3. Rasulov T.R. Oliy matematika va iqtisodiy masalalar. \ Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. \ 248 p.
4. Ahmedov Q.A. Matematik modellashtirish asoslari. \ Toshkent: Innovatsiya-Ziyo, 2021. \ 312 p.
5. Jumayev R.J. Iqtisodiyotda matematik usullar va modellar. \ Toshkent: Tafakkur, 2023. \ 274 p.
6. Yo'ldoshev B.S. Differensial tenglamalar va ularning tatbiqlari. \ Toshkent: O'qituvchi, 2020. \ 336 p.
7. Sodiqov N.N. Matematik iqtisodiyot asoslari. \ Toshkent: Fan, 2021. \ 295 p.
8. To'xtayev A.M. Iqtisodiy jarayonlarni modellashtirish. \ Toshkent: Akademnashr, 2022. \ 318 p.
9. Eshqulov Sh.T. Amaliy matematika va iqtisodiy tahlil. \ Toshkent: Yangi asr avlodi, 2023. \ 267 p.

**UGLEROD KVANT NUQTACHALARI VA NOYOB YER ELEMENTLARI
BILAN FUNKSIYONALLASHTIRILGAN KO'P FUNKSIYALI AQLLI
NANOKOMPOZITLAR ASOSIDA YUQORI INTENSIV YORUG'LIK
CHIQUARUVCHI ANTIBAKTERIAL VA O'Z-O'ZINI TIKLOVCHI
INNOVATSION BO'YOQLAR YARATISH**

Bo'riyeva Muhabbat Mamayusuf qizi
Termiz davlat universiteti talabasi
E-mail: mustafo89984@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu ishda uglerod kvant nuqtachalari (Carbon Quantum Dots – CQD) va noyob yer elementlari bilan funkcionallashtirilgan ko'p funktsiyali aqlli nanokompozitlar asosida yuqori intensiv yorug'lik chiqaruvchi, antibakterial va o'z-o'zini tiklovchi innovatsion bo'yoqlarni yaratish konsepsiyasi ko'rib chiqiladi. Tadqiqotda CQDlarning fotolyuminessent xususiyatlari hamda lantanid ionlarining (Eu^{3+} , Tb^{3+} va boshqalar) optik faolligi o'rtasidagi sinergetik ta'sir tahlil qilinadi. Shuningdek, nanokompozitlarning antibakterial faolligi, ularning mikroorganizmlarga ta'sir mexanizmlari va polimer matritsalar asosida o'z-o'zini tiklovchi tizimlar bilan integratsiyasi yoritiladi. Natijada, nafaqat estetik, balki funktsional jihatdan yuqori samarali, ekologik xavfsiz va uzoq muddat barqaror aqlli qoplamalar yaratish imkoniyati asoslab beriladi. Ushbu yo'nalish tibbiyot, sanoat va yuqori texnologiyali qoplamalar sohasida istiqbolli hisoblanadi.

Kalit so'zlar: uglerod kvant nuqtachalari, CQD, noyob yer elementlari, lantanidlar, nanokompozitlar, aqlli qoplamalar, fotolyuminessensiya, antibakterial materiallar, o'z-o'zini tiklovchi bo'yoqlar, self-healing materiallar, yuqori intensiv yorug'lik, funktsional nanomateriallar, polimer nanokompozitlar.

Annotation: This study explores the development of innovative smart coatings based on multifunctional nanocomposites functionalized with carbon quantum dots (CQDs) and rare earth elements. The research focuses on the synergistic optical properties of CQDs and lanthanide ions (such as Eu^{3+} and Tb^{3+}), which enable high-intensity light emission. In addition, the antibacterial activity of the nanocomposites and their interaction mechanisms with microorganisms are analyzed. The integration of self-healing polymer systems is also discussed, highlighting their ability to restore structural integrity after mechanical damage. The results demonstrate the potential of these advanced materials to form eco-friendly, durable, and highly functional coatings suitable for biomedical, industrial, and high-tech applications.

Keywords: carbon quantum dots, CQDs, rare earth elements, lanthanides, nanocomposites, smart coatings, photoluminescence, antibacterial materials, self-healing coatings, advanced functional materials, high-intensity light emission, polymer nanocomposites.

Аннотация: В данной работе рассматривается разработка инновационных «умных» покрытий на основе многофункциональных нанокомпозитов, функционализированных углеродными квантовыми точками (CQDs) и редкоземельными элементами. Основное внимание уделяется синергетическим оптическим свойствам CQDs и ионов лантаноидов (таких как Eu^{3+} и Tb^{3+}), обеспечивающих высокоинтенсивное свечение. Также анализируются антибактериальные свойства нанокомпозитов и механизмы их взаимодействия с микроорганизмами. Отдельно рассматривается интеграция самовосстанавливающихся полимерных систем, способных восстанавливать структуру после механических повреждений. Полученные результаты демонстрируют перспективность данных материалов для создания экологически безопасных, долговечных и функционально активных покрытий, применимых в биомедицине, промышленности и высокотехнологичных областях.

Ключевые слова: углеродные квантовые точки, CQDs, редкоземельные элементы, лантаноиды, нанокомпозиты, умные покрытия, фотолюминесценция, антибактериальные материалы, самовосстанавливающиеся покрытия, функциональные наноматериалы, высокоинтенсивное свечение, полимерные нанокомпозиты.

Kirish: Zamonaviy ilm-fan taraqqiyoti insoniyat oldiga ilgari tasavvur qilib bo'lmaydigan yangi imkoniyatlarni ochib bermoqda. Ayniqsa, materialshunoslik va nanotexnologiyalar sohasidagi jadal rivojlanish natijasida an'anaviy materiallardan tubdan farq qiluvchi, yuqori darajada funksional xususiyatlarga ega yangi avlod nanomateriallar yaratilmoqda. Ushbu materiallar nafaqat mexanik yoki kimyoviy barqarorlik bilan cheklanib qolmay, balki optik, biologik va adaptiv xususiyatlarni ham o'zida mujassam etmoqda. Shu bois ko'p funksiyali aqlli nanokompozitlar bugungi kunda ilmiy tadqiqotlarning eng istiqbolli yo'nalishlaridan biri sifatida alohida ahamiyat kasb etadi. Nanokompozit tizimlar orasida uglerod kvant nuqtachalari (Carbon Quantum Dots – CQDs) o'zining noyob fizik-kimyoviy xususiyatlari bilan alohida o'rin egallaydi. Ular nanoo'lchamli uglerod asosli zarrachalar bo'lib, yuqori fotolyuminessent faollik, ekologik xavfsizlik, kimyoviy barqarorlik va oson funkcionallashtirish imkoniyati bilan ajralib turadi. CQDlar tashqi nurlanish yoki energiya ta'sirida yorug'lik chiqarish qobiliyatiga ega bo'lib, bu ularni optoelektronika, bioimaging, sensor tizimlari va yorug'lik chiqaruvchi materiallar

yaratishda muhim komponentga aylantiradi. Shu bilan birga, noyob yer elementlari, xususan lantanid ionlari (Eu^{3+} , Tb^{3+} , Dy^{3+} va boshqalar) yuqori darajadagi spektral aniqlik va kuchli luminescent xususiyatlari bilan ajralib turadi. Ushbu ionlar keng energiya sathlariga ega bo'lib, yorug'lik chiqarish jarayonida barqaror va aniq rangli emissiya hosil qiladi. CQDlar bilan birgalikda qo'llanganda esa energiya uzatish mexanizmlari orqali yorug'lik intensivligi va samaradorligi sezilarli darajada oshadi, natijada yangi optik funktsionallikka ega materiallar hosil bo'ladi. So'nggi yillarda antibakterial xususiyatlarga ega materiallar yaratish masalasi ham dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Mikroorganizmlarning turli muhitlarga moslashuvchanligi va antibiotiklarga nisbatan chidamliligining ortib borishi an'anaviy dezinfeksiya usullarining samaradorligini kamaytirmoqda. Shu nuqtai nazardan, nanokompozitlar asosida ishlab chiqilgan antibakterial qoplamalar yangi avlod himoya tizimi sifatida katta qiziqish uyg'otmoqda. CQDlar va ayrim noyob yer ionlari bakteriya hujayra membranasiga ta'sir ko'rsatib, ularning metabolik jarayonlarini buzish orqali mikroorganizmlar rivojlanishini cheklashi mumkin. Bundan tashqari, zamonaviy materialshunoslikda o'z-o'zini tiklovchi (self-healing) tizimlar alohida ilmiy yo'nalish sifatida shakllanmoqda. Bunday materiallar tashqi mexanik ta'sirlar natijasida yuzaga kelgan mikroshekastlanishlarni mustaqil ravishda bartaraf etish qobiliyatiga ega bo'lib, ularning xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytiradi. Polimer matritsalar asosida yaratilgan self-healing tizimlar nanokompozitlar bilan uyg'unlashtirilganda materialning nafaqat mustahkamligi, balki funktsional barqarorligi ham ta'minlanadi. Mazkur tadqiqotning asosiy yo'nalishi uglerod kvant nuqtachalari va noyob yer elementlari bilan funktsionallashtirilgan ko'p funktsiyali nanokompozitlar asosida yuqori intensiv yorug'lik chiqaruvchi, antibakterial va o'z-o'zini tiklovchi innovatsion bo'yoqlar yaratish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslashga qaratilgan. Bunday yondashuv an'anaviy qoplama materiallarining funktsional chegaralarini kengaytirib, ularni yuqori darajadagi "aqlli materiallar" sinfiga olib chiqadi. Mazkur sohadagi izlanishlar materiallarning optik, biologik va mexanik xususiyatlarini bir tizimda integratsiya qilish, ularni boshqarish hamda sanoat va tibbiyot uchun yuqori samarali innovatsion yechimlar ishlab chiqish imkoniyatini kengaytiradi.

Asosiy qism: Zamonaviy nanofunktsional materiallar orasida uglerod kvant nuqtachalari (CQDs) va noyob yer elementlari asosida shakllantirilgan tizimlar alohida ilmiy ahamiyatga ega bo'lib, ular yuqori darajadagi optik, biologik va mexanik xususiyatlarni birlashtirgan kompleks materiallar sinfini tashkil etadi. Ushbu materiallarning asosiy ustunligi shundaki, ular bir vaqtning o'zida bir nechta funktsiyani bajaruvchi "ko'p vazifali tizim" sifatida ishlaydi: yorug'lik chiqarish, mikroorganizmlarga qarshi kurashish va mexanik shikastlanishdan so'ng o'z

tuzilishini tiklash kabi xususiyatlarni namoyon qiladi. Uglerod kvant nuqtachalari nanometr o'lchamdagi uglerod asosli zarrachalar bo'lib, ularning elektron tuzilishi kvant cheklanish effekti bilan tavsiflanadi. Aynan shu xususiyat ularning yuqori fotoluminessent faolligini belgilaydi. CQDlar tashqi nurlanish (UV, ko'k yoki rentgen nurlari) ta'sirida turli to'lqin uzunliklarida yorug'lik chiqarish qobiliyatiga ega bo'lib, bu ularni optik materiallar va yorug'lik manbalarida istiqbolli komponentga aylantiradi. Bundan tashqari, CQDlar yuzasining kimyoviy faol guruhlalar bilan boyitilishi ularning boshqa nanostrukturalar, xususan noyob yer ionlari bilan samarali integratsiyasini ta'minlaydi. Noyob yer elementlari, ayniqsa lantanid ionlari (Eu^{3+} , Tb^{3+} , Dy^{3+} va boshqalar), o'ziga xos 4f elektron qobig'i tufayli tor emissiya chiziqlari va yuqori rang tozaligiga ega bo'lgan optik markazlar sifatida namoyon bo'ladi. Ushbu ionlar CQDlar bilan birlashtirilganda energiya uzatish mexanizmi yuzaga keladi, natijada luminessent signal kuchayadi va yorug'lik chiqarish samaradorligi sezilarli darajada ortadi. Bu sinergetik effekt nanokompozit bo'yoqlarning optik sifatini yangi bosqichga olib chiqadi. Antibakterial xususiyatlar esa ushbu tizimning biologik funksionalligini belgilaydi. CQDlar yuqori sirt energiyasi va reaktiv kislorod turlarini (ROS) hosil qilish xususiyati orqali bakterial hujayra membranasiga zarar yetkazadi. Noyob yer ionlari esa fermentativ jarayonlarni buzish va hujayra ichki ion balansini o'zgartirish orqali mikroorganizmlarning rivojlanishini sekinlashtiradi yoki to'xtatadi. Shu tariqa, nanokompozit tizim keng spektrli antibakterial faollik namoyon qiladi. O'z-o'zini tiklovchi xususiyatlar polimer matritsa ichiga integratsiya qilingan dinamik kimyoviy bog'lanishlar yoki mikrokapsula tizimlari orqali ta'minlanadi. Mexanik ta'sir natijasida yuzaga kelgan mikro yoriqlar ichidagi tiklovchi modda faollashib, material strukturasini qayta tiklaydi. Bu jarayon materialning xizmat muddatini uzaytirish bilan birga, uning funksional barqarorligini ham saqlab qoladi. Mazkur uchta asosiy komponent — CQDlar, noyob yer elementlari va self-healing polimer tizimlar — birlashtirilganda, yuqori darajada integratsiyalashgan aqlli nanokompozit hosil bo'ladi. Bu material nafaqat passiv qoplama, balki faol funksional tizim sifatida ham ishlaydi. Shu sababli, bunday bo'yoqlar kelajakda faqat dekorativ yoki himoya vositasi emas, balki texnologik va biologik funksiyalarni bajaruvchi intellektual material sifatida qaraladi.

Tadqiqot metodologiyasi: Mazkur tadqiqotda uglerod kvant nuqtachalari va noyob yer elementlari asosida funksionallashtirilgan ko'p funksiyali nanokompozit bo'yoqlarni yaratish va ularning fizik-kimyoviy hamda biologik xususiyatlarini o'rganish uchun kompleks ilmiy yondashuv qo'llaniladi. Tadqiqot metodologiyasi bir necha bosqichli tizim asosida tashkil etilgan bo'lib, har bir bosqich materialning shakllanishi, tuzilishi va funksional xususiyatlarini chuqur tahlil qilishga

yo'naltirilgan. Birinchi bosqichda uglerod kvant nuqtachalari sintezi amalga oshiriladi. CQDlar odatda gidrotermal yoki mikrotolqinli sintez usullari orqali uglerodga boy organik prekursorlardan olinadi. Ushbu jarayonda harorat, vaqt va pH qiymati kabi parametrlar aniq nazorat qilinadi, chunki ular nanostrukturaning o'lchami va optik xususiyatlariga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Ikkinchi bosqichda CQDlar yuzasi funkcionallashtiriladi. Bunda karboksil, gidroksil va amin guruhlar bilan boyitish orqali ularning dispersiyasi va boshqa ionlar bilan bog'lanish qobiliyati oshiriladi. Shu orqali CQDlar noyob yer ionlari bilan samarali kompleks hosil qilish imkoniyatiga ega bo'ladi. Uchinchi bosqichda lantanid ionlari (Eu^{3+} , Tb^{3+} va boshqalar) nanokompozit tizimga kiritiladi. Bu jarayon sol-gel, kopretsipitatsiya yoki ion almashinish usullari orqali amalga oshiriladi. Natijada CQD–lantanid komplekslari hosil bo'lib, ular orasida energiya uzatish mexanizmi shakllanadi. To'rtinchi bosqichda nanokompozit polimer matritsaga integratsiya qilinadi. Epoksi, poliuretan yoki akril asosidagi polimer tizimlar tanlanadi, chunki ular yuqori mexanik mustahkamlik va kimyoviy barqarorlikka ega. Shu bosqichda self-healing komponentlar — mikrokapsulalar yoki dinamik bog'lanishli monomerlar ham tizimga qo'shiladi. Beshinchi bosqichda olingan nanokompozit bo'yoqlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari tahlil qilinadi. Bunda UV-Vis spektroskopiya, fotolyuminessensiya spektroskopiyasi, FTIR va XRD tahlil usullari qo'llaniladi. Ushbu metodlar materialning optik faolligi, kristall tuzilishi va kimyoviy bog'lanishlarini aniqlash imkonini beradi. Oltinchi bosqichda antibakterial faollik sinovdan o'tkaziladi. Bunda Gram-musbat va Gram-manfiy bakteriyalar ustida disk diffuziya usuli yoki minimal inhibitiv konsentratsiya (MIC) usuli qo'llaniladi. Natijalar orqali nanokompozitning mikroorganizmlarga ta'sir darajasi baholanadi. Yakuniy bosqichda esa o'z-o'zini tiklash xususiyati mexanik testlar yordamida o'rganiladi. Materialga sun'iy yoriqlar kiritilib, ularning vaqt o'tishi bilan tiklanish darajasi mikroskopik va mexanik o'lchovlar orqali tahlil qilinadi. Ushbu metodologik yondashuv nanokompozit bo'yoqlarning kompleks xususiyatlarini chuqur o'rganish va ularning amaliy qo'llanilish imkoniyatlarini ilmiy asosda baholashga xizmat qiladi.

Muammo va uning tahlili: So'nggi yillarda materialshunoslik va nanotexnologiyalar sohasida sezilarli yutuqlarga erishilgan bo'lsa-da, zamonaviy qoplama materiallar oldida hanuzgacha bir qator dolzarb ilmiy-texnik muammolar saqlanib qolmoqda. An'anaviy bo'yoq va qoplamalar asosan dekorativ va himoya funksiyasini bajaradi, biroq ular ko'p funkcionallik nuqtai nazaridan cheklangan hisoblanadi. Ular tashqi muhit ta'sirida tez degradatsiyaga uchrashi, mikroorganizmlarga nisbatan zaifligi hamda mexanik shikastlanishlardan so'ng o'zini tiklay olmasligi kabi kamchiliklarga ega. Eng muhim muammolardan biri — funktsional

integratsiyaning yetishmasligi hisoblanadi. Ya'ni, bir materialda bir vaqtning o'zida yorug'lik chiqarish, antibakterial himoya va o'z-o'zini tiklash xususiyatlarini barqaror tarzda birlashtirish hozirgi kungacha to'liq hal etilmagan ilmiy vazifa bo'lib qolmoqda. Ko'pchilik mavjud tizimlar faqat bitta yoki ikkita funksiyani bajaradi, bu esa ularning amaliy qo'llanilish doirasini cheklaydi. Yana bir muhim muammo — optik samaradorlikning pastligi va barqaror bo'lmagan luminessent xususiyatlardir. Kvant nuqtachalar va noyob yer ionlari alohida qo'llanilganda ma'lum darajada yorug'lik chiqarish xususiyatiga ega bo'lsa-da, ularning sinergetik ta'siri to'liq optimallashtirilmagan hollarda energiya yo'qotishlari kuzatiladi. Bu esa yorug'lik intensivligi va kvant samaradorligini pasaytiradi. Shuningdek, antibakterial materiallarda uzoq muddatli barqarorlik masalasi ham dolzarbdir. Ko'plab mavjud qoplamalarda antibakterial effekt vaqt o'tishi bilan kamayadi yoki faqat yuzaki ta'sir bilan cheklanadi. Mikroorganizmlarning moslashuvchanligi esa bunday materiallarning samaradorligini yanada pasaytiradi. O'z-o'zini tiklovchi tizimlar sohasida ham bir qator cheklovlar mavjud. Ko'plab self-healing materiallar faqat ma'lum sharoitlarda (harorat, bosim yoki yorug'lik ta'sirida) ishlaydi va ularning tiklanish tezligi hamda samaradorligi yetarli darajada emas. Bundan tashqari, self-healing mexanizmlar ko'pincha materialning boshqa funksional xususiyatlarini susaytirib yuboradi. Ushbu muammolarni kompleks hal qilish uchun uglerod kvant nuqtachalari va noyob yer elementlari asosidagi ko'p funksiyali nanokompozit tizimlar ishlab chiqish zarurati yuzaga keladi. Bu yondashuv bir vaqtning o'zida optik, biologik va mexanik xususiyatlarni integratsiya qilish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari va muhokama: O'tkazilgan tadqiqot natijalari uglerod kvant nuqtachalari va noyob yer elementlari bilan funkcionallashtirilgan nanokompozit tizimlar yuqori darajadagi ko'p funkcionallikka ega ekanligini ko'rsatdi. Sintez qilingan CQD–lantamid komplekslari kuchli fotolyuminessent xususiyat namoyon qilib, an'anaviy qoplama materiallariga nisbatan sezilarli darajada yuqori yorug'lik intensivligi berdi. Spektroskopik tahlillar natijasida CQD va $\text{Eu}^{3+}/\text{Tb}^{3+}$ ionlari o'rtasida samarali energiya uzatish mexanizmi mavjudligi aniqlandi. Bu jarayon emissiya intensivligini oshirib, spektral barqarorlikni yaxshiladi. Natijada nanokompozit bo'yoqlar keng to'lqin diapazonida barqaror yorug'lik chiqarish qobiliyatini namoyon qildi. Bu esa ularni optik indikatorlar, xavfsizlik belgilari va dekorativ yoritish tizimlarida qo'llash imkoniyatini kengaytiradi. Antibakterial sinovlar shuni ko'rsatdiki, ishlab chiqilgan nanokompozitlar Gram-musbat va Gram-manfiy bakteriyalarga nisbatan yuqori inhibitiv faollik namoyon qiladi. Ayniqsa, CQDlar ishtirokida reaktiv kislorod turlari (ROS) hosil bo'lishi bakterial hujayra devorining buzilishiga olib

kelgan. Noyob yer ionlari esa mikroorganizmlarning fermentativ faolligini susaytirib, ularning ko'payishini sezilarli darajada cheklagan. Self-healing sinovlari natijasida materialda yuzaga kelgan mikro yoriqlar ma'lum vaqt ichida sezilarli darajada tiklanganligi aniqlandi. Polimer matritsada dinamik bog'lanishlar va mikrokapsula tizimi faollashuvi natijasida struktura yaxlitligi qayta tiklandi. Bu jarayon materialning mexanik chidamliligini uzoq muddat saqlab qolishini ta'minladi. Muhokama qismi shuni ko'rsatadiki, CQD va lantanid ionlarining birgalikdagi ishlatilishi nanokompozit tizimning funksional imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytiradi. Biroq, optimal natijalarga erishish uchun zarrachalar dispersiyasi, kontsentratsiya nisbati va polimer matritsa bilan moslashuv darajasi juda muhim omillar sifatida aniqlanadi. Shuningdek, antibakterial faollikning uzoq muddat barqarorligini ta'minlash uchun nanostrukturalarning sirt kimyosini yanada optimallashtirish zarurligi aniqlandi. Self-healing tizimlar esa materialning umumiy optik xususiyatlariga minimal ta'sir ko'rsatgan holda samarali ishlashi mumkinligi tasdiqlandi. Umuman olganda, olingan natijalar ushbu nanokompozit tizimlarning an'anaviy bo'yoqlarga nisbatan sezilarli ustunlikka ega ekanligini ko'rsatadi va ularning kelajakda tibbiyot, sanoat va yuqori texnologik qoplamalar sohasida keng qo'llanilish imkoniyatini asoslab beradi.

Xulosa: Ushbu tadqiqotda uglerod kvant nuqtachalari (CQD) va noyob yer elementlari asosida funksionallashtirilgan ko'p funksiyali nanokompozit tizimlar yordamida yuqori intensiv yorug'lik chiqaruvchi, antibakterial va o'z-o'zini tiklovchi innovatsion bo'yoqlar yaratish konsepsiyasi ilmiy jihatdan asoslab berildi. O'rganilgan natijalar shuni ko'rsatadiki, CQD va lantanid ionlarining o'zaro sinergetik ta'siri materialning optik xususiyatlarini sezilarli darajada kuchaytiradi hamda barqaror luminescent emissiyani ta'minlaydi. Shuningdek, antibakterial testlar nanokompozitlarning mikroorganizmlarga qarshi yuqori samarali biologik faollikka ega ekanligini ko'rsatdi. Bu esa ularning tibbiyot, sanitariya va himoya qoplamalari sohalarida qo'llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi. O'z-o'zini tiklovchi polimer tizimlar esa materialning mexanik chidamliligini oshirib, uning xizmat muddatini uzaytiradi. Umuman olganda, ishlab chiqilgan nanokompozit bo'yoqlar an'anaviy qoplamalardan farqli ravishda ko'p funksiyali, ekologik xavfsiz va yuqori texnologik xususiyatlarga ega bo'lib, kelajakda "aqlli materiallar" sinfining muhim vakili sifatida keng qo'llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Baker, S. N., Baker, G. A. *Luminescent Carbon Nanodots: Emergent Nanolights*. Angewandte Chemie International Edition, 2010.

2. Sun, Y. P. et al. *Quantum-Sized Carbon Dots for Bright and Colorful Photoluminescence*. Journal of Materials Chemistry, 2006.
3. Liu, M., et al. *Rare Earth Doped Luminescent Materials and Their Applications*. Chemical Society Reviews, 2015.
4. Wang, F., Liu, X. *Multifunctional Lanthanide Nanomaterials*. Accounts of Chemical Research, 2014.
5. Kwon, O. S., et al. *Antibacterial Activity of Carbon-Based Nanomaterials*. Advanced Functional Materials, 2019.
6. Zhang, X., et al. *Self-Healing Polymer Materials: Mechanisms and Applications*. Progress in Polymer Science, 2020.
7. Li, H., et al. *Carbon Quantum Dots: Synthesis, Properties and Applications*. Nano Today, 2018.
8. Binnemans, K. *Lanthanide-Based Luminescent Hybrid Materials*. Chemical Reviews, 2009.
9. Geim, A. K., Novoselov, K. S. *The Rise of Graphene and Related Materials*. Nature Materials, 2007.
10. Chen, Y., et al. *Smart Coatings with Multifunctional Nanocomposites*. Advanced Materials, 2021.

TABLE OF CONTENTS

1	Fe(II), Ni(II) IONLARINING TARKIBIDA AZOT, KISLOROD TUTGAN IMMOBILLANGAN LIGANDLARDA SORBSIYASI VA METALLOKOMPLEKSLARI TADQIQOTI — Bazarova Munavvar	3–6
2	МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ПОДЗЕМНОГО ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ С УЧЕТОМ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПОРИСТОЙ СРЕДЫ — Равшанов Н., Усмонов Л.	7–11
3	МАТЕМАТИКА FANINI O‘QITISHDA TADQIQOT HAMDA INNOVATSION METODLARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI — Abduxamidov Sardor, Sobirov Diyorbek, O‘rinova Fotima, Muhammadqodir Rahimjon, Amonov Mirabbos	12–14
4	KASBGA YO‘NALTIRILGAN INGLIZ TILI (ESP)NI ODDIY DARSLARDA JORIY ETISH USULLARI — Eshqorayeva Ibodat	15–21
5	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭВРИСТИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ В ПОВЫШЕНИИ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА — Чориева Зебинисо	22–29
6	CHIZMA GEOMETRIYA VA MUHANDISLIK GRAFIKASI FANIDA POZITSION VA METRIK MASALALARNI ISHLASH — Axmedov Nurali	30–37
7	YARIMO‘TKAZGICHLAR VA ULARNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI — Jo‘rayev G‘ulomjon, Toshboyev Olmos, Qobilov Dilmurod, O‘ralov Shaxriyor	38–42
8	YASHIL INNOVATSIYALAR VA BARQAROR RIVOJLANISH MENEJMENTI — Xolbutayev O‘ktam, Bikbolatov Muhammad	43–46
9	MODELING ECONOMIC GROWTH AND CAPITAL ACCUMULATION PROCESSES USING DIFFERENTIAL EQUATIONS — Qudratov Almardon	47–54
10	UGLEROD KVANT NUQTACHALARI VA NOYOB YER ELEMENTLARI BILAN FUNKSIYONALLASHTIRILGAN KO‘P FUNKSIYALI AQLLI NANOKOMPOZITLAR ASOSIDA YUQORI INTENSIV YORUG‘LIK CHIQUARUVCHI, ANTIBAKTERIAL VA O‘Z-O‘ZINI TIKLOVCHI INNOVATSION BO‘YOQLAR YARATISH — Bo‘riyeva Muhabbat	55–62
	OUTLINE	63