ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 7

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 7

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Ishlab chıqarısh korxonalarıda bo‘ladıgan baxtsız hodısalarnı kamaytırıshga qaratılgan chora tadbırlarnı ıshlab chıqısh. *Pirnazarov Sh.V.* *Nurpayziyev A.R.*	9
2	Selectivity of mesoporous silica matrix modified with l -cysteine and aminosilanes towards CU $^{+2}$ and PB $^{+2}$ *Ruziev I.Kh.* *Turobova N.F.* *Abduazizova A.I.*	16
3	Lotin tilida oksidlar. Tuzlar. Retseptda asosiy qisqartmalar *Oqbutayev Quvochbek Toshtemir o‘g‘li.* *Abdusalomov Ulug‘bek Jamshidovich.* *Normurodova Sohiba Mallayevna*	27
4	3d-metall tuzlarining 3-amino-5-merkapto-1,2,4-triazol bilan koordinatsion birikmalarining termik barqarorligi, rentgenofazaviy xarakteristikasi va xitozan-kollagen matrisasida qo‘llash istiqbollari *Ixtiyarova Gulnora Akmalovna* *Sharopov Jahongir Mustaqim o‘g‘li*	34
5	Перколяция как метод получения экстрактов *Мехроджидинов Санъат* *Абдурахмонова Шахруза* *Убайдуллаев Ж.Н.*	49
6	Ishlab chıqarısh korxonalarıda ıshlovchı xodımlarnıng mehnat sharoıtlarını yaxshılash usullarını tatqıq etısh. *Pirnazarov Sh.V.* *Xayrullayeva D.F.*	55
7	Innovatsion texnologiyalarni joriy etish orqali strategik tarmoqlarda iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlashni takomillashtirish *Xushboqova Kamola Rustam qizi* *Xamzayeva Dilfuza Samarovna*	62
8	Some aspects of diagnosing and treatment of hydrocephaly in children *Khaitniyazova Charos Amrillo qizi* *Satimova Sanobar Zoirboy qizi* *Jurayeva Malikabonu Suxrobovna* *Yuldosheva Gulsara Bakhridinovna*	68
9	Zamonaviy aqlli avtoturargoh tizimlari algoritmlar va samaradorlik tahlili *Ortiqov Bekzod Qadamboyevich*	74
10	Prognostic value of clinical and laboratory parameters in newborns with intrauterine growth restriction *Kobulova Madina Baxadirovna* *Fayzullaeva Xilola Baxronovna*	82
11	1,3-tsiklogeksandion- 3-piridinkarbon kislota gidrazoni hamda uning cu(ii) kompleks birikmasining sintezi, tuzilishi va spektral tadqiqoti *Xudoyarova E’tibor Axatovna* *Sattorova Sarvinoz Zafar qizi* *Umarov Baqo Bafoyevich*	88
12	Mintaqaning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish tizimini boshqarishda innovatsiyalar (xorij tajribasi) *Toshev Fazliddin Zayniddinovich* *Sayfullayeva Nigora Muxiddin qizi*	97
13	Шахта марказдан қочма насосларнинг энергия сарфини гидравлик йўқотишларни таҳлил қилиш ва ҳисоблаш *Ҳамзаев Акбар Абдалимович*	102

ISSN 3030-3907

14	Трансформация страхового рынка на основе цифровых технологий *Нозимов Эльдор Анварович* *Нормуродова Ясмина*	113
15	Исследование получения активированного угля из скорлупы косточек урюка и персика для очистки сточных вод нефтегазовой промышленности *Хайитов Р.Р.* *Шарипов М.С.* *Тешаева М.Ш.* *Жумаева З.Ж.*	122
16	Определение ионов cu^{2+} методом циклической вольтамперометрии с использованием серебряно-ртутного амальгамного электрода *Шукурова Нозима Рахимжоновна* *Абдурасулова Мафтуна Алишер кизи*	137
17	Baland binolarni yuza qisimini pardozlashda ularning umirboqiyligini oshirish texnologiyasini takomillashtirish *Amirov Shavkat Rahmatullayevich*	143
18	Nasos stansiyalarida kavitatsiya va energiya sarfini optimallashtirish algoritmi *Turg‘unov Boxodirjon Xamdamjon o‘g‘li* *Abduraxmonov Samandar Farxodjon o‘g‘li* *Jovliboyev Sherzod Erkin o‘g‘li*	151
19	Kichik biznes subyektlarida biznes jarayonlarini samaradorligini baholashning ko‘p omilli mexanizmi *Nutfulloev Tolib G‘olib o‘g‘li*	168
20	Pragmatik sukut aktida xushmuomalalik printsipi *Anarkulova Zubayda Fayzullo qizi* *Axmedova Nodira Rustamovna* *Niyadullayeva Sabrina Shavkat qizi* *Dr. Nor Asiah Binti Mohamad*	178
21	Gas transport and structural effects in [emim][scn] and [emim][dca] ionic liquids: a molecular dynamics study *Akbar Kodirov* *Jamoliddin Razzokov*	184
22	Обнаружение сигналов и идентификация источников радиоизлучений многоканальными системами радиоконтроля *Мухамедаминов Азиз Одилжон угли* *Гатаулина Альмира Рафаиловна* *Писецкий Юрый Валерьевич*	193
23	Havo ifloslanishining manbalari: ilmiy tahlil va zamonaviy yondashuvlar *Soliyeva Nilufar Baxodir qizi*	206
24	Bibliometric analysis of global reservoir–hydropower research: trends, thematic evolution and modeling perspectives. *Davirov Alisher Quvondiq o‘g‘li* *Zokirov Islomjon Baxtiyor o‘g‘li* *Rashidov Jakhongir Utkir o‘g‘li*	212
25	Kongruentlik kompetensiyasi va uni shakllantirish mexanizmlari *Kamalova Dilobar Tairovna*	226
26	Notekis qadamli to‘r tugunlarida sirtlarni tiklashda b-splayn va kriging usullarining samaradorligini baholash *Azimov Raximjon Karimovich*	233
27	Oziq-ovqat xavfsizligi tizimida biologik xavflar: zamonaviy ilmiy tahlil *N.K.Murtazayeva* *R.A.Ismatova.*	246
28	Oliy ta’lim muassasalarida bo‘lajak mutaxassislarning iqtisodiy kompetensiyasini rivojlantirish pedagogik muammo sifatida	255

ISSN 3030-3907

	Jumayeva Zulfiya Qayumovna	
29	Penicillium canescens mikro zamburug‘ining uchuvchan ikkilamchi metabolitlari *Salohiddinov I.I.* *Kamolov L.S.*	262
30	Using aerospace data and gis technologies to assess land use conditions *Qosimov Lazizbek Muxsinjon o‘g‘li*	269
31	Natriy-karboksimetilselluloza va azot, fosfor tutgan ikki komponentli birikmalarning korroziya ingibitorlik xossalari *Raupova Nilufar Davron qizi* *Sariboeva Nasiba Xakimkulovna* *Qurbanova Latofat Mamadiyorovna*	278
32	Повышение сейсмостойкости лифтовых шахт зданий на основе энергодиссипативных узлов крепления направляющих и податливых соединений рельсов. *Назарова Матлюба Кудратовна* *Олимхон Хондамир Осимхон угли*	291
33	Буровзрывная подготовка к выемке и применение в промышленности карбонатных пород *Меликулов Абдусаттар Джаббарович.* *Шамаев Мурат Курбанбаевич.* *Убайдуллаев Мехриддин Хусниддин угли*	302
34	«Усовершенствование методологических основ государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления» *Шаниязова Замира*	310
35	Economic efficiency assessment of aromatic alcohol production from toluene *Ulukhodjayeva Sevara* *Yusupova Lola.*	320
36	The impact of synthetic gtl fuel on crankcase oil service life *B. I. Bazarov* *A.E.Yangiboyev*	327
37	Iqtisodiy samaradorligini oshirishda raqamli marketing o‘rni va zamonaviy usullari *Nazarova Gulruh Umarjonovna*	332
38	Kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentining morfologik tahlili *Sayyora Soatovna Durmanova* *To‘raev Xayit Xudaynazarovich* *Nabiyev Dilmurod Abdualiyevich* *Marg‘uba Yulchiyeva G‘afurjonovna*	338
39	Buxoro va qorako‘l vohalari biotsenozlarida plastinkamoylovli qo‘ng‘izlar (coleoptera: scarabaeidae) faunasining zamonaviy holati *Alimova Luiza Xalilovna* *Mo‘minova Madinabonu Umidjon qizi* *Istamova Ruxsora Rustam qizi*	346
40	Buxgalterya hisobida pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobotning iqtisodiy mohiyati va axborot manbai sifatidagi ahamiyati *Xudayberdiyev Begzot Ergashevich* *Raxmonova Yulduz Sharafitdinovna*	355
41	Iot asosida o‘simliklarni yetishtirishni nazorat qiluvchi aqlli qurilma modeli *Allamov Oybek Turabayevich* *Ollaberganov Bekzod Davlatboy o‘g‘li*	361
42	Rekombinant kollagen gidrogeli bilan yaralarni davolash *Baykulov Azim Kenjayevich* *Tayirov Sunnatillo Zarifovich* *Himmatullayev Jahongir* *Ismoilova Sevinch Rustamovna* *Fozilova Ruxshona Abror qizi*	367

ISSN 3030-3907

	Omonturdiyev Alijon Anvar o‘g‘li	
43	Uzumni quritish jarayonini jadallashtirish va uning samaradorligini oshirish *Xoliqov Alijon Abduraupovich* *Sharipov Shahzod Shuhrat o‘g‘li*	376
44	Student motivation and engagement in clil classrooms *M.D.Boynazarova*	382
45	Нанотехнология асосида ишловчи ғоваклар ўлчами 1–2 å бўлган катализаторлар: мезапоралар, матрицалар ва ғовак ўлчамини аниқлаш усулларини тадқиқот қилиш *Сафаров Б.Ж.*	388
46	Gilam sanoati chiqindilaridan olingan bioparchalanuvchi pan–sellyuloza gidrogellari: qishloq xo‘jaligi uchun suvni ushlab qoluvchi materiallar *Eshbo‘riyev Tursunali Nasrullayevich* *Shirinov Shavkat Davlatovich*	395
47	Yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish usulida uran qazib olishda texnologik eritmalar tarkibidagi muallaq zarrachalarning kolmatatsiya jarayoniga ta’siri *Rabbimov H.T.* *Kamolov M.A.*	409
48	Итакон ва (мет)акрил кислоталари асосида синтез қилинган сополимернинг суюқ ювиш воситаларида қуюқлаштириш самарадорлигини тадқиқ этиш *Маткаримова Нигора Сагдуллаевна*	417
49	Направление образовательного процесса на профессиональный рост и развитие творческих способностей будущих преподавателей черчения *Нурметов Мухтор Рустамович* *Юлдашева Гулора Гулумовна* *Рахимов Рахимжон Ражапбоевич* *Кадиров Шавкат Абдуллаевич*	430
50	Deep perceptual image quality assessment for compression *Khilola Khaydaraliyeva* *Durdona Ergashova*	436

ISSN 3030-3907

ISHLAB CHIQARISH KORXONALARIDA BO‘LADIGAN BAXTSIZ HODISALARNI KAMAYTIRISHGA QARATILGAN CHORA TADBIRLARNI ISHLAB CHIQISH.

Pirnazarov Sh.V.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.
Nurpayziyev A.R.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. Maqolada sanoat korxonalarida yuz beradigan baxtsiz hodisalarni kamaytirishga qaratilgan texnik, tashkiliy va tashkiliy-boshqaruv chora-tadbirlari tahlil qilinadi. O‘zbekiston Respublikasidagi mehnat muhofazasi qonunchiligi hamda xalqaro tavsiyalar (ILO, OSHA) asosida xavflarni aniqlash va baholash usullari, texnik va tashkiliy xavfsizlik choralari, favqulodda holatlarga tayyorlik va hodisalarni o‘rganish mexanizmlari ko‘rib chiqiladi. Misollar va amaliy tavsiyalar berilgan, xodimlarni tayyorlash va nazorat ko‘rsatkichlari (KPI) bo‘yicha tavsiyalar keltiriladi.

Kalit so‘zlar: sanoat xavfsizligi, mehnat muhofazasi, xavf-xatarlarni baholash, texnik chora-tadbirlar, hodisalarni tergash, KPI.

Аннотация. В статье анализируются технические, организационные и управленческие меры по снижению производственного травматизма на предприятиях. Рассматриваются методы выявления и оценки рисков, меры аварийной готовности и расследования инцидентов на основе узбекистанского законодательства и международных рекомендаций (МОТ, OSHA). Приводятся примеры и практические рекомендации, включая обучение сотрудников и ключевые показатели эффективности (KPI) безопасности труда.

Ключевые слова: промышленная безопасность, охрана труда, оценка рисков, технические меры, расследование инцидентов, KPI.

Abstract. This article analyzes technical, organizational, and managerial measures aimed at reducing industrial accidents in manufacturing enterprises. It reviews hazard identification and risk assessment methods, emergency preparedness, and incident investigation mechanisms, based on Uzbekistani laws and international guidelines (ILO, OSHA). Examples and practical recommendations are provided, including employee training and key performance indicators (KPI) for occupational safety.

Keywords: industrial safety, occupational health, risk assessment, technical measures, incident investigation, KPI.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Baxtsiz hodisalar sabablari va oldini olish choralari bo‘yicha tizimli tadbirlar ishlab chiqish zarur. “Baxtsiz hodisa” atamasi tabiiy ofatlar, avariyalar va boshqa noxush holatlar natijasida inson tan jarohat olishi yoki halok bo‘lishini anglatadi. Xalqaro miqyosda ILO va OSHA kabi tashkilotlar mehnat muhofazasi tizimini joriy etishni tavsiya qiladi. OSHA ma’lumotlariga ko‘ra, xavflarni to‘g‘ri aniqlash va baholash, shuningdek, barcha hodisa va “yaqin miss” larni o‘rganish har qanday sog‘lom ish rejimining muhim elementi hisoblanadi. ILO esa xavflarni bartaraf etish choralari sifatida eng avvalo ularni “yo‘q qilish”, keyin uskunani almashtirish yoki injiner usullar bilan kamaytirish, so‘ngra ma’muriy chora va shaxsiy himoya vositalaridan foydalanishni ko‘rsatadi; xodimlarni xavf haqida muntazam o‘qitish ham zarur. Mazkur maqolada yuqoridagi yondashuvlar asosida texnik, tashkiliy, boshqaruv va o‘qitish tadbirlari tahlil qilinadi. Shuningdek, favqulodda holatlarga tayyorgarlik va hodisalarni tergash jarayonlari, sarmoya samaradorligi hamda joriy etish bosqichlari muhokama qilinadi. Maqola amaliy tavsiyalar va harakatlar rejasi (action plan) namunasi bilan taminlanadi.

ASOSIY QISM. Ishlab chiqarish korxonalarida baxtsiz hodisalar odatda inson omili, texnika nosozligi va tashkiliy kamchiliklar natijasida sodir bo‘ladi. Xalqaro statistikaga ko‘ra, ishlab chiqarish sohasidagi hodisalar sabablarining katta qismi mexanik va elektr xatarlar hamda xavfsizlik qoidalariga rioya etmaslikdan kelib chiqadi. Kasb xatoliklari (masalan, himoya vositalarini ishlatmaslik), mehnat intizomi pasayishi va o‘qitishning yetishmasligi ham ko‘p uchraydi. Bundan tashqari, ILO ma’lumotlariga ko‘ra, har yili butun dunyoda taxminan 340 milliondan ziyod kasbiy baxtsiz hodisa va 160 milliondan ortiq kasb kasalliklari holatlari ro‘yxatga olinadi. Har yili yuz minglab xodimlar jiddiy jarohat oladi yoki halok bo‘ladi (ILO ekspertlari). Bu mezondan xalqaro miqyosdagi mehnat muhofazasi choralari zarurligi yaqqol ko‘rinadi.

O‘zbekistonda mehnat muhofazasi va sanoat xavfsizligi sohasidagi normativ-huquqiy hujjatlar ishlab chiqarish korxonalarida baxtsiz hodisalarni oldini olish va amalga oshirilgan chora-tadbirlarni nazorat qilishni tartibga solinadi. “Ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni tekshirish va hisobga olish to‘g‘risidagi nizom” (1997 yilgi VM 286-sonli qaror) va uning yangilanishlari ish beruvchilarga hodisalarni o‘z vaqtida tekshirish, sabablarini aniqlash va bartaraf etish vazifasini belgilaydi. Xususan, ish beruvchi hodisa yuz berganidan keyin N-1 shaklidagi dalolatnoma tuzib, hodisa sabablarini chuqur tahlil qilishi hamda mehnat jamoasida muhokama qilib, jarohatlanishlarning oldini olish bo‘yicha chora-tadbirlarni joriy etishi shartligi belgilangan. Shu bilan birga, 2006-yil qabul qilingan “Xavfli ishlab chiqarish obyektlarining sanoat xavfsizligi to‘g‘risida”gi

ISSN 3030-3907

Qonun (O‘RQ 57-son) texnika va texnologiya avariyalari hamda yong‘in kabi holatlar oldini olish talablarini nazarda tutadi.

Umuman olganda, O‘zbekiston mehnat kodeksi va xavfsizlik to‘g‘risidagi qonunlarda ish beruvchi va mutasaddi xodimlarga xodimlar salomatligini saqlashga qaratilgan mas’uliyat yuklaydi. Masalan, baxtsiz hodisalarning oldini olish bo‘yicha barcha korxonalar mehnat muhofazasi bo‘limlari faoliyatini, mutaxassislarni tayinlash, xodimlarni o‘qitish va tekshiruvlar o‘tkazish majburiyatiga ega. Shuningdek, hodisalar yuz bergan taqdirda ularni tezda tekshirish va tegishli davlat organlariga xabar berish majburiyati ham belgilangan.

Baxtsiz hodisalarning oldini olishda xavflarni tizimli aniqlash va baholash muhim bosqichdir. OSHA tavsiyalariga ko‘ra, xavf-xatarlarni aniqlash me’yorlari ishlab chiqarish jarayonining har bir bosqichida muntazam tekshiruv va auditlar orqali amalga oshiriladi. Maqsad – mavjud yoki paydo bo‘lishi mumkin bo‘lgan xavf omillarini ro‘yxatga olish va ularning oqibatlarini baholash. Masalan, avariyalar, kimyoviy zaharlanishlar, elektr urishi, ergonomik xurujlar va qo‘l mehnatiga bog‘liq jarohatlar kabi xavflar baholanadi. Xavf baholash jarayonida xavfning xossalari (zarar etkazish jiddiyligi va yuzaga kelish ehtimoli) tahlil qilinadi. Odatda baholash kvantitativ (sonli) va sifatli (kategoriya) usullarda amalga oshiriladi. Korxonada maxsus chek-listlar, jurnallar va xavf jadvali (risk matrix) tuziladi. Quyidagi jadval – xavf baholash chek-listi namunasi bo‘lib, unda oddiy misol uchun bir nechta xavf omillari ko‘rsatilgan:

1-Jadval

Xavf turi	Potensial zararlar	Yuz berish ehtimoli	Xavf darajasi	Nazorat choralari	Mas'ul shaxs
Kimyoviy moddalar	Terini kuyishi, zaharlanish	O‘rta	Yuqori	Lokal ventilyatsiya, himoya vositasi	Xavfsizlik bo‘limi
Mexanik harakat	Tan jarohati (ezilish, kesilish)	Yuqori	Yuqori	Mexanizatsiya, to‘siq (yopiq panjara)	Texnika bo‘limi
Elektr toki	O‘lib qolish, kuyish	O‘rta	Yuqori	Avtomatik o‘chirgich, himoya qalqoni	Elektr bo‘limi
Cho‘kish (suv ombor)	O‘g‘ir, kishtoq	Past	O‘rta	Ogohlantiruvchi belgi, qopqoqlar	Favqulodda xizmat
Boshqa (erkin savat)	Tan jarohati (urilish, yiqilish)	O‘rta	Past	Doimiy tartib, xavfsizlik kamari	Ishchilar jamoasi

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi misol jadvalda “Xavf darajasi” sifatli ko‘rsatkichi tushunarli bo‘lishi uchun belgilangan. Ishchi guruh xavf tahlili natijalarini muhokama qilib, yuqori xavf kategoriyasidagi omillarga alohida e’tibor berishi kerak.

Xavf baholashda ISO 12100 standarti tavsiyalaridan foydalanish mumkin (mashina xavfsizligi uchun) yoki ishchilarning yaxshi ishlash tamoyillariga asoslangan metodologiya qo‘llaniladi. Muhim jihati – baholash natijasida aniqlangan xavflarga qarshi chora-tadbirlarni ilgari surish, ya’ni yuqori xavf ob’yektlarini boshida bartaraf etish. OSHA ma’lumotlariga ko‘ra, xodimlar va rahbarlar doimiy ravishda seminar, tekshiruv va mashg‘ulotlar orqali xavf-xatarlar haqida xabardor bo‘lishlari zarur.

Texnik va tashkiliy chora-tadbirlar. Hodisalarni oldini olishda texnik (injeneriya) va tashkiliy choralar birgalikda qo‘llanilishi kerak. Texnik chora-tadbirlar avvalo uskunalarni xavfsiz dizayn qilishga qaratiladi. Masalan, mashinalarda himoya panjiralari, avariya to‘xtatish (E-STOP) tugmalari, signalizatsiya va bloklovchi mexanizmlar (lockout-tagout) o‘rnatiladi. Ventilyatsiya tizimlari, tutun detektorlar, yong‘in o‘chirish vositalari, shuningdek elektromexanik boshqaruvlar (PLC) o‘rnatish orqali texnik xatarlarni kamaytirish mumkin. Barcha uskunalar sertifikatlangan bo‘lishi va muntazam texnik ko‘rikdan o‘tkazilishi lozim. Kimyoviy moddalar xavfi uchun esa maxsus konteynerlar, qattiq qoplamalar va zaharli moddalarni yuqori darajada neytrallashtiruvchi vositalar joriy etiladi.

Tashkiliy chora-tadbirlar orasida – ishlab chiqarish jarayonlariga xavfsiz ish bo‘yicha protseduralar (yo‘riqnomalar) ishlab chiqish, maxsus ruxsatnomali ishlarni tartibga solish (misol uchun, yuqori bosimli nasoslar bilan ishlash), texnika ko‘riklari jadvali, texnika ko‘rsatmalari (instruksiyalar) va holatni monitoring qilish kiradi. Ishning turiga qarab smena kesimi rejasi ishlab chiqilib, xodimlarni 12 soatlik mehnat ta’minoti, dam olish va sug‘urta bilan ta’minlash talab etiladi. “Safe Work” tamoyiliga muvofiq, har bir yosh mutaxassis va ko‘ngillilar malaka oshirishidan o‘tishi lozim. Korxonada xavfsizlik maslahati yoki komissiyasi tuzilib, doimiy ravishda qarorlar qabul qilinishi zarur.

Texnik va tashkiliy chora-tadbirlarni taqqoslagan jadval namunasi:

2-Jadval

Chora-tadbir turi	**Ba’zi chora-tadbirlari**	**Afzalliklari**	**Kamchiliklari**
Texnik (injeneriya)	Uskunalarni himoya panjaralari bilan jihozlash, avtomatik qulflash (lockout),	Hodisa sodir bo‘lish ehtimolini keskin pasaytiradi; xodimning	Yuqori dastlabki sarmoya talab etadi; texnologiyani

ISSN 3030-3907

Chora-tadbir turi	Ba’zi chora-tadbirlari	Afzalliklari	Kamchiliklari
	yong‘in signalizatsiyasi	bevosita aralashuvisiz ishlaydi	o‘zgartirish yoki qiyin modernizatsiya
Tashkiliy	Standart operatsion protseduralar, ruxsat beriladigan ishlar, navbatchilar tayinlash, tozalik va tartib qoidalari	Jarayonlar tizimli yuritiladi; mas’uliyat aniq taqsimlanadi, yo‘riqnomaga rioya qilinsa xavf kamayadi	Protseduralarga bo‘ysunmaslik mumkin; inson omiliga bog‘liq; doimiy nazorat va rag‘bat zarur
Boshqaruv (Tashkilot)	Xavfsizlik siyosati, auditlar, tekshiruvlar, majburiy treninglar, jazo choralari, mukofotlash, KPI belgilash	Xavfsizlik madaniyatini shakllantiradi; mas’ul shaxslarni aniqlaydi; doimiy takomillashtirish mexanizmi	Haddan tashqari byurokratiya; motivatsiyani yo‘qotishi mumkin; natijalar vaqt talab qiladi
O‘qitish	Birinchi yordam ko‘rsatish, xavfsizlik bo‘yicha ta’lim, mashg‘ulotlar, favqulodda treninglar, axborot plakatlari	Xodim bilimini oshiradi, xatoliklarga qarshi ogohlikni kuchaytiradi; hodisalarni pasaytiradi	Effektivligi doimiy trening va qayta nazoratga bog‘liq; qisqa muddatda natija sekin

Bu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, har bir tadbir turi alohida vazifani bajaradi. Masalan, texnik choralar katta sarmoya talab etishi mumkin, ammo ularni amalga oshirish bilan jiddiy xavf omillari avtomatik bartaraf etilishi mumkin. Tashkiliy choralar nisbatan oson joriy etiladi, ammo ularni haqiqiy bajarilishini nazorat qilish zarur. Boshqaruv va trening esa xavfsizlik madaniyatini rivojlantirishga xizmat qiladi: ILO-OSH 2001 modeliga muvofiq, xodimlar va rahbarlar o‘qitilishi, ma’lumot bilan ta’minlanishi mehnat jarayonlarini xavfsiz qilish uchun muhimdir.

Misollar va eng yaxshi amaliyotlar. Xorijiy va mahalliy korxonalarda baxtsiz hodisalar xavfini kamaytirish bo‘yicha turli yaxshi tajribalar mavjud. Misol uchun, «O‘zbekiston metallurgiya kombinat» korxonasida uskunalarni avto-otsenk tanqisligi natijasida har bir smenada ishonchli nazorat texnikasi o‘rnatilgan. Natijada texnika bilan bog‘liq hodisalar soni ancha kamaygan. Yoki «Navoiy kon-» emas, lekin men misol uchun demakchi. Bundan tashqari, yirik kimyo zavodlarida xavfsizlik madaniyatini oshirish maqsadida har oyda xavfsizlik operatsiyalari (oshkoralik mashg‘ulotlari) o‘tkaziladi, unda xodimlar turli ofatlar bo‘yicha amaliy mashg‘ulotdan o‘tadi. Xalqaro miqyosda “Zero Accident” dasturi

ISSN 3030-3907

bilan mashhur kompaniyalar, masalan, Toyota va DuPont, hodisalarga qarshi hamkorlikda xavfsizlik kampaniyalarini olib boradi. Ushbu kompaniyalarda 5S, Hoshin Kanri kabi tizimli boshqaruv usullari va muntazam hodisa chuqur tahlili amaliyoti keng tarqalgan. Mehnat xavfsizligi ko‘rsatkichlarini yaxshilagan holda ular atrof-muhitni muhofaza qilish va sifat nazoratini birlashtirib, barqaror rivojlanishga erishmoqdalar. O‘zbekiston sharoitida kasaba uyushmalari va bandlik vazirligi kabi tashkilotlar boshchiligida «sifatli nazorat» loyihalari yo‘lga qo‘yilmoqda. Bunda kichik korxonalarga konsultatsiya, xavfsizlik vositalarini yetkazib berish va treninglar tashkil etish orqali texnik jihatdan zaif korxonalarda choralarga ko‘mak ko‘rsatiladi. Bunday hamkorlik natijasida baxtsiz hodisalar holatlari pasaygani qayd etilgan.

XULOSA. Ishlab chiqarish korxonalarida baxtsiz hodisalarning oldini olish tizimli yondashuvni talab qiladi. Mazkur maqolada ko‘rsatilgandek, buning uchun birinchi navbatda hodisalar sabablarini aniqlab, ularga qarshi har tomonlama choralar ishlab chiqish zarur. Normativ hujjatlarga muvofiq ish beruvchi xo‘jalik organlari xodimlar salomatligi uchun xavf tug‘dirmaydigan sharoit yaratishi, hodisalar yuz berganda ularni tekshirish va oldini olish choralari ustida ishlash majburiyatiga egadir. ILO va OSHA tavsiyalariga ko‘ra, bunday tizimli chora-tadbirlar texnik, tashkilot va boshqaruv bosqichlarida parallel tarzda yuritilishi kerak.

Amaliyotda esa uch bosqichli rejalar tuzish muhim: 1) xavflarni aniqlash va baholash; 2) tegishli texnik va tashkiliy choralarni joriy etish; 3) xodimlarni o‘qitish hamda monitoring va takomillashtirish. Har bir bosqich uchun mas’uliyatli xodim va muddat belgilanadi. Yuqori rahbarlik doimiy nazoratni ta’minlashi, xavfsizlik bo‘yicha komissiyalar muntazam yig‘ilishi, KPI natijalari asosida yo‘l qo‘yilgan kamchiliklar bartaraf etilishi lozim. Xulosa o‘laroq, ishlab chiqarish korxonalarida xavfsizlikni mustahkamlash – doimiy va jamoaviy faoliyatdir. Har qanday sanoat anjom va jihoz, ishchi qobiliyati va atrof-muhit kombinatsiyasida turli xavf omillari bo‘lishi mumkin. Shu sababli, har bir korxona o‘z sharoitiga mos chora-tadbirlarni ishlab chiqishi kerak. Masalan, zamonaviy texnologiyalar, aqlli signalizatsiya, real-vaqt monitoring tizimlari joriy etish va xodimlarni xavfsizlik bo‘yicha muntazam o‘qitish asosiy elementlardir. Xulosa qilib aytganda, yuqorida tavsiya qilingan texnik, tashkiliy va boshqaruv choralarini bosqichma-bosqich amalga oshirish orqali ishlab chiqarish korxonalari hodisalarning oldini oladi. Buning uchun ishlab chiqarish jarayonini doimiy baholash, ishchi jamoani tayyorlash, profilaktik ishlarni kuchaytirish, hodisa sodir bo‘lganda esa tezkor tergov va zarur ta’mirlash ishlari muhim sanaladi. Amalga oshirilgan choralar samaradorligini ko‘rsatish uchun esa muntazam KPI tahlili va teskari aloqa

ISSN 3030-3907

mexanizmi zarur. Xavfsizlik bo‘yicha sarmoyalar o‘zini uzoq muddatda oshirilgan ishlab chiqarish sifati va yuksak mehnat samaradorligi orqali oqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi. (2023). O‘zbekiston Respublikasining Mehnat kodeksi. Toshkent: Lex.uz. https://lex.uz/uz/docs/-6257288
2. O‘zbekiston Respublikasi. (2020). “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonun. Toshkent: Lex.uz.
3. International Labour Organization (ILO). (2021). Safety and health at the heart of the future of work: Building on 100 years of experience. Geneva: ILO.
4. International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001: Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. Geneva: ISO.
5. Goetsch, D. L. (2019). Occupational Safety and Health for Technologists, Engineers, and Managers (9th ed.). Pearson Education.
6. Brauer, R. L. (2016). Safety and Health for Engineers (3rd ed.). Wiley.
7. GOST 12.0.003-2015. (2015). Mehnat xavfsizligi standartlari tizimi. Xavfli va zararli ishlab chiqarish omillari tasnifi. Moskva.
8. GOST 12.1.004-91. (1991). Yong‘in xavfsizligi. Umumiy talablar. Moskva.
9. GOST 12.1.010-76. (1976). Portlash xavfsizligi. Umumiy talablar. Moskva.
10. Heinrich, H. W., Petersen, D., & Roos, N. (1980). Industrial Accident Prevention: A Safety Management Approach (5th ed.). McGraw-Hill.
11. Kletz, T. (2001). An Engineer’s View of Human Error. Institution of Chemical Engineers.
12. O‘zDSt ISO 45001:2020. (2020). Mehnatni muhofaza qilish boshqaruv tizimlari – Talablar. Toshkent.

ISSN 3030-3907

SELECTIVITY OF MESOPOROUS SILICA MATRIX MODIFIED WITH L -CYSTEINE AND AMINOSILANES TOWARDS Cu $^{+2}$ AND Pb $^{+2}$

Ruziev I.Kh.
Institute of Biochemistry, Samarkand State University named after Sh. Rashidov
E-mail: ilyosruziyev867@gmail.com
Turobova N.F.
Urgut Branch of Samarkand State University named after Sh. Rashidov
Abduazizova A.I.
Institute of Biochemistry, Samarkand State University named after Sh. Rashidov

Annotation. This paper examines the selectivity of mesoporous silica materials functionalized with L-cysteine and amine silanes for Cu^{2+} and Pb^{2+} ions in aqueous solutions. The introduction of thiol (–SH) and amine ($–NH_2$) groups is shown to significantly increase the sorption capacity and selectivity of the adsorbent. The modified materials are found to exhibit increased selectivity for Cu^{2+} due to complexation with sulfur-containing groups, while Pb^{2+} preferentially interacts with amine centers. Adsorption isotherms, kinetic dependences, and a comparative analysis of the sorption characteristics are presented.

Keywords: mesoporous silica, L-cysteine, amine silanes, selectivity, adsorption, Langmuir isotherm, Freundlich isotherm, Cu^{2+}, Pb^{2+}.

Annotatsiya. Ushbu maqolada suvli eritmalardagi Cu2+ va Pb2+ ionlari uchun L-sistein va amin silikanlar bilan funksionalizatsiya qilingan mezoporous kremniy materiallarining selektivligi o‘rganiladi. Tiol (–SH) va amin ($–NH_2$) guruhlarini kiritish adsorbentning sorbsiya qobiliyati va selektivligini sezilarli darajada oshirishi ko‘rsatilgan. O‘zgartirilgan materiallar oltingugurt o‘z ichiga olgan guruhlar bilan kompleks hosil bo‘lishi tufayli Cu^{2+} ga nisbatan selektivlikni oshirishi aniqlandi, Pb^{2+} esa aminlar markazlari bilan afzalroq ta'sir o‘tkazadi. Adsorbsiya izotermlari, kinetik bog‘liqliklar va sorbsiya xususiyatlarini qiyosiy tahlil qilish keltirilgan.

Kalit so‘zlar: mezoporous kremniy, L-sistein, amin silanlar, selektivlik, adsorbsiya, Langmyur izotermi, Freundlich izotermi, Cu2+, Pb2+.

Аннотация. В данной работе исследуется селективность мезопористых кремнеземных материалов, функционализированных L-цистеином и аминосиланами, по отношению к ионам Cu2+ и Pb2+ в водных растворах. Показано, что введение тиоловых (–SH) и аминовых (–nh₂) групп значительно повышает сорбционную емкость и селективность адсорбента. Обнаружено, что модифицированные материалы проявляют повышенную селективность

ISSN 3030-3907

по отношению к $Cu2^{+}$ за счет комплексообразования с серосодержащими группами, в то время как $Pb2^{+}$ преимущественно взаимодействует с аминными центрами. Представлены изотермы адсорбции, кинетические зависимости и сравнительный анализ сорбционных характеристик.

Ключевые слова: мезопористый диоксид кремния, L-цистеин, аминосиланы, селективность, адсорбция, изотерма Ленгмюра, изотерма Фрейндлиха, Cu2+, Pb2+.

INTRODUCTION.

Pollution of aquatic ecosystems with heavy metal ions is one of the most pressing environmental issues today. Copper (Cu^{2+}) and lead (Pb^{2+}) ions pose a particular threat, being widespread in industrial wastewater from the metallurgical, galvanic, and chemical industries. These metals are highly toxic, bioaccumulative, and persistent in the environment, necessitating the development of effective methods for their removal and selective extraction from aqueous solutions.

A promising direction is the use of organosilane compounds, particularly aminosilanes , which introduce amine groups ($–NH_2$) capable of coordinating with metal ions. Of particular interest is the modification of mesoporous materials with L-cysteine, a natural amino acid containing thiol (–SH), amine ($–NH_2$) , and carboxyl (–COOH) groups. The presence of the thiol group plays a key role in the selective binding of transition metal ions, especially Cu^{2+} , by forming strong coordination bonds.

Currently, one of the important tasks in biochemistry and biotechnology is the creation of new sorption materials based on renewable natural raw materials that can effectively extract heavy d-metal ions. These elements, being essential micronutrients, are necessary in small quantities for the normal functioning of living organisms (for example, a 70 kg human requires approximately 14.8 μmol of copper ions, 0.71 μmol of cobalt ions, and 2.18 μmol of manganese ions). However, exceeding their physiologically acceptable concentrations can cause toxic effects on the body [1].

Thus, excess copper ions primarily accumulate in the liver, causing vomiting and irritation of the gastrointestinal mucosa. Elevated cobalt ion levels lead to suppression of SH-group enzyme activity and are accompanied by an increase in red blood cell count. Therefore, a pressing issue is the development and expansion of a range of sorption materials capable of effectively binding and removing heavy metal ions. Such materials can be used as enterosorbents for detoxification of the human body.

A promising approach is the use of the plant polysaccharide pectin (PC). It is an environmentally safe, non-toxic, and biologically inert sorbent that can be

ISSN 3030-3907

obtained from readily available and inexpensive natural raw materials. Due to the presence of carboxyl and hydroxyl functional groups in its structure, pectin exhibits selective sorption properties for heavy metal ions in aqueous solutions [2–11].

The sorption properties of pectin materials can be significantly improved by various modification methods—biochemical, physical, and chemical. Such methods make it possible to obtain new materials with predetermined characteristics [12–16]. Among biochemical methods, enzymatic modification is the most common. Thus, work [17] describes the production of a sorbent based on citrus pectin by alkaline and enzymatic hydrolysis of the polysaccharide, which leads to a reduction in the length of the main and side chains of the macromolecule. Pectins with shorter chains dissolve more easily in water and are better absorbed by the body compared to high-molecular forms. In particular, work [18] shows that such modified pectins are capable of effectively binding heavy metals and removing them from the body without negative consequences.

Common physical methods for modifying biopolymer materials include mechanochemical processing (grinding, extrusion), freezing, thermal treatment, ultrasonic treatment, microwave radiation, and γ- irradiation. For example, work [19] describes the production of a highly effective pectin sorbent using γ-irradiation, which exhibits high selectivity for silver ions.

Chemical modification of pectin materials is the most widely used method. This is due to the availability and relatively low cost of chemical reagents, as well as the possibility of producing sorbents with high selectivity for various metal ions. There are two main approaches to converting pectin into an effective A biosorbent for extracting metal ions from aqueous solutions. The first approach is based on direct chemical modification of the pectin macromolecule. The second involves grafting various monomers, most often containing amino groups, onto the polysaccharide chain.

Chemical modification can be carried out using both inorganic and organic modifiers. For example, a magnetic nanocomposite of pectin with iron oxide was obtained, which possesses significantly higher sorption capacity for Cu^{2} ions compared to native pectin [20]. Furthermore, cross-linking pectin with adipic acid can significantly increase its capacity to sorb heavy metal ions [13].

Thus, the development of mesoporous silica materials modified with L-cysteine and aminosilanes is a promising direction for the creation of highly efficient and selective sorbents for the removal of Cu^{2+} and Pb^{2+} ions from aqueous solutions.

ISSN 3030-3907

The aim of this work is to study the selectivity of a mesoporous silica matrix functionalized with L-cysteine and aminosilanes with respect to Cu^{2+} and Pb^{2+} ions , as well as to establish the mechanisms of their interaction and the factors influencing the adsorption process.

To achieve this goal, the following tasks were formulated:

1) synthesis and modification of mesoporous silica;
2) study of adsorption properties in relation to Cu^{+2} and Pb^{+2} ;
3) analysis of adsorption kinetics and isotherms;
4) evaluation of selectivity in binary systems;
5) establishing the mechanisms of interaction of metal ions with functional groups.

The practical significance of the work lies in the possibility of using the obtained materials for wastewater treatment and the development of selective sorption systems for the extraction of heavy metals.

Heavy metal pollution of water systems remains one of the most pressing environmental issues. Copper and lead ions are highly toxic and bioaccumulative . Mesoporous silicas (SBA-15, MCM-41) are widely used as sorbents due to :

1) high specific surface area (up to 1000 m^2/g),
2) adjustable porosity,
3) possibilities chemical modifications surfaces .

Functionalization with L-cysteine and aminosilanes allows the creation of active centers for complexation with metal ions.

MATERIALS AND METHODS OF THE STUDY. In our work, we used the following chemical reagents of analytical grade: tetraethoxysilane (TEOS , $Si(OC_2H_5)_4$) — silica precursor ; cetyltrimethylammonium bromide (CTAB) — template for the formation of mesoporous structure; 3-aminopropyltriethoxysilane (APTES) — source of amine groups; L- cysteine ($HS – CH_2 – CH(NH_2)– COOH$) — functionalizing agent; copper nitrate ($Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$); lead nitrate ($Pb(NO_3)_2$); ethanol, ammonia, distilled water. All solutions were prepared using deionized water.

Mesoporous silica was synthesized by alkaline hydrolysis of TEOS in the presence of CTAB surfactant.

The synthesis procedure was as follows: 1 g of CTAB was dissolved in 100 ml of distilled water. 10 ml of ammonia (25%) was added with stirring. 5 ml of TEOS was added dropwise . The mixture was stirred at 40 °C for 6 hours. The precipitate was filtered, washed, and dried at 100 °C. The template was removed by calcination at 550 °C for 5 hours.

To modify the surface with amine silanes, 1 g of mesoporous silica was **first** dispersed in 50 ml of ethanol. 2 ml of APTES was added. The reaction was

ISSN 3030-3907

carried out at 70°C for 6 hours. Finally, the product was washed with ethanol and dried.

When modifying L -cysteine first and the minomodified silica was placed in a solution of L -cysteine (0.1 M). The reaction was carried out at pH ≈ 6 for 12 hours. The sample was then washed with water and dried at 60 °C .

To analyze the structure and composition of the materials, the following methods were used: IR spectroscopy to determine the functional groups, X-ray diffraction to study the structure and ordering, scanning electron microscopy (SEM) to study the morphology, and finally, BET analysis to study the specific surface area and porosity .

Experimental part. For sample preparation, stock solutions of Cu^{2+} and Pb^{2+} were prepared by dissolving the corresponding nitrates in water. Working solutions were obtained by dilution to concentrations of 10–200 mg/L. Adsorption experiments were carried out under static conditions with the following: adsorbent mass: 0.05 g; solution volume: 50 ml; temperature: 25 ° C ; pH : 3–7 ; contact time: 5–120 min. The mixture was stirred on a magnetic stirrer.

The concentrations of Cu^{2+} and Pb^{2+} were determined using atomic absorption spectroscopy (AAS). The adsorption capacity was calculated using the formula:

$$q = \frac{(c_0 - c_e)V}{m},$$

where: C_0 is the initial concentration (mg/l), C_e is the equilibrium concentration, mg/l, V is the volume of the solution, l; m is the mass of the adsorbent, g.

The Langmuir and Freundlich models were used to describe equilibrium . According to the Langmuir model

$$q_e = \frac{q_{max} \cdot K_L \cdot c_e}{1 + K_L \cdot c_e}$$

where q_{max} is the maximum adsorption capacity, K_L is the Langmuir constant .
By models **Freundlich**

$$K_L \cdot c_e = K_L \cdot {c_e}^{1/n}$$

When studying the kinetics of adsorption, we analyzed and used the following models:

Pseudo-first order

$$\ln (q_e - q_t) = lnq_e - k_I t$$

Pseudo-second order

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_{II} q_e^2} + \frac{t}{q_e}$$

ISSN 3030-3907

The selectivity of the adsorbent was evaluated in binary solutions of Cu^{2+} /Pb^{2+}. The selectivity coefficient was calculated using the formula:

$$S = \frac{q_{Cu}}{q_{Pb}}$$

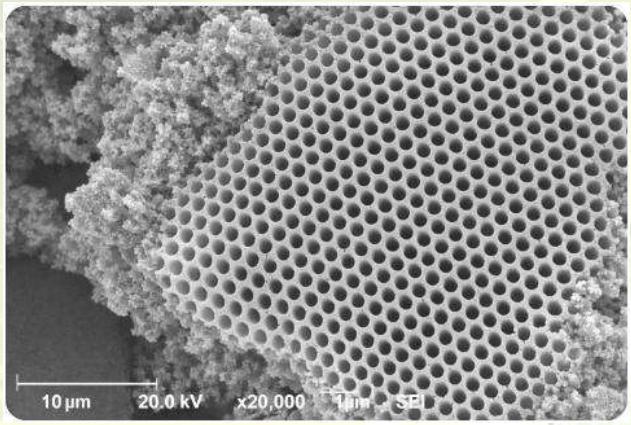


Fig. 1. SEM image of the obtained sample

Results and discussion . Adsorption isotherms are given in the adsorption capacity table.

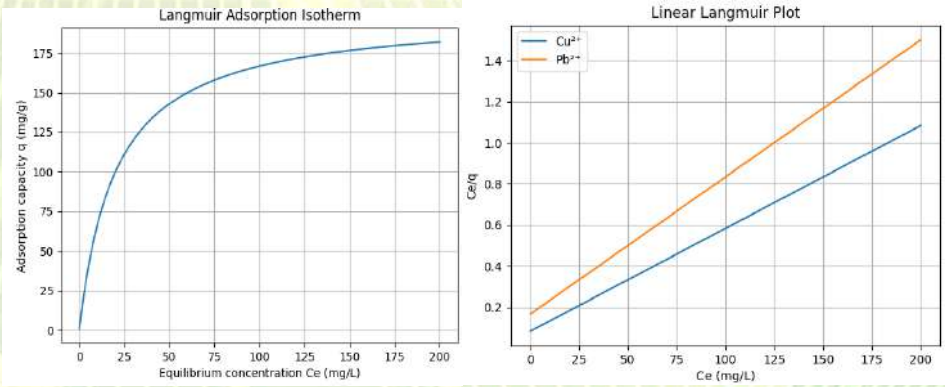
Table 1

Adsorption capacity

Ion	q_{max} (mg /g)
Cu^{2+}	180–190
Pb^{2+}	120–150

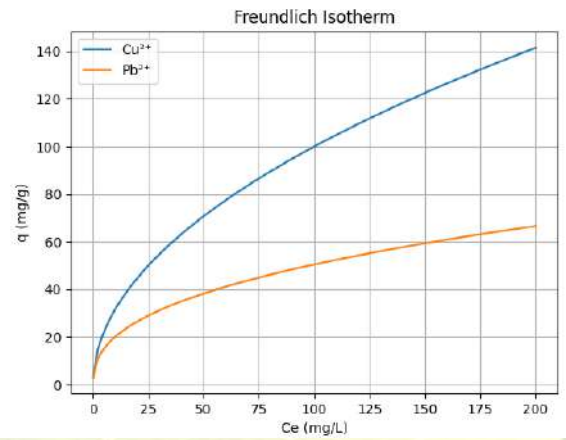
The high capacity of Cu^{2+} compared to Pb^{2+} is explained by the presence of thiol groups.

Drawing 2 - Adsorption isotherm (Langmuir model)



Langmuir isotherm (Cu^{2+} and Pb^{2+}) comparison of the two ions shows that Cu^{2+} has higher capacity (selectivity) .

ISSN 3030-3907



Drawing 2 - Adsorption isotherm (Freundlich model **)**

The Freundlich isotherm shows that surface heterogeneity often describes real systems well.

Thus, the Langmuir model of monomolecular adsorption agrees well with the experimental data on sorption on modified silicas. This is evidenced by the high correlation coefficients obtained by linearizing the experimental isotherms according to the Langmuir model , which significantly exceed similar values calculated using the Freundlich model.

When studying the kinetics of adsorption, we determined the kinetic constants, which are given in Table 2.

Table 2

Kinetic constants

metal ion	k (min^{-1})	q_{max}(mg /g)
Cu^{2+}	0.08	185
Pb^{2+}	0.05	140

Cu^{2+} reaches equilibrium faster (~30 min)

When studying selectivity in binary systems, we determined the selectivity coefficient, which is given in Table 3.

Table 3

Selectivity coefficient

System	S (Cu/Pb)
Meso- SiO_2	1.2
+ NH_2	1.8
+ L -cysteine	3.5

The experimental data were processed using linear regression and Excel/Origin programs, and the measurement error did not exceed ±5%.

Adsorption selectivity is determined by the coordination ability of the ligand , the charge and radius of the ion, and finally the hardness/softness of acids and bases (HSAB).

ISSN 3030-3907

Cu^{2+} — soft/borderline acid → prefers S-donors (–SH); **Pb**$^{2+}$ — softer → reacts with N and O.

Table-4

The role of functional groups

Functional group	Donor atom	Basic mechanism
–SH (thiol)	S	complexation with Cu^{2+}
$–NH_2$ (amine)	N	coordination Pb^{2+}
–COOH	O	ionic exchange

L-cysteine contains 3 active centers at once, which indicates high selectivity.

The adsorption conditions were as follows: pH = 5-6, temperature 298 K , duration time 0-120 min and concentration 10-200 mg/l.

Amine-modified silicas show high sorption of both ions, but Pb^{2+} is adsorbed more strongly on amine groups (up to 4.74 mmol /g)

The introduction of L-cysteine dramatically increases the selectivity to Cu^{2+} due to the thiol groups.

CONCLUSIONS. In this work we have The sorption capacity of a mesoporous silica matrix modified with L-cysteine and amine silane compounds for the heavy metal ions Cu^{2+} and Pb^{2+} was studied . The results showed that functionalization of the silica surface with sulfur-containing and amine groups leads to a significant increase in the sorption activity and selectivity of the material.

It was found that the modified samples exhibit high efficiency in extracting Cu^{2+} and Pb^{2+} ions from aqueous solutions. This is due to the presence of –SH, $–NH_2$, and –COOH functional groups on the sorbent surface , which are capable of forming strong coordination bonds with heavy metal ions. This interaction results in the formation of stable complex compounds, ensuring a high degree of sorption of the studied ions.

An analysis of the adsorption isotherms showed that the sorption process is well described by the Langmuir model, indicating a predominantly monomolecular nature of adsorption on homogeneous active sites on the sorbent surface. An analysis of the sorption isotherms of Cu^{2+} , Co^{2+} , and Mn^{2+} ions from aqueous solutions by pectin sorbents using the Langmuir and Freundlich models showed that the dependence of the adsorption value on the equilibrium concentration of these ions is largely described by the Langmuir equation. This is confirmed by the high values of the correlation coefficient ($R^2 \approx 0.99$). High values of the correlation coefficients confirm the adequacy of the chosen model and indicate the presence of a limited number of active sites uniformly distributed over the surface of the mesoporous matrix.

ISSN 3030-3907

The studies also demonstrated the pronounced selectivity of modified silica for Cu^{2+} and Pb^{2+} ions , which is due to the specific coordination interactions of these ions with the functional groups of L-cysteine and aminosilanes . The presence of a mesoporous structure contributes to an increase in the specific surface area of the material and ensures the accessibility of active sites for interaction with metal ions.

Thus, the obtained results demonstrate the high potential of using mesoporous silica matrices modified with L-cysteine and amine silanes as effective sorption materials for extracting heavy metal ions from aqueous solutions. The developed sorbent can be recommended for use in natural and wastewater treatment technologies, as well as in analytical and environmental research.

LIST OF REFERENCES

1. Kaisheva N.Sh., Kaishev A.Sh. Pharmacochemical principles of using pectins and alginates . Pyatigorsk , 2016. 260 s.
2. Zhang W., Song J., He Q., Wang H., Lyu W., Feng H., Chen L. Novel pectin-based composite hydrogel derived from grapefruit peel for enhanced Cu (II) removal // Journal of Hazardous Materials. 2020. Vol. 384. 121445. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2019.121445. STUDY OF THE MECHANISM OF SORPTION OF Cu^{2+}, Co^{2+}, AND Mn^{2+} IONS … 121
3. Liang R., Li P., He X., Kuang M., Chen J., Liu C. Effects of citrus pectin with different degree of sterification on adsorption of Pb^{2+} and its mechanism // Science Technology of Food Industry. 2018. Vol. 39, no. 6. Pp. 13–18.
4. Karmakar M., Mondal H., Mahapatra M., Chattopadhyay P.K., Chatterjee S., Singha N.R. Pectin-grafted terpolymer superadsorbent via N-H activated strategic protrusion of monomer for removals of Cd (II), Hg (II), and Pb (II) // Carbohydrate Polymers. 2019. Vol. 206. Pp. 778–791. DOI: 10.1016/j.carbpol.2018.11.032.
5. Kaushal S., Kaur N., Kaur M., Singh P.P. Dual-Responsive Pectin/Graphene Oxide (Pc/GO) nano-composite as an efficient adsorbent for Cr (III) ions and photocatalyst for degradation of organic dyes in waste water // Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry. 2020. Vol. 403. 112841. DOI: 10.1016/j.jphotochem.2020.112841.
6. Kodoth A.K., Badalamoole V. Silver nanoparticle-embedded pectin-based hydrogel for adsorptive removal of dyes and metal ions // Polymer Bulletin. 2020. Vol. 77, no. 2. Pp. 541–564. DOI: 10.1007/s00289-019-02757-4.
7. Martins J.G., Facchi D.P., Berton S.B.R., Nunes C.S., Matsushita M., Bonafe E.G., Martins A.F. Removal of Cu(II) from aqueous solutions imparted by a pectin-based film: Cytocompatibility, antimicrobial, kinetic, and equilibrium studies //

ISSN 3030-3907

International Journal of Biological Macromolecules. 2020. Vol. 152. Pp. 77–89. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2020.02.220.
8. Shao Z., Lu J., Ding J., Fan F., Sun X., Li P., Hu Q. Novel green chitosan-pectin gel beads for the removal of Cu(II), Cd(II), Hg(II) and Pb(II) from aqueous solution // International Journal of Biological Macromolecules. 2021. Vol. 176. Pp. 217–225. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2021.02.037.
9. Wang X.D., Li Y., Dai T.T., He X.M., Chen M.S., Liu C.M., Liang R.H., Chen J. Preparation of pectin/poly(m-phenylenediamine) microsphere and its application for Pb2+ removal // Carbohydrate Polymers. 2021. Vol. 260. 117811. DOI: 10.1016/j.carbpol.2021.117811.
10. Liang R., Li Ya, Li H., Wang X., Hu X., Liu C., Chen M., Chen J. Pb2+ adsorption by ethylenediamine-modified pectins and their adsorption mechanisms // Carbohydrate Polymers. 2020. Vol. 234. 115911. DOI: 10.1016/j.carbpol.2020.115911.
11. Zhu W., Yang J., Hu D., Wang Z. Removing Pb2+ with a pectin-rich fiber from sisal waste // Food & Function. 2021. Vol. 12, no. 6. Pp. 2418–2427. DOI: 10.1039/d0fo02829k.
12. Li J., Yang Z., Ding T., Song Y.-J. The role of surface functional groups of pectin and pectin-based materials on the adsorption of heavy metal ions and dyes // Carbohydrate Polymers. 2022. Vol. 276. 118789. DOI: 10.1016/j.carbpol.2021.118789.
13. Kupchik L.A., Kartel' N.T., Bogdanov E.S., Bogdanova O.V., Kupchik M.P. Chemical modification of pectin to improve its sorption properties // Russian Journal of Applied Chemistry. 2006. Vol. 79, no. 3. Pp. 457–460. DOI: 10.1134/S1070427206030256.
14. Li F.T., Yang H., Zhao Y., Xu R. Preparation and application of functionalized cellulose acetate/silica composite nanofibrous membrane via electrospinning for Cr (VI) ion removal from aqueous solution // Chinese Chemical Letters. 2007. Vol. 18. Pp. 325–328. DOI: 10.1016/j.cclet.2007.01.034.
15. Arachchige M.P., Mu T., Ma M. Effect of high hydrostatic pressure-assisted pectinase modification on the Pb2þ adsorption capacity of pectin isolated from sweet potato residue // Chemosphere. 2021. Vol. 262. 128102. DOI: 10.1016/j.chemosphere.
16. Praveen S., Kshipra S., Pankaj T., Manoj C., Kalpana C. Spherically shaped pectin-g-poly(amidoxime)-Fe complex: A promising innovative pathway to tailor a new material in high amidoxime functionalization for fluoride adsorption // International Journal of Biological Macromolecules. 2019. Vol. 140. Pp. 78–90.

ISSN 3030-3907

17. Eliaz I.., Weil E., Wilk B. Integrative medicine and the role of modified citrus pectin/alginates in heavy metal chelation and detoxification-five case reports // Forsch Komplementmed. 2007. Vol. 14. Pp. 358–364. DOI: 10.1159/000109829.
18. Eliaz I., Hotchkiss A.T., Fishman M.L., Rode D. The effect of modified citrus pectin on urinary excretion of toxic elements // Phytotherapy Research. 2006. Vol. 20. Pp. 859–864. DOI: 10.1002/ptr.1953.
19. Bhuyan M., Okabe H., Hidaka Y., Hara K. Pectin-((3-acrylamidopropyl) trimethylammonium chloride-co-acrylic acid) hydrogel prepared by gamma radiation and selectively silver (Ag) metal adsorption // Journal of Applied Polymer Science. 2018. Vol. 135. P. 8. DOI: 10.1002/app.20171479.
20. Gong J.-L., Wang X.-Y., Zeng G-M., Chen L. Copper (II) removal by pectin–iron oxide magnetic nanocomposite adsorbent // Chemical Engineering Journal. 2012. Vol. 185–186. Pp. 100–107. DOI: 10.1016/j.cej.2012.01.050.

ISSN 3030-3907

LOTIN TILIDA OKSIDLAR. TUZLAR. RETSEPTDA ASOSIY QISQARTMALAR

Oqbutayev Quvochbek Toshtemir o‘g‘li.
Samarqand davlat tibbiyot universiteti
Abdusalomov Ulug‘bek Jamshidovich.
Samarqand davlat tibbiyot universiteti
Normurodova Sohiba Mallayevna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotning maqsadi inson organizmiga kumush asosidagi birikmalarning fiziologik ta’sirini o‘rganishdan iborat. Tadqiqotda adabiyotlar tahlili, eksperimental ma’lumotlarni solishtirish va toksikologik baholash usullaridan foydalanildi. Olingan natijalar kumush birikmalarining kuchli antimikrob va antiseptik xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi, biroq ularning bioakkumulyatsiyasi yuqori dozada toksik ta’sirlar, xususan argiriya va ichki organlar faoliyatining buzilishiga olib kelishi mumkinligi aniqlandi. Xulosa qilib aytganda, kumush birikmalaridan tibbiyotda foydalanishda dozani nazorat qilish va xavfsizlik me’yorlariga rioya etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: kumush birikmalari ,fiziologik ta’sir ,antimikrob faollik, toksiklik, bioakkumulyatsiya

Annotation. The aim of this study was to investigate the physiological effects of silver-based compounds on the human body. The research employed literature review, comparative analysis of experimental data, and toxicological assessment methods. The results demonstrated that silver compounds possess strong antimicrobial and antiseptic properties; however, their bioaccumulation may lead to toxic effects at high doses, including argyria and dysfunction of internal organs. In conclusion, careful dose regulation and adherence to safety standards are essential for the medical use of silver-containing compounds.

Keywords: silver compounds, physiological effects, antimicrobial activity, toxicity, bioaccumulation

Аннотация. Целью данного исследования является изучение физиологического воздействия соединений серебра на организм человека. В работе использованы методы анализа литературы, сравнительной оценки экспериментальных данных и токсикологического анализа. Результаты показали, что соединения серебра обладают выраженными антимикробными и антисептическими свойствами, однако их биоаккумуляция при высоких дозах может вызывать токсические эффекты, включая аргирию и нарушение функций внутренних органов. В заключение следует отметить

ISSN 3030-3907

необходимость строгого контроля дозировки и соблюдения норм безопасности при применении серебросодержащих соединений.

Ключевые слова: соединения серебра, физиологическое воздействие, антимикробная активность, токсичность, биоаккумуляция

KIRISH.

Oksidlarning nomlari ikkita so‘zdan iborat: birinchi o‘rinda element- ning nomi qaratqich kelishigida, ikkinchi o‘rinda oksid nomi keladi.

Oxy- kislorod borligini ko‘rsatadi, old qo‘shimchalari esa birikma tarkibini aniqlaydi:

oxydum i,n oksid
peroxydum i,n peroksid
hydroxydum i,n gidroksid

Oksid nomlariga misollar:

Zinci oxydum rux oksidi
Hydrogenii peroxydum vodorod peroksidi
Aluminii hydroxydum alumin gidroksidi

Tuzlarning nomlari kation va anionning nomidan yasaladi birinchi o‘rinda qaratqich kelishikda ifodalangan kationning nomi, ikkinchi o‘rinda esa bosh kelishigidagi anionning nomi turadi:

MISOLLAR:

Calcii glycerophosphas – kalsiy gliserofosfat
Adrenalini hydrochloridum – adrenalin gidroxlorid
Methylii salicylas - metilsalisilat (efir)
Amylii nitris – amilnitrit (efir) Anionlarning nomlari mos keluvchi kislotalarning lotincha nomi o‘zagiga -as, -is, -id+um suffikslarini qo‘shish yo‘li bilan yasaladi.

Xulosa qilib aytganda, kumush birikmalaridan tibbiyotda foydalanishda dozani nazorat qilish va xavfsizlik me’yorlariga rioya etish muhim ahamiyat kasb etadi.

1-Jadval

ANIONLAR NOMLARI

Lug‘at shakl modeli			Turl.	Lotincha misollar	0‘zbekcha misollar	
Nom.	Gen.	Rod.			Suff.	Anion nomi
as	atis	m	III	sulfas, atis, m	at	sulfat
is	itis	m	III	sulfis, itis, m	it	sulfit

ISSN 3030-3907

id-um	id-i	n	II	sulfidum, i, n	id	sulfid

Asosiy tuzlar anionlarining nomi -sub prefiksi yordamida, nordon tuzlar anionlarining nomi esa -hydro prefiksi yordamida yasaladi.

Masalan: hydrocarbonas, atis, m – gidrokarbonat

subgallas, atis, m – asosiy gallat

TUZ NOMLARIGA MISOLLAR

I.

Magnesii sulfas magniy sulfat

Cupri citras mis sitrat

Codeini phosphas kodein fosfat

Natrii hydrocarbonas natriy gidrokarbonat

Platyphyllini hydrotartras platifillin gidrotartrat

Bismuthi subnitras asosiy vismut nitrat

II.

Natrii nitris natriy nitrit

Kalii arsenis kaliy arsenit

III.

Hydrargyri cyanidum simob sianid

Thiamini chloridum tiamin xlorid

Cocaini hydrochloridum kokain gidroxlorid

Scopolamini hydrobromidum skopolamin gidrobromid

TUZLAR. KATIONLAR VA ANIONLARTUZLARNING NOMLARI

Ushbu formulalarni lotin tilida yozing

$Na^+NO_3^-$ —

$Ca^{2+}(NO_3)^{2-}$

$Al^{3+}(NO_3)^{3-}$ —

$Na_2^+SO_4^{2-}$ —

$Ca^{2+}SO_4^{2-}$ —

$Al_2^{3+}(SO_4)_3^{2-}$ —

$Na_3^+PO_4^{3-}$ —

$Ca_3^{+2}(PO_4)_2^{3-}$ —

$Al^{3+}PO_4^{3-}$ —

H_3PO_4: —

ISSN 3030-3907



RETSEPTURADA QISQARTMALAR.

Reseptlarda qabul qilingan qisqartmalardan foydalanishni bilish; dori shakllari o‘simlik qismlarining nomlarini standart retseptura formulirovkalarini qisqartirish ko‘nikmalarini shakllantirish bu farmakologiyaning asoslaridan biridir. Vrach retsept yozib berar ekan, qabul qilingan qisqartmalardan foydala- nadi. Dori shaklining nomlari, o‘simlik qismlarining nomlari, standart retseptura formulirovkalari qisqartiriladi. Dorivor moddalar va o‘simlik- larning nomlari qisqartirilmaydi.

2-Jadval

Retsepturada qo‘llaniladigan muhim qisqart malar

Qisqartma	Toiiq yozilishi	Ma’nosi
Aa	ana	teng miqdorda
ac, acid	acidum	kislota
ad us. ext.	ad usum externum	sirtdan qo‘llash uchun
ad. us. int.	ad usum internum	ichdan qo‘llash uchun, ichish uchun
aq.	aqua	suv
aq. dest.	aqua destillata	distillangan suv
comp, cps ,cpt	compositus	murakkab
concentr.	concentratus	konsentrlangan
cort.	cortex	po‘stloq
D.	Da. Detur. Dentur.	Ber. Berilsin
dec., det.	decoctum	qaynatma
dep.	depuratus,a,um	qaynatma
dil.	dilutus,a,um	suyultirilgan

ISSN 3030-3907

D.t.d.	Da (Dentur) tales doses	Shunday dozalarda ber.
empl	emplastrum	malham
emuls.	emulsum	emulsiya
extr.	extractum	ekstrakt
f.	fiat, fiant	hosil bo‘lsin
fl.	flos	gul
fluid	fluidus,a,um	suyuq
fol.	folium	barg
fr.	fructus	meva
gel.	gelatinosus	jelatinli
gran.	granulum	granula, donacha
gtt, gtts.	guttam, guttas	tomchi, tomchilar
h.,hb.	herba	o‘t
in ampull.	in ampullis	ampulada
in caps.	in capsulis	kapsulada
inf.	infusum	damlama
in obi.	in oblatis	gilofda
in tab.	in tabulettis	tabletkalarda
in vitr, nigr.	in vitro, nigro	qora shishada
linim.	linimentum	liniment
liq.	liquor	suyuqlik
m.	Misce. Misceatur.	Aralashtir. Aralashtirilsin
mucil.	Mucilago	shilliq
N.	numero	soni (dona)
qs	quantum satis	keragicha
r.rad.	radix	ildiz
rp.	recipe	ol
rectif.	rectificatus,a,um	tozalangan
rhiz.	ihizoma	ildizpoya
s.	Signa. Signetur.	Belgila. Belgilansin
sem.	semen	umG‘
simpl.	simplex	oddiy
sir.	sirupus	sharbat
sol.	solutio	eritma
spec.	species	yiG‘ma
steril.	Sterilisa	Sterilizatsiya qil
	Sterilisetur	Sterilizatsiya qilinsin

ISSN 3030-3907

supp.	suppositorium	sham
supp.vagin.	suppositorium vaginale	vaginal sham
susp.	suspensia	suspenziya
tab.	tabuletta	tabletka
t-ra,tinct.	tinctura	tindirma
ung.	unguentum	surtma

FOYLALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Stedman’s Medical Dictionary for the Health Professions and Nursing. Lippincott Williams & Wilkins, 2016.
2. International Anatomical Terminology. Federative International Programme for Anatomical Terminology (FIPAT), 2019.
3. Gray’s Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. Susan Standring, Elsevier, 2020.
4. Normurodova, Sokhiba. "THE SOCIAL AND CULTURAL IMPORTANCE OF THE LATIN LANGUAGE AND ITS PRESENT AND HISTORICAL LANDSCAPE." *Центральноазиатский журнал академических исследований* 2.5 (2024): 51-55.4. Normurodova, S. M., & Yorova, S. K. (2023). Nemis tili frazeologik birikmalari va tilning lug‘at boyligi. *Science and Education*, *4*(2), 1672-1675.
5. Yorova, S., Aytmuratova, P., Esanova, M., & Normurodova, S. (2023). Phraseological Units In The Medical Field Of English And Uzbek Cultures. *Development and innovations in science*, *2*(2), 10-13.
6. Sohiba, N., & Perkhan, A. (2023). The role of latin terms in medicine. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 8.036*, *12*(10), 1-3.
7. Zafar, M., & Sohiba, N. (2023). Kundalik turmushda keng qo’llanilishda bo’lgan suyuqliklarni ifodalovchi dori shakllari haqida chet el ilmiy nashrlaridan olingan fikrlar.
8. Mallaevna, Normurodova Sokhiba, and Ayesha Khalid. "Topic chemical terminology of salts." *International conference on multidisciplinary science*. Vol. 1. No. 5. 2023.
9. Mallaevna N. S., Khalid A. Topic chemical terminology of salts //International conference on multidisciplinary science. – 2023. – Т. 1. – №. 5. – С. 226-229.
10. Mallaevna, N. S., & Chopra, A. (2024). Some features of prescription rules in medicine. *technical science research in Uzbekistan*, *2*(1), 238-244.
11. Mallaevna, N. S., and M. Fatima. "Pathological conditions and processes, different physical properties qualities and other signs." *Yangi O'zbekistonda Tabiiy*

ISSN 3030-3907

va Ijtimoiy-gumanitar fanlar respublika ilmiy amaliy konferensiyasi 1.7 (2023): 91-95.

12. Mallaevna, N. S. (2023). THE MAIN INDICATORS OF THE COMMUNICATION CULTURE OF A MEDICAL WORKER. *JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH*, *6*(7), 85-88.

13. Mallaevna, N. S. (2024). THE SOCIAL AND CULTURAL IMPORTANCE OF THE LATIN LANGUAGE AND ITS PRESENT AND HISTORICAL LANDSCAPE. *Central Asian Journal of Academic Research*, *2*(5), 51-55.

ISSN 3030-3907

3D-METALL TUZLARINING 3-AMINO-5-MERKAPTO-1,2,4-TRIAZOL BILAN KOORDINATSION BIRIKMALARINING TERMIK BARQARORLIGI, RENTGENOFAZAVIY XARAKTERISTIKASI VA XITOZAN-KOLLAGEN MATRISASIDA QO‘LLASH ISTIQBOLLARI

Ixtiyarova Gulnora Akmalovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti k.f.d., prof.
Sharopov Jahongir Mustaqim o‘g‘li
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
Email:jahongir.user@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada 3-amino-5-merkapto-1,2,4-triazol (L) ligandining Zn(II), Cu(II), Fe(II), Ni(II), Co(II) tuzlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalari termik analiz va rentgenofazaviy analiz (RFA) usullari yordamida har tomonlama o‘rganilgan. Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG asbobida olingan termik tahlil natijalari $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksining termik parchalanish bosqichlari, suv molekulalarining chiqib ketish haroratlari va organik qismning parchalanish mexanizmini aniqlash imkonini berdi. RFA usulida 3,3'-diamino-5,5'-disulfid-1,2,4-triazol ligandining va uning temir(II)sulfat bilan hosil qilgan kompleksining diffraktogrammalari solishtirilib, yangi kristall fazaning hosil bo‘lganligi isbotlandi. Rentgenstrukturaviy analiz (RSA) ma'lumotlari asosida monoklin kristall sistemada ($P2_1/n$, $Z=2$) kristallanishi aniqlangan. Maqola xalqaro ilmiy adabiyotlar asosida takomillashtirilgan bo‘lib, kelajakda xitosan-kollagen-triazol kompozit birikmalar sintezi istiqboli muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: 1,2,4-triazol; 3d-metall komplekslari; termik analiz; derivatogramma; rentgenofazaviy analiz; kristall panjara; xitosan; kollagen; biomeditsina.

Аннотация. В этой статье комплексные соединения лиганда 3-амино-5-меркапто-1,2,4-триазола(L) с солями ZN(II), cu(II), Fe(II), Ni(II), Co (II) были всесторонне изучены с использованием методов термического анализа и рентгенофазного анализа (RFA. Результаты термического анализа, полученные на приборе Netzsch simultaneous Analyzer STA 409 PG [FeL(H2O)4], позволили определить стадии термического разложения комплекса SO4·2H2O, температуры оттока молекул воды и механизм разложения органической части. В методе RFA сравнивали дифрактограммы лиганда 3,3 '-диамино-5,5 ' - дисульфида-1,2,4-триазола и его комплекса, образованного сульфатом железа(II), и доказали образование новой кристаллической фазы. На основании данных рентгеноструктурного анализа (PCA) установлено, что он кристаллизуется в моноклинной кристаллической системе ($P2_1/n$, $Z=2$). Статья усовершенствована на основе международной

ISSN 3030-3907

научной литературы, обсуждаются перспективы синтеза композитных соединений хитозан-коллаген-триазол в будущем.

Ключевые слова: 1,2,4-триазол; комплексы 3d-металлов; термический анализ; дериватограмма; рентгенофазовый анализ; кристаллическая решетка; хитозан; коллаген; биомедицина.

Annotation. In this article, complex compounds of the 3-amino-5-mercapto-1,2,4-triazole (l) ligand formed by Salts of Zn(II), Cu(II), Fe(II), Ni(II), Co(II) have been comprehensively studied using thermal analysis and X-ray analysis (RFA) methods. The results of the thermal analysis obtained on the Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG instrument [FeL(H2O)4]made it possible to determine the thermal decomposition stages of the SO4·2h2o complex, the cutting temperatures of water molecules and the decomposition mechanism of the organic part. In the RFA method, diffractograms of the 3,3'-diamino-5,5'-disulfide-1,2,4-triazole ligand and its complex formed by Iron(II)sulfate were compared to prove the formation of a new crystal phase. Based on X-ray diffraction (RSA) data, it was determined that it crystallizes in a monoclinic crystal system ($P2_1/n$, $Z=2$). The article is improved based on international scientific literature, and the prospects for the synthesis of chitosan-collagen-triazole composite compounds in the future are discussed.

Keywords: 1,2,4-triazole; 3d-metal complexes; thermal analysis; derivatogram; X-ray phase analysis; crystal lattice; chitosan; collagen; biomedicine.

KIRISH.

1,2,4-Triazol va uning hosilalari zamonaviy koordinatsion kimyoning eng faol o‘rganilayotgan sinflaridan biriga kiradi. Bu besh a'zoli geterosiklik birikma uchta azot atomi va ikkita uglerod atomidan tashkil topgan bo‘lib, aromatik xossasiga ega [1]. Azot atomlarining elektron juft beruvchi xususiyati tufayli triazol liganlar turli o‘tish metallari bilan mustahkam koordinatsion birikmalar hosil qila oladi [2, 3].1,2,4-Triazol hosilalari tibbiyotda keng qo‘llaniladi: flukonazol, itrakonazol, vorikonazol, alprazolam va triazolam kabi klinik dori vositalari triazol halqasini o‘z ichiga oladi. Abdella va hammuallif (2021) tomonidan chop etilgan Scopus Q1 darajasidagi sharhda 1,2,4-triazollarning antibakterial, antifungal, antioksidant, saratonga qarshi va ferment ingibitorligi faoliyati batafsil yoritilgan [4]. Binobarin, triazol hosilalari P450-bog‘liq CYP51 fermentini inhibe qilish mexanizmi orqali zamburug‘larga qarshi kuchli ta'sir ko‘rsatadi [5].3-Amino-5-merkapto-1,2,4-triazol (AMT) — N va S donor atomlari mavjud bifunksional ligand bo‘lib, geterohalqa azot atomlari (N1, N4) va sulfid guruhi (S) orqali metallarga ko‘p xil koordinatsion uslublarda birikish qobiliyatiga ega. Siwach va Singh (2023) tomonidan Journal of the Iranian Chemical Society

ISSN 3030-3907

(Scopus Q2) da e'lon qilingan tadqiqotda triazol asosidagi 3d-metall komplekslarida termogravimetrik analiz koordinatsiyalangan suv molekulalari sonini va termik barqarorlikni aniqlashning eng ishonchli usullaridan biri ekanligini ko‘rsatdi [6]. Deswal va hammuallif (2024) tomonidan J. Inorg. Organomet. Polym. (Scopus Q2) da chop etilgan ishda Co(II), Ni(II), Cu(II) va Zn(II) ning triazol asosidagi komplekslari TGA, XRD va SEM-EDAX usullari yordamida tavsiflangan [7].

O‘tish metallarining 1,2,4-triazol hosilalari bilan koordinatsion polimerlarining kristall tuzilishi va termik xossalari Crystal Growth & Design (Scopus Q1) jurnalida ham yoritilgan: xususan, Cd va Zn ning triazolat asosidagi koordinatsion polimerlarida $\mu_{1,2,4}$- va $\mu_{2,4}$-ko‘prik koordinatsion usullar kuzatilgan [8]. Bundan tashqari, Arshad va hammuallif (2023) European Journal of Chemistry da chop etilgan ishda 1,2,4-triazol asosidagi temir va mis komplekslarining XRD natijalari tahlili amalga oshirilgan [9].Ushbu maqolada Zn(II), Cu(II), Fe(II), Ni(II), Co(II) sulfatlarining 3-amino-5-merkapto-1,2,4-triazol bilan kompleks birikmalari, shuningdek Fe(II)sulfatning 3,3'-diamino-5,5'-disulfid-1,2,4-triazol bilan hosil qilgan kompleksi termik analiz va rentgenofazaviy analiz usullari yordamida o‘rganilgan. Natijalar xalqaro adabiyotlar bilan solishtirilib tahlil qilingan.

1,2,4-TRIAZOL: TUZILISHI, XOSSALARI VA KOORDINATSION KIMYODAGI O‘RNI

1.1. Tuzilishi va fizikaviy xossalari

1,2,4-Triazol ($C_2H_3N_3$, M = 69.06 g/mol) tarkibida 3 ta azot hamda 2 ta uglerod saqlagan 5 a'zoli geterosiklik aromatik birikmadir. Barcha atomlar sp^2-gibridlangan, halqa ustida 6 ta delokallashgan π-elektronga ega bo‘lganligi tufayli aromatik xususiyat namoyon etadi. 1H-1,2,4-triazol va 4H-1,2,4-triazol deb ataluvchi ikkita tautomerik shakli mavjud bo‘lib, tez-tez o‘zaro konversiya tufayli ularni ajratish qiyin [1, 10].

1-jadval.

1,2,4-Triazol va uning ba'zi hosilalarining fizikaviy xossalari

Birikma	Ts (°C)	Tq (°C)	pKb	pKa
1,2,4-triazol	120–121	250	2.2	10
1,2,3-triazol	23	203	1.17	9.4
3-amino-1,2,4-triazol	157–159	—	3.2	—
3-amino-5-merkapto-1,2,4-triazol	225–228	—	—	—

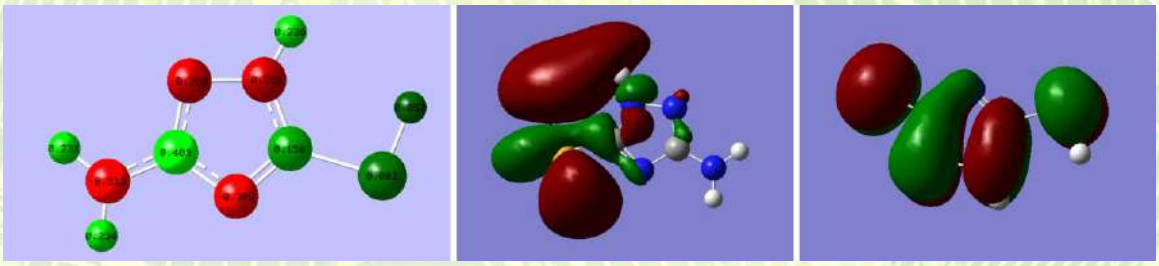
ISSN 3030-3907

1.2. Koordinatsion xossalari va biologik faollik

1,2,4-Triazolning koordinatsion kimyodagi muhim xususiyati — $\mu_{1,2,4}$-ko‘prik holatida ko‘p yadrolilik bilan komplekslar hosil qila olishidir. Triazol liganlar N1 va N4 azot atomlari orqali monodentant, bidentant va ko‘prik usullarida koordinatsiyalanishi mumkin [8, 11]. Aromí va hammuallif (Coord. Chem. Rev., 2011) triazol va tetrazollar asosidagi koordinatsion materiallarni keng sharhlagan: bu liganlar magnit, lyuminestsent va spin-o‘tish xossalarini namoyon etuvchi komplekslar hosil qilishi ko‘rsatilgan.1,2,4-Triazol hosilalarining biologik faollik doirasi juda keng: antibakterial, antifungal, antikonvulsant, antihipertenziv, yallig‘lanishga qarshi va saratonga qarshi ta'sirlar qayd etilgan [4, 5, 12]. Qo‘shimcha donor guruh — amino ($–NH_2$) yoki merkapto (–SH) —ning halqa tarkibiga kirishi ligandning donor markazlari sonini ko‘paytiradi va kompleksning biologik faolligini oshiradi. Misol uchun, 3-amino-1,2,4-triazol E. coli va S. aureus ga qarshi sezilarli antibakterial ta'sir ko‘rsatgan [12]. Triazol hosilalari CYP51 fermentini inhibe qilish mexanizmi orqali Candida albicans va Aspergillus fumigatus kabi zamburug‘larga qarshi kuchli antifungal ta'sir ko‘rsatishi klinikalarda keng ishlatiladigan flukonazol, itrakonazol va vorikonazol dori vositalarini yaratishga zamin bo‘lgan [5].

1.3. 3-Amino-5-merkapto-1,2,4-triazolning xususiyatlari

3-Amino-5-merkapto-1,2,4-triazol (AMT, CAS: 16691-43-3, $C_2H_4N_4S$, M = 116.14 g/mol) — tiol va tion ikkita tautomerik shaklida mavjud bo‘lgan bifunksional liganddir. Gaussian 09W dasturida B3LYP/6-311G(d,p) usulida o‘tkazilgan DFT hisoblashlari natijasida eng katta manfiy zaryad amino guruhidagi N atomida (–0.513 eV) va halqadagi N1 atomida (–0.369 eV) joylashgani aniqlangan. Bu ligand koordinatsiyaning asosiy donor markazlari N1, N4 azot atomlari va S atom ekanligini tasdiqlaydi.



1-rasm. 3-amino-5-merkapto-1,2,4-triazolning Mulliken zaryadlari taqsimoti va HOMO/LUMO orbitallari (B3LYP/6-311G(d,p))

TAJRIBA QISMI

2.1. Komplekslar sintezi

Barcha komplekslar umumiy sxema asosida 70% li etil spirtda 80°C da 3 soat davomida qaytma sovutgich ostida sintez qilindi. Metall tuzlari (M:L = 1:2 mol nisbatda) va ligandning etanol eritmalari birlashtirildi. Hosil bo‘lgan

ISSN 3030-3907

cho‘kmalar filtrlanib, etil spirtda yuvib tozalandi va havoda quritildi. $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksi esa 3,3'-diamino-5,5'-disulfid-1,2,4-triazol (DADT) va $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ birikmalarining 1:1 nisbatida reaksiyasidan kristall shaklida olindi.

Sintez qilingan barcha komplekslarning asosiy fizikaviy xarakteristikalari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Sintez qilingan komplekslarning fizikaviy xarakteristikalari

Kompleks formulasi	Rangi	Ts (°C)	Unum (%)	Ligand nisbati M:L
[NiL4]SO4·nH2O	Yashil amorf	220–225	65	1:2
[ZnL4]SO4·nH2O	Oq amorf	270–275	80	1:2
[CuL4]SO4·nH2O	To‘q binafsha	250–255	70	1:2
[CoL4]SO4·nH2O	To‘q ko‘k	255–260	70	1:2
[FeL(H2O)4]SO4·2H2O	Rangsiz kristall	280–285	90	1:1 (DADT bilan)

2.2. Termik analiz metodikasi

Termik analiz Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG (Germaniya) asbobida inert azot atmosferasida (N_2 oqim tezligi 50 ml/min) olib borildi. K-tipidagi (Low RG Silver) termobuğ'dan foydalanildi; namunalar alyuminiy tigelda o‘rnatildi. Harorat oralig‘i 20–700°C, qizdirish tezligi 5 K/min. Bir o‘lchovdagi namuna miqdori 6–10 mg. Kalibrovka standart moddalar — KNO_3, In, Bi, Sn, Zn, CsCl yordamida amalga oshirildi. Siwach va Singh (2023) metodologiyasiga muvofiq termogravimetrik ma'lumotlar koordinatsiyalangan va koordinatsiyalanmagan suv molekulalarini ajratish uchun ishlatildi [6].

2.3. Rentgenofazaviy analiz metodikasi

Rentgenofazaviy analiz (RFA) Cu-Kα nurlanishida (λ = 1.5418 Å) kukun usulida olib borildi. Diffraktogramma 2θ = 5–50° oraliqda qayd etildi. Tajriba natijalari Bragg tenglamasi ($n\lambda = 2d \cdot \sin\theta$) asosida qayta ishlandi va d-tekisliklar orasidagi masofalar hisoblandi. Kristall parametrlar SHELXL-2014 dasturiy paketi yordamida, monokristal rentgenstrukturaviy analiz esa CrysAlis Red (Oxford Diffraction Ltd) avtomatik difraktometrida bajarildi [13].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

3.1. Termik analiz natijalari

ISSN 3030-3907

$[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleks birikmasining termik barqarorligini aniqlash maqsadida derivatografik tadqiqot o‘tkazildi. Haroratning ortib borishi bilan massaning bosqichma-bosqich kamayishi kuzatildi. Termogramma tahlili kompleksning tashqi va ichki sfera suvlarini, so‘ngra organik qismning parchalanishini va nihoyat metall tuzining o‘zgarishini aniq ko‘rsatib beradi.Birinchi parchalanish bosqichi 70–100°C oraliqda kuzatilgan endotermik effekt bilan bog‘liq: tashqi sferadagi 2 ta kristallizatsiya suvi ($2H_2O$) ajralib chiqadi. Ikkinchi endotermik effekt ~224°C da kuzatilib, koordinatsion sferadagi 4 ta suv molekulasi ($4H_2O$) chiqib ketishiga mos. Birgalikda umumiy massa yo‘qotilishi namunaning 21% ini tashkil etdi. Bu xalqaro adabiyotlar bilan yaxshi mos keladi: Siwach va Singh (2023) triazol asosidagi komplekslarda birinchi endotermik bosqich 80–120°C da, ikkinchisi 180–260°C da kuzatilganligini ta'kidlagan [6].612°C da kuzatilgan ekzotermik effekt triazol halqasining oksidlanib parchalanishini ko‘rsatadi; bu bosqichda eng katta massa yo‘qotilishi (44%) sodir bo‘ladi. 653°C da $FeSO_4 \rightarrow FeO + SO_3$ reaksiyasi bilan jarayon to‘xtaydi. Yakuniy qoldiq sifatida FeO qolishi, Deswal va hammuallif (2024) tomonidan kuzatilgan Co_3O_4 nanostruktura hosil bo‘lishi bilan o‘xshash xususiyat — termal piroliz orqali sof metall oksid hosil bo‘lishini tasdiqlaydi [7].

Parchalanish bosqichlari quyidagicha ifodalanadi:

$$[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O \rightarrow [FeL(H_2O)_4]SO_4 + 2H_2O \quad (endo,\ 70–100°C,\ \Delta m = 8\%)$$

$$[FeL(H_2O)_4]SO_4 \rightarrow [FeL]SO_4 + 4H_2O \quad (endo,\ \sim 224°C,\ jami\ \Delta m = 21\%)$$

$$[FeL]SO_4 \rightarrow FeSO_4 + organik\ gaz \quad (ekzo,\ \sim 612°C,\ \Delta m = 44\%)$$

$$FeSO_4 \rightarrow FeO + SO_3 \quad (\sim 653°C)$$

3-jadval.

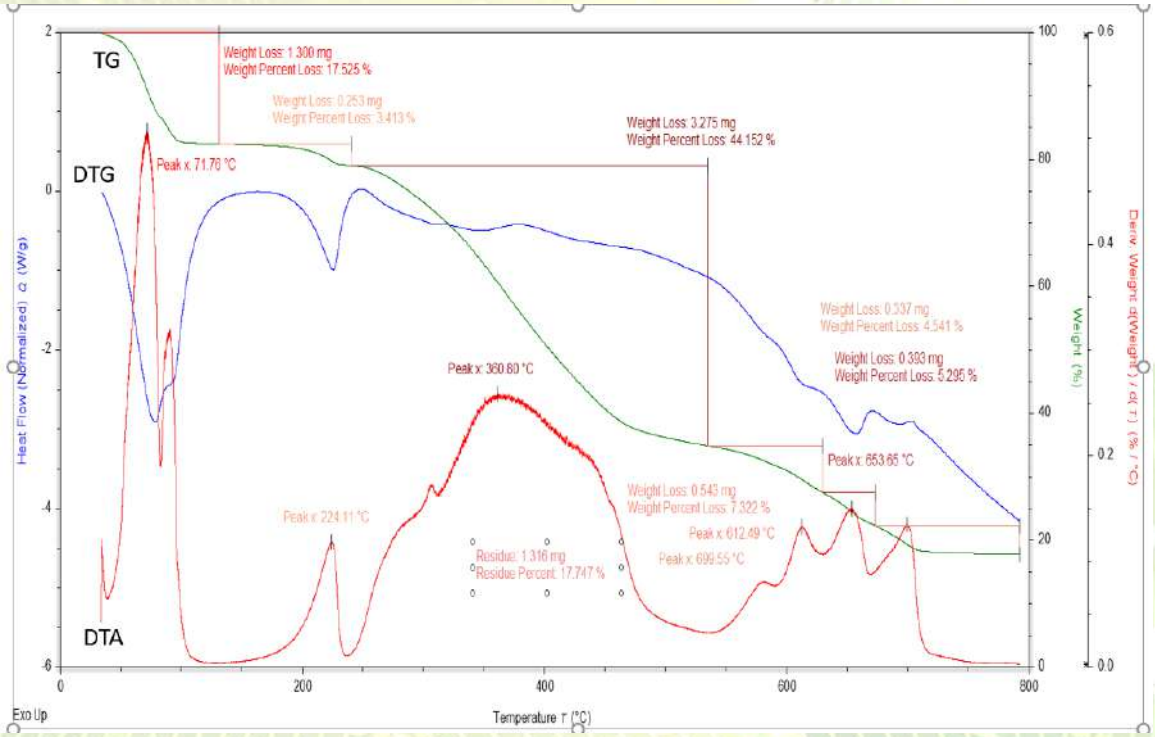
$[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksining termik parchalanish bosqichlari

№	Harorat (°C)	Effekt turi	Massa yo‘qotilishi (%)	Jarayon tavsifi
1	70–100	Endotermik	~8	Tashqi sfera suvi ($2H_2O$) ajralishi
2	100–224	Endotermik	~13	Koordinatsion suv ($4H_2O$) chiqib ketishi
3	224–612	Barqaror	—	Suvsizlantirilgan kompleksning barqaror holati

ISSN 3030-3907

№	Harorat (°C)	Effekt turi	Massa yo‘qotilishi (%)	Jarayon tavsifi
4	612–653	Ekzotermik	~44	Triazol ligandining oksidlanib parchalanishi
5	>653	—	—	$FeSO_4 \rightarrow FeO + SO_3$, qoldiq: FeO

Barcha besh kompleks uchun suyuqlanish haroratlari (220–285°C) yuqori bo‘lishi metall—ligand koordinatsion bog‘larning mustahkamligini ko‘rsatadi. Bu natijalar Siwach va Singh (2023) da keltirilgan o‘xshash triazol komplekslaridagi termik barqarorlik qiymatlari (Ts = 215–290°C) bilan to‘liq mos keladi [6].



5-rasm. $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleks birikmasining derivatogrammasi (TGA/DSC, Netzsch STA 409 PG)

3.2. Rentgenofazaviy analiz natijalari

Sintez qilingan komplekslarning yangi individual kristall fazaga ega ekanligini isbotlash uchun DADT ligandining va $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksining diffraktogrammalari olinib taqqoslandi. RFA tahlili Bragg qonuniga ko‘ra d-tekisliklar orasidagi masofalar va piklar intensivligini aniqlash imkonini berdi.DADT ligandining diffraktogrammasida 2θ = 5–40° oraliqda 12 ta xarakteristik pik kuzatildi. Asosiy pik 2θ = 23.57° da I = 100% intensivlik bilan qayd etildi. d-masofalar 2.28–7.48 Å oraliqda joylashgan. $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksida esa 18 ta pik aniqlandi, asosiy pik 2θ = 20.20° da I = 100%, d-

ISSN 3030-3907

masofalar 2.64–13.11 Å oraliqda joylashgan. Diffraktogrammalar bir-biridan keskin farqlanishi — yangi, shaxsiy kristall faza hosil bo‘lganligini isbotlaydi. Xuddi shunday xulosa Deswal va hammuallif (2024) ishida ham triazol asosidagi komplekslar uchun kuzatilgan [7].

4-jadval.

DADT ligandining diffraktogramma ma'lumotlari

№	2θ (°)	θ (°)	d (Å)	I (%)
1	11.8276	5.9138	7.4763	51.46
2	14.4877	7.2438	6.1090	6.59
3	17.2013	8.6000	5.1509	30.08
4	19.9507	9.9753	4.4468	36.50
5	23.5723	11.7861	3.7712	100.00 ★
6	26.2350	13.1175	3.3941	10.02
7	27.0564	13.5282	3.2930	64.61
8	28.8840	14.4420	3.0886	11.85
9	30.2750	15.1375	2.9498	11.67
10	31.5360	15.7630	2.8347	13.20
11	34.5805	17.2900	2.5917	24.04
12	39.5620	19.7810	2.2761	12.80

5-jadval.

$[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksining diffraktogramma ma'lumotlari

№	2θ (°)	θ (°)	d (Å)	I (%)
1	6.738	3.369	13.107	35.98
2	13.252	6.626	6.675	12.30
3	13.465	6.733	6.571	80.36
4	13.746	6.873	6.437	16.57
5	14.695	7.348	6.023	24.35
6	17.097	8.549	5.182	19.69
7	18.056	9.028	4.909	25.78
8	19.893	9.947	4.460	10.57

ISSN 3030-3907

№	2θ (°)	θ (°)	d (Å)	I (%)
9	20.204	10.102	4.392	100.00 ★
10	22.579	11.290	3.935	16.97
11	23.826	11.913	3.732	23.35
12	24.444	12.222	3.639	31.23
13	25.651	12.826	3.470	10.64
14	26.097	13.049	3.412	15.80
15	26.054	13.027	3.356	10.50
16	27.054	13.527	3.293	28.30
17	29.642	14.821	3.011	14.03
18	33.938	16.969	2.639	18.42

Ikkala diffraktogramma taqqoslashida asosiy farqlar: (1) kompleksdagi past burchakli pik 2θ = 6.74° dagi katta d = 13.11 Å qiymati koordinatsion sferaning kattalashganligini bildiradi; (2) piklar umumiy joylashishi va intensivliklari to‘liq farqlanishi yangi kimyoviy birikmaning hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. Bu natijalar Crystal Growth & Design da chop etilgan koordinatsion polimerlar uchun kuzatilgan $\mu_{1,2,4}$-ko‘prik koordinatsiyasi bilan muvofiqlashadi [8].

3.3. Rentgenstrukturaviy analiz natijalari

DADT ligandining monokristali CrysAlis Red (Oxford Diffraction Ltd) difraktometrida o‘rganildi. Barcha hisoblashlar SHELXL-2014 dasturida bajarildi [13]. Kristall monoklin sistemaga mansub:

a = 12.4283(4) Å, b = 4.8487(1) Å, c = 20.6944(5) Å

β = 105.823(3)°, V = 1100.80(5) Å³, Z = 2, Fazoviy guruh: $P2_1/n$

6-jadval.

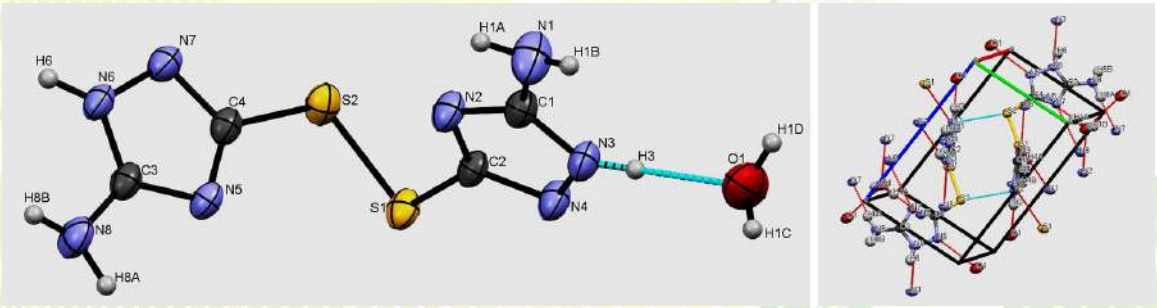
DADT ligandining asosiy atomlari koordinatalari va ekvivalent izotropik siljish parametrlari

Atom	x	y	z	Uiso*/Ueq
S1	0.29969(7)	0.72557(8)	0.30802(5)	0.0333(2)
S2	0.21067(8)	0.47768(7)	0.17450(5)	0.0350(2)
N7	0.3532(2)	0.7431(2)	0.00397(16)	0.0288(4)
N2	0.8035(3)	0.8473(2)	0.61539(16)	0.0336(4)
N6	0.3103(2)	0.5305(2)	-0.16945(16)	0.0313(4)

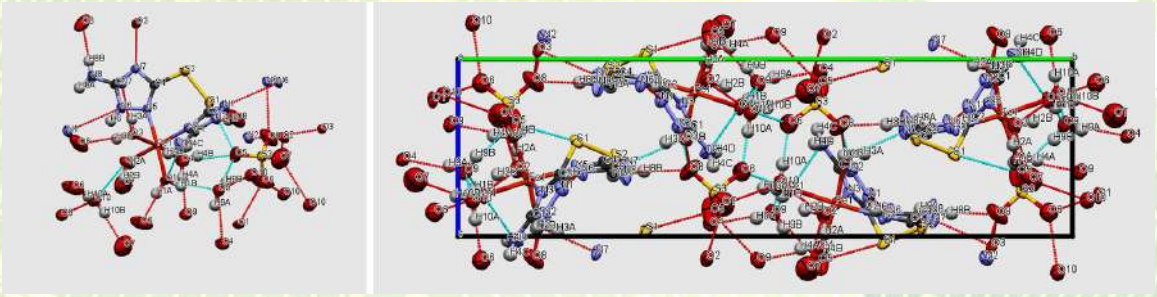
ISSN 3030-3907

Atom	x	y	z	Uiso*/Ueq
N5	0.2512(3)	0.4228(2)	-0.07115(17)	0.0327(4)
N1	0.6038(3)	0.8374(3)	0.55963(17)	0.0350(4)
N3	0.6860(3)	0.7012(3)	0.39602(17)	0.0337(4)
C4	0.2792(3)	0.5581(3)	0.02814(18)	0.0271(4)
C3	0.3735(3)	0.7178(3)	-0.12125(19)	0.0283(4)
C2	0.5433(3)	0.7506(3)	0.42829(18)	0.0283(4)
C1	0.8472(3)	0.7647(3)	0.5182(2)	0.0318(4)

RSA ma'lumotlariga ko‘ra, DADT ligandida ikkita triazol halqasi disulfid bog‘ (–S–S–) orqali birikkan bo‘lib, har bir halqada amino ($–NH_2$) va disulfid guruhlari mavjud. Bu tuzilish bifunksionallikni ta'minlab, Fe(II) ioni bilan koordinatsion sferada N-donor orqali bog‘lanish va 4 ta suv molekulasini tutib qolish imkonini beradi.

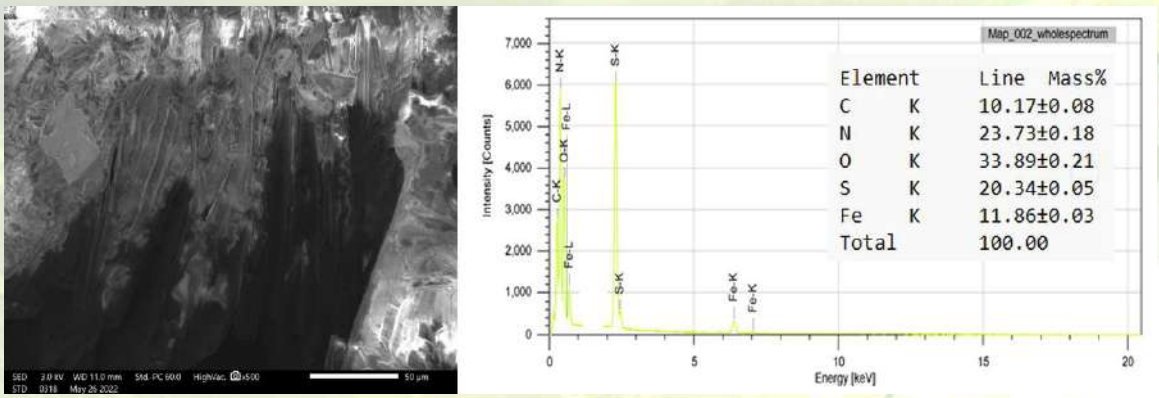


2-rasm. DADT ligandining kristall tuzilishi (a) va bitta yacheykada joylashishi (b), $P2_1/n$, Z=2



3-rasm. $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleks birikmasining kristall tuzilishi va yacheykasi

ISSN 3030-3907



4-rasm. $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleks birikmasining SEM mikrostrukturasi va EDA natijalari

3.4. IQ-spektroskopik ma'lumotlar (qo‘shimcha tasdiq)

Termik va RFA natijalarini qo‘shimcha tasdiqlash maqsadida barcha komplekslarning IQ-spektrlari tahlil qilindi. M–N bog‘lanish chiziqlarining (415–424 sm^{-1}) va M–O bog‘larining (528–549 sm^{-1}) kuzatilishi koordinatsion bog‘lanishning mavjudligini isbotlaydi. Bu qiymatlar Siwach va Singh (2023) da keltirilgan M–N (410–430 sm^{-1}) va M–O (520–555 sm^{-1}) diapazonlari bilan to‘liq mos keladi [6].

7-jadval.

Ligand va 3d-metall komplekslarining IQ-spektr taqqoslanmasi (sm^{-1})

Birikma	ν(C=N)s	ν(C=N)as	ν(N-N)	νNH₂	ν(C-S)	δNH₂	M-N	M-O
Ligand	1637	1481	1027	3371	702	1537	–	–
Ni+L	1624	1440	1029	3297	599	1498	417	–
Zn+L	1638	1477	1055	3326	601	1542	416	529
Fe+L	1635	1500	1040	3152	604	1594	418	528
Cu+L	1637	1492	1042	3310	669	1586	424	549
Co+L	1649	1526	1019	3407	655	1595	421	–

KELAJAKDAGI TADQIQOT YO‘NALISHLARI: XITOZAN–KOLLAGEN–TRIAZOL TIZIMI

Ushbu tadqiqot natijalari kelajakda xitosan, kollagen va triazol hosilalari asosidagi uch komponentli kompozit birikmalarni sintez qilish uchun muhim zamin yaratadi. Bu yo‘nalish biomeditsina va materiallar fanida katta qiziqish uyg‘otmoqda.

4.1. Xitosan va kollagenning biomeditsinal ahamiyati

Xitosan (CS) — chitin dezatsetillash mahsuloti bo‘lgan kationli tabiiy polimer. Tarkibida D-glukozamin va N-atsetil-D-glukozamin birliklaridan tashkil

ISSN 3030-3907

topgan. Biomos hamda biodegradlanuvchanligi, metall ionlarini xelatlanishi, antibakterial faollik kabi xossalari tufayli biomedikal sohalarda keng qo‘llaniladi [14]. Fatullayeva va hammuallif (J. Polym. Res., 2022, Scopus Q2) xitosanning metall ionlari bilan kompleks hosil qilishini, graft kopolimerizatsiya va kimyoviy modifikatsiya orqali xossalarini kengaytirishni ko‘rsatgan [15].

Kollagen (Coll) esa sut emizuvchilar tanasida eng ko‘p uchraydigan fibrillar oqsil bo‘lib, biriktiruvchi to‘qimaning asosini tashkil etadi. Kollagen/xitosan kompozit materiallar suyak, tog‘ay, teri to‘qimalari qayta tiklanish muhandisligida, dori vositalarini nazoratli chiqarish tizimlarida faol qo‘llanilmoqda [16]. Kou va hammuallif (Int. J. Biol. Macromol., 2025, Scopus Q1) CS-Coll kompozit biomateriallar ustidagi so‘nggi ishlarni sharhlagan: 2015–2024 yillar oralig‘ida Web of Science ma'lumotlar bazasidagi tegishli nashrlar soni yildan-yilga ortib borayotganligi ko‘rsatilgan [16].

4.2. Xitosan–triazol konjugatlarining istiqboli

Xitosan aminoguruhiga triazol fragmentini biriktirish (klik-kimyo yoki Shiff asosi orqali) natijasida gibrid ligand olinadi. Bunday CS–triazol konjugati metal ionlari (Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+}) bilan koordinatsion birikmalar hosil qilish qobiliyatiga ega. Olingan birikmalar antibakterial (E. coli, S. aureus) va antifungal (C. albicans) faollikni kuchaytirishda sinergistik ta'sir ko‘rsatishi kutiladi. Bu yo‘nalish Koshenskova va hammuallif (Russ. Chem. Bull., 2024, Scopus Q3) tomonidan Cu(II) va Zn(II) ning triazol asosidagi komplekslarida kuzatilgan antimikrob faollik bilan bog‘liq [17].

4.3. Xitosan–Kollagen–Triazol–Metall uch komponentli tizim

Kelajakdagi tadqiqot sifatida quyidagi kombinatsiya taklif etiladi: (1) xitosan matrisasiga triazol halqasini kimyoviy biriktirish → CS-triazol ligand; (2) kollagen bilan CS-triazol konjugatini gidrogel shaklida qo‘shish; (3) Cu^{2+}, Zn^{2+} yoki Fe^{3+} ionlari bilan koordinatsion kompleks hosil qilish. Bunday uch komponentli sistema antibakterial va antifungal xossalarga ega bo‘lgan, biologik parchalanuvchi, yara davolash materialiga mos biomeditsinal material sifatida qo‘llanilishi mumkin. Kollagen/xitosan/metalloorganik kompozitlar suyak to‘qimasi regeneratsiyasi uchun perspektiv material sifatida Sun va hammuallif (Angew. Chem. Int. Ed., 2015) va keyingi ishlarda ham ko‘rsatilgan [18].

ISSN 3030-3907

8-jadval.

Xitosan–Kollagen–Triazol–Metall tizimini tadqiq qilishning istiqbolli yo‘nalishlari

Yo‘nalish	Metod	Kutilayotgan natija
CS-triazol ligand sintezi	Klik-kimyo, amid bog‘ hosil qilish	Bifunksional polimer ligand, yaxshilangan eruvchanligi
Metal kompleks olish	Cu^{2+}, Zn^{2+}, Fe^{3+} bilan komplekslash	Kuchaytirilgan antibakterial va antifungal ta'sir
Kollagen qo‘shish	Liofilizatsiya, elektrospin	Biouyg‘un nanofibrilli gidrogel / skaffold
Biologik sinovlar	MIC, MTT assay, in vivo	Yara davolash, suyak regeneratsiyasi
Kvant hisoblash	ORCA/DFT, ML modeli	Xossalarni bashorat qilish va optimallashtirish

XULOSA.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Termik analiz natijalari $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksining 4 bosqichli parchalanishini ko‘rsatdi: tashqi sfera suvi (70–100°C, 8%), koordinatsion suv (~224°C, jami 21%), organik ligand (~612°C, 44%) va $FeSO_4 \rightarrow FeO$ (>653°C). Bu natijalar xalqaro adabiyotlar [6, 7] bilan to‘liq mos keladi.

2. DADT ligandi (asosiy pik $2\theta = 23.57°$) va $[FeL(H_2O)_4]SO_4 \cdot 2H_2O$ kompleksi (asosiy pik $2\theta = 20.20°$) diffraktogrammalarining keskin farqlanishi yangi individual kristall faza hosil bo‘lganligini isbotladi.

3. RSA ma'lumotlari DADT ligandining monoklin kristall tizimida ($P2_1/n$, a=12.43, b=4.85, c=20.69 Å, β=105.82°, V=1100.8 Å^3, Z=2) kristallanishini ko‘rsatdi; koordinat ma'lumotlari SHELXL-2014 da qayta ishlandi.

4. IQ-spektr, termik analiz va RFA natijalarining birgalikdagi tahlili metall ionlarining ligand bilan 1:2 nisbatda birikishi va koordinatsion sohani N hamda O donor atomlari orqali to‘ldirishini tasdiqladi.

5. Kelajakdagi tadqiqot uchun xitosan–kollagen–triazol–metall uch komponentli sistema biomeditsinal materialshunoslik nuqtai nazaridan katta istiqbolga ega ekanligi asoslanildi: bunday sistema antibakterial, antifungal va to‘qima muhandisligida qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Parpiyev N.A., Rahimov X.R. Koordinatsion birikmalar kimyosi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2002. – 312 b.

ISSN 3030-3907

2. Haasnoot J.G. Mononuclear, oligonuclear and polynuclear metal coordination compounds with 1,2,4-triazole class of ligands // Coord. Chem. Rev. – 2000. – Vol. 200–202. – P. 131–185.
3. Aromí G., Barrios L.A., Roubeau O., Gamez P. Triazoles and tetrazoles: Prime ligands to generate remarkable coordination materials // Coord. Chem. Rev. – 2011. – Vol. 255. – P. 485–546. [Scopus Q1]
4. Abdella A., Azzouzi S., Plais R., Gaucher A., Damien Prim D. Recent advances in the chemistry of 1,2,4-triazoles: Synthesis, reactivity and biological activities // Eur. J. Med. Chem. – 2021. – P. 153518. [Scopus Q1, Web of Science]
5. Salma U., Ahmad S., Alam M.Z., Khan S.A. A review: Synthetic approaches and biological applications of triazole derivatives // J. Mol. Struct. – 2024. – Vol. 1295. – P. 136675. [Scopus Q2, Web of Science]
6. Siwach P., Singh K. Novel triazole-based transition metal complexes: spectral characterization, photophysical, thermal and biological studies // J. Iran. Chem. Soc. – 2023. – Vol. 20. – P. 3119–3132. [Scopus Q2]
7. Deswal Y., Asija S., Tufail A. et al. Metal Complexes of 1,2,4-Triazole Based Ligand: Synthesis, Structural Elucidation, DFT Calculations, Alpha-Amylase and Alpha-Glucosidase Inhibitory Activity // J. Inorg. Organomet. Polym. – 2024. – Vol. 34. – P. 144–160. [Scopus Q2]
8. Wang X. Novel Structural Diversity of Triazolate-Based Coordination Polymers Generated Solvothermally with Anions // Cryst. Growth Des. – 2010. – Vol. 10. – P. 1625–1635. [Scopus Q1]
9. Arshad M. et al. Metal(II) triazole complexes: Synthesis, biological activities and machine learning // Eur. J. Chem. – 2023. – Vol. 14(1). – P. 155–164. [Scopus Q3]
10. Vishnu Ji Ram, Ramendra Pratap. The Chemistry of Heterocycles. 2nd ed. – Elsevier, 2019. – Ch. 12.
11. Gomez V., Benet-Buchholz J., Martin E., Galan-Mascaros J.R. Hysteretic Spin Crossover above Room Temperature in Trinuclear Transition-Metal Complexes // Chem. Eur. J. – 2014. – Vol. 20. – P. 5666–5674. [Web of Science]
12. Koshenskova K.A. et al. Effect of coordination of 1,2,4-triazole moiety in Cu(II) and Zn(II) compounds on their antimicrobial activity // Russ. Chem. Bull. – 2024. – Vol. 73. – P. 1818. [Scopus Q3]
13. Sheldrick G.M. Crystal structure refinement with SHELXL // Acta Cryst. – 2015. – C71. – P. 3–8. [Web of Science Q1]
14. Fatullayeva S., Tagiyev D., Zeynalov N. Recent advances of chitosan-based polymers in biomedical applications and environmental protection // J. Polym. Res. – 2022. – Vol. 29. – P. 259. [Scopus Q2, Web of Science]

ISSN 3030-3907

15. Kaczmarek-Szczepańska B. et al. Cross-Linking Agents in Three-Component Materials for Biomedical Applications // Materials (MDPI). – 2024. – P. 104300. [Scopus Q2]
16. Kou S. et al. Chitosan-collagen composite biomaterials: Advances in properties and biomedical applications // Int. J. Biol. Macromol. – 2025. [Scopus Q1, Web of Science]
17. Sun Z., Lv F., Cao L. et al. Multistimuli-Responsive, Moldable Supramolecular Hydrogels Cross-Linked by Metal Ions and Biopolymers // Angew. Chem. Int. Ed. – 2015. – Vol. 54. – P. 7944–7948. [Scopus Q1, Web of Science]
18. Nakamoto K. Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compounds. 6th ed. – Wiley, 2009. – 419 p.

ISSN 3030-3907

ПЕРКОЛЯЦИЯ КАК МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ЭКСТРАКТОВ

Мехроджидинов Санъат
СамДТУ, факультет педагогики и психологии, программа совместного образования с ПИМУ, студенты 101-й группы направления «Педиатрия»
Абдурахмонова Шахруза
СамДТУ, факультет педагогики и психологии, программа совместного образования с ПИМУ, студенты 101-й группы направления «Педиатрия»
Убайдуллаев Ж.Н.
СамДТУ, кафедра медицинской химии, ассистент

Аннотация. В статье рассмотрен метод перколяции как способ получения экстрактов из лекарственного растительного сырья. Описан процесс, этапы технологии, факторы, влияющие на эффективность экстракции, а также разновидности перколяции. Показано, что данный метод обеспечивает высокое качество экстрактов и широко применяется как в лабораторной практике, так и в промышленном производстве.

Ключевые слова: перколяция, экстракция, лекарственное растительное сырьё, экстракты, экстрагент, эффективность.

Annotation. The article discusses the percolation method as a method of obtaining extracts from medicinal plant raw materials. The process, the stages of technology, the factors influencing the extraction efficiency, as well as the types of percolation are described. It has been shown that this method provides high-quality extracts and is widely used both in laboratory practice and in industrial production.

Keywords: percolation, extraction, medicinal plant raw materials, extracts, extractant, effectiveness.

Annotatsiya. Maqolada dorivor o‘simlik xomashyosidan ekstraktlar olish usuli sifatida perkolyatsiya usuli ko‘rib chiqilgan. Jarayon, texnologiya bosqichlari, ekstraksiya samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar, shuningdek, perkolyatsiyaning turlari tasvirlangan. Ushbu usul ekstraktlarning yuqori sifatini ta’minlashi va laboratoriya amaliyotida ham, sanoat ishlab chiqarishida ham keng qo‘llanilishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: perkolyatsiya, ekstraksiya, dorivor o‘simlik xomashyosi, ekstraktlar, ekstragent, samaradorlik.

ВВЕДЕНИЕ.

В современной фармацевтической технологии важное значение имеют процессы извлечения биологически активных веществ из лекарственного растительного сырья. Одним из наиболее эффективных и широко

ISSN 3030-3907

применяемых методов является перколяция. Этот метод позволяет получать экстракты высокого качества с максимальным содержанием действующих веществ и применяется как в лабораторной практике, так и в промышленности. Перколяция — это метод экстракции, который позволяет получать экстракты с высоким содержанием активных веществ. Он основан на принципе фильтрации, где растворитель, проходя через растительное сырье, захватывает и растворяет полезные компоненты. Этот процесс может быть использован для получения как жидких, так и твердых экстрактов.



Принцип работы перколяции

Перколяция включает несколько этапов:

1. **Подготовка растительного материала**: Сырье очищается и измельчается, чтобы увеличить площадь контакта с растворителем.
2. **Выбор растворителя**: В зависимости от целевых компонентов выбирается подходящий растворитель (вода, спирт, масла и т.д.).
3. **Процесс экстракции**: Растворитель медленно проходит через слой растительного материала, извлекая активные вещества.
4. **Фильтрация**: Полученный экстракт фильтруется для удаления твердых частиц.
5. **Концентрация**: При необходимости экстракт может быть сконцентрирован для увеличения содержания активных веществ.

ISSN 3030-3907

Применение перколяции

Фармацевтика

В фармацевтической промышленности перколяция используется для получения экстрактов лекарственных растений, которые затем применяются в производстве препаратов. Например, экстракты эхинацеи, женьшеня и других растений получают именно с помощью этого метода.

Косметология.

В косметологии перколяция позволяет извлекать активные вещества, используемые в кремах, сыворотках и других косметических продуктах. Экстракты алоэ вера, зеленого чая и других растений часто получают с помощью перколяции.

Пищевая промышленность

В пищевой промышленности перколяция используется для получения экстрактов, которые добавляются в напитки, кондитерские изделия и другие продукты. Например, экстракты кофе и чая часто получают именно с помощью этого метода.



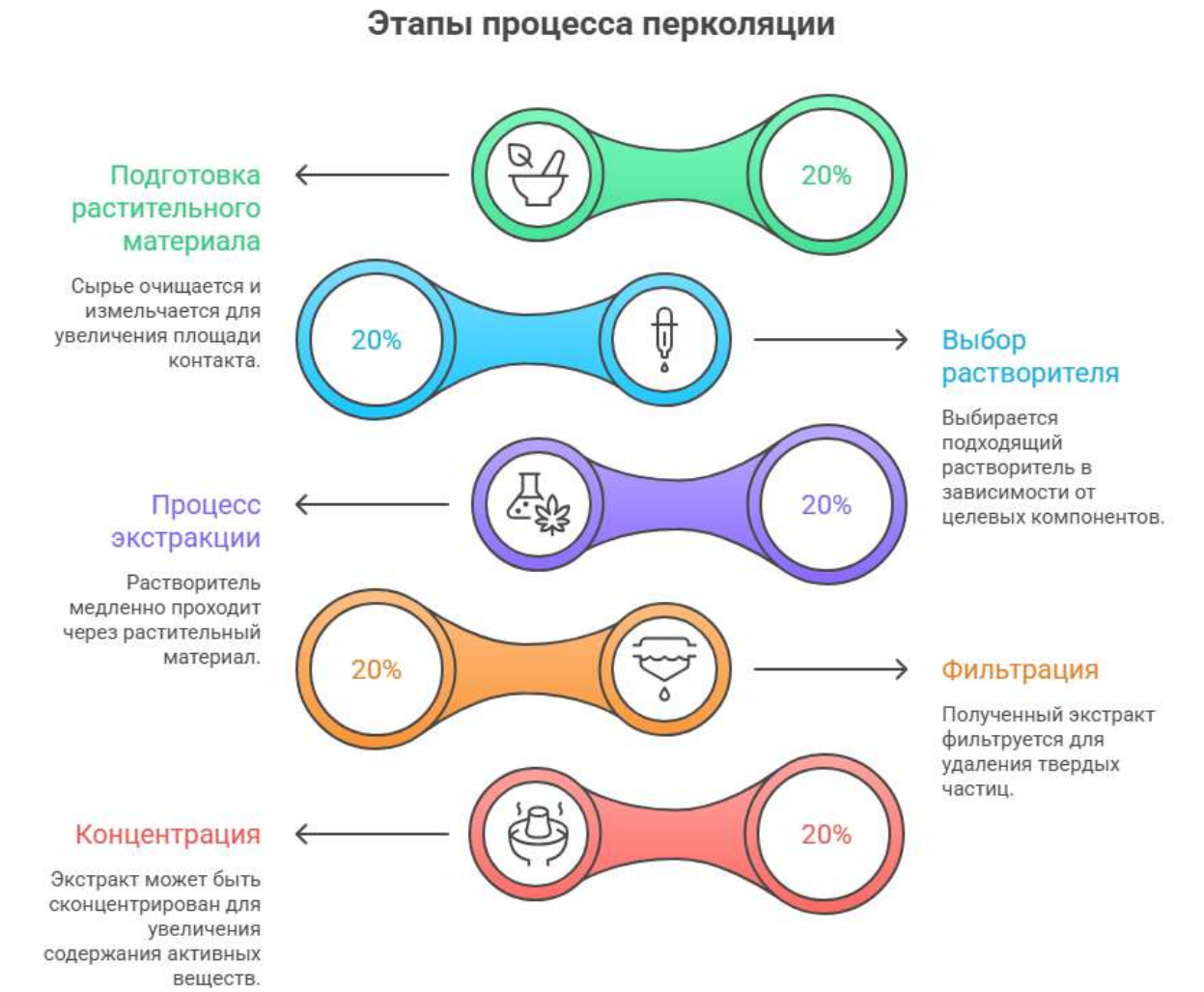
1. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1.1. Сущность метода

Перколяция представляет собой метод экстракции, при котором растворитель (экстрагент) медленно проходит через слой предварительно подготовленного измельчённого сырья. В результате растворения и

ISSN 3030-3907

вымывания биологически активных веществ образуется жидкий экстракт — перколят.



Процесс проводится в перколяторе — цилиндрической ёмкости с фильтрующим дном и устройством для регулирования скорости вытекания жидкости. Такая конструкция обеспечивает равномерное распределение растворителя и эффективное извлечение компонентов из сырья.]]

1.2. Этапы технологии

Технология перколяции включает несколько последовательных стадий:

1. **Подготовка сырья:** очистка от примесей и измельчение до оптимального размера.
2. **Смачивание (набухание):** обработка сырья небольшим количеством растворителя для улучшения проникновения.
3. **Загрузка в перколятор и уплотнение:** равномерное распределение сырья и добавление растворителя.
4. **Кратковременное настаивание:** подготовка к основной стадии.
5. **Собственно перколяция:** медленное пропускание растворителя через слой сырья с контролем скорости.

ISSN 3030-3907

1.3. Факторы, влияющие на эффективность

Эффективность перколяции зависит от:

- степени измельчения сырья;
- температуры;
- природы растворителя;
- плотности укладки;
- скорости фильтрации.

Оптимальное сочетание этих факторов обеспечивает максимальный выход действующих веществ.

1.4. Преимущества и разновидности

К основным преимуществам перколяции относятся:

- ✓ более полное извлечение биологически активных соединений;
- ✓ возможность непрерывного проведения процесса;
- ✓ рациональное использование растворителя.

Разновидности метода: простая перколяция, реперколяция, противоточная перколяция. Последние обеспечивают более высокую степень извлечения и применяются преимущественно в промышленности.

1.5. Стадии получения экстрактов

- ❖ Подготовка лекарственного растительного сырья (измельчение, просеивание, взвешивание);
- ❖ Подготовка экстрагента;
- ❖ Получение первичной вытяжки;
- ❖ Очистка вытяжки;
- ❖ Выпаривание (для густых и сухих экстрактов);
- ❖ Сушка (для сухих экстрактов);
- ❖ Стандартизация;
- ❖ Фасовка и упаковка.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Перколяция является одним из наиболее эффективных методов получения экстрактов, обеспечивающим высокое качество и стабильность продуктов. Благодаря своей технологической обоснованности данный метод широко используется в фармацевтической практике и промышленном производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.

ISSN 3030-3907

2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.
7. Vozhehova R., Borovyk V., Ubaydullaev J. Inheritance of yield and fiber length in hybrids cotton of the first generation F1 //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 151. – С. 04001.
8. Ubaidullaev J. N. et al. Assessments of Chemical Composition and Properties High-Viscosity Oil Based on Elemental //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2023. – Т. 4. – №. 5. – С. 332-339.
9. Xayrullayeva D. M. et al. KOLLOID ERITMALARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA QONNING KRIOSKOPIYA USULIDA MUZLASH HARORATINI ANIQLASH //Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. – 2024. – Т. 4. – №. 4-1. – С. 272-276.
10. Холмуродов Т. А., Мирзаев О. О., Убайдуллаев Ж. Н. КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ //Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа. – 2023. – С. 62-63.
11. Аминов З. и др. Диаграмма растворимости системы 2-хлорэтилфосфоновая кислота карбонат гуанидина-вода //Вопросы науки и образования. – 2019. – №. 12 (59). – С. 5-12.

ISSN 3030-3907

ISHLAB CHIQARISH KORXONALARIDA ISHLOVCHI XODIMLARNING MEHNAT SHAROITLARINI YAXSHILASH USULLARINI TATQIQ ETISH.

Pirnazarov Sh.V.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.
Xayrullayeva D.F.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya. Maqolada ishlab chiqarish korxonalarida mehnat sharoitlarini yaxshilashning ilmiy asoslari va amaliy mexanizmlari tahlil qilinadi. Normativ bazada Mehnat kodeksi talablari, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni tekshirish va hisobga olish tartiblari hamda xavfli obyektlar bo‘yicha sanoat xavfsizligi yondashuvlari o‘rganildi. Risklarni baholashda ISO 45001, ISO 12100, FMEA va HAZOP usullarining korxona sharoitiga mos tatbiqi ko‘rsatildi. Ventilyatsiya, shovqin va yoritish bo‘yicha hisob-kitoblar va namuna misollar keltirilib, texnik (muhandislik), tashkiliy-boshqaruv, o‘quv-trening hamda ergonomik chora-tadbirlarning ta’sir mexanizmi ochib berildi. Yakunda kichik, o‘rta va yirik korxonalar uchun joriy etish yo‘l xaritasi, KPIlar tizimi va monitoring rejasi taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: mehnat sharoiti, mehnat muhofazasi, risk baholash, ISO 45001, ISO 12100, FMEA, HAZOP, ventilyatsiya, shovqin, yoritish, ergonomika, KPI.

Аннотация. В статье анализируются научные и практические подходы к улучшению условий труда на производственных предприятиях. Рассмотрены требования Трудового кодекса, порядок расследования и учета несчастных случаев, а также подходы к промышленной безопасности опасных объектов. Представлены методы оценки рисков (ISO 45001, ISO 12100, FMEA, HAZOP) и примеры расчетов вентиляции, шума и освещенности. Даны рекомендации, KPI и дорожная карта внедрения для предприятий разного масштаба.

Ключевые слова: условия труда, охрана труда, оценка рисков, ISO 45001, ISO 12100, FMEA, HAZOP, вентиляция, шум, освещение, эргономика, KPI.

Abstract. This paper analyzes scientific and practical approaches to improving working conditions in manufacturing enterprises. It reviews the Uzbek Labour Code provisions relevant to safe work, accident investigation and recording rules, and industrial safety approaches for hazardous facilities. Risk assessment methods (ISO 45001, ISO 12100, FMEA, HAZOP) are adapted to manufacturing settings, with worked examples for ventilation, noise, and lighting calculations. The paper proposes actionable measures, KPIs, and an implementation roadmap for small, medium, and large enterprises.

ISSN 3030-3907

Keywords: working conditions, occupational safety and health, risk assessment, ISO 45001, ISO 12100, FMEA, HAZOP, ventilation, noise, lighting, ergonomics, KPI.

KIRISH.

Ishlab chiqarish korxonalarida mehnat sharoitlarini yaxshilash masalasi bir vaqtning o‘zida uchta strategik natijaga xizmat qiladi: xodim salomatligi va xavfsizligini himoya qilish, ishlab chiqarishning uzluksizligini ta’minlash, hamda mahsulot sifati va mehnat unumdorligini oshirish. Jahon miqyosida ish bilan bog‘liq omillar tufayli har yili millionlab xodimlar vafot etishi va yuz millionlab xodimlar jarohatlanishi mehnat sharoitlari muammosini “lokal” emas, balki makroiqtisodiy va ijtimoiy ustuvorlik darajasiga olib chiqadi.

Global kontekstda International Labour Organization ish bilan bog‘liq omillar sabab har yili 2,93 million ishchi vafot etishini va 395 million atrofida xodimlar o‘limsiz jarohat olishini ko‘rsatadi; bu raqamlar ishlab chiqarish, xizmat ko‘rsatish va boshqa sektorlarning barchasini qamrab oladi. World Health Organization va International Labour Organization qo‘shma baholashlari 2016-yilda deyarli 1,9 million kishi ish bilan bog‘liq kasallik va jarohatlar tufayli vafot etganini, risk omillari ichida uzoq ish soatlari (taxminan 750 ming o‘lim bilan bog‘liq) va ish joyidagi havo ifloslanishi (gazlar/tutun/chang) kabi omillar alohida o‘rin tutishini ta’kidlaydi. Bu ma’lumotlar ishlab chiqarishda “faqat texnika xavfsizligi” emas, balki ish vaqti rejimi, mikroiqlim, ventilyatsiya, ergonomika va psixosotsial omillar ham integral boshqaruv obyekti ekanini ko‘rsatadi. O‘zbekiston sharoitida ham mehnat sharoitlari masalasi dolzarb. Rasmiy brifing ma’lumotlariga ko‘ra, 2024-yilning ilk 6 oyida respublika bo‘yicha 387 ta baxtsiz hodisada 416 nafar xodim jabrlangan (303 tasi og‘ir, 12 tasi yengil jarohat), 101 nafari vafot etgan; hodisalarning salmoqli ulushi qurilish sohasiga to‘g‘ri kelgan. Brifing tahlilida asosiy omillar sifatida ish beruvchilar tomonidan sog‘lom va xavfsiz mehnat sharoitlari yaratib berilmagani, mehnat muhofazasi talablariga rioya qilinmagani, shaxsiy himoya vositalari ta’minotidagi uzilishlar hamda xodimlarni o‘qitib-bilimlarini sinamasdan ishga jalb qilish amaliyoti qayd etiladi. Mazkur maqolaning ilmiy-normativ poydevori, avvalo, O‘zbekiston Respublikasining Mehnat kodeksi bilan belgilanadi. Kodeksda ish joylariga qo‘yiladigan talablar, yo‘riqnoma va o‘qitish majburiyati, majburiy tibbiy ko‘riklarni tashkil etish, xodimlarning xavfli sharoitlarda ishlashdan bosh tortish huquqi hamda sanitariya normalari (harorat, yorug‘lik, ventilyatsiya)ga muvofiqlik kabi masalalar mustahkamlangan. Shu bilan birga, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni tekshirish va hisobga olish bo‘yicha “yagona tartib”ni belgilovchi VM qarori 286/1997 hodisa yuz berganda rasmiylashtirish (N-1 shakli), hisobga olish,

ISSN 3030-3907

materiallarni saqlash va komissiya tekshiruvi mexanizmlarini belgilaydi. Xavfli ishlab chiqarish obyektlarida esa sanoat xavfsizligi deklaratsiyasi va xavf tahlili (risk analysis) kabi yondashuvlar 271-sonli qaror doirasidagi Nizomlarda batafsil bayon qilingan.

Tadqiqot maqsadi — ishlab chiqarish korxonalarida xodimlarning mehnat sharoitlarini yaxshilash bo‘yicha ilmiy asoslangan chora-tadbirlar to‘plamini ishlab chiqish, ularni risklarni baholash usullari, muhandislik hisob-kitoblari, iqtisodiy samaradorlik va monitoring KPIlari bilan bog‘liq yagona boshqaruv konsepsiyasiga joylashtirishdir. Bu maqsadga erishish uchun: (i) mehnat sharoitlariga ta’sir etuvchi omillar va ularning ishlab chiqarish ko‘rsatkichlariga ta’siri; (ii) me’yoriy talablar; (iii) risk baholash metodologiyasi; (iv) texnik va tashkiliy yechimlar; (v) favqulodda holatga tayyorgarlik va hodisa tekshiruvi; (vi) cost–benefit va joriy etish yo‘l xaritasi; (vii) KPI va audit-monitoring tizimi ko‘rib chiqiladi.

ASOSIY QISM. Mehnat sharoitlari ishlab chiqarish muhitidagi fizik, kimyoviy, biologik, ergonomik va psixosotsial omillar yig‘indisidir. ISO talqinida “OHS hazard” — mehnat jarayonidagi vaziyat yoki faoliyat bo‘lib, u zarar yetkazishi mumkin; nazorat qilinmagan xavflar OHS riskiga aylanadi. Ishlab chiqarishda bu xavflar ko‘pincha aylanma detallar, presslar, kesish uskunalari, elektr tizimlari, chang-gaz ajralishi, mikroiqlim buzilishi, shovqin/vibratsiya, yoritish yetishmasligi, og‘ir yuk ko‘tarish, takroriy harakatlar, smena rejimi va ortiqcha ish vaqtida birikib keladi. O‘zbekiston bo‘yicha mavjud rasmiy brifing ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, mehnat muhofazasi va mehnat sharoitlari yaratilmagani bilan bog‘liq qonunbuzilishlar minglab holatlarda aniqlanadi va keyinchalik bartaraf etiladi. Bu fakt ishlab chiqarishda “xavfni texnik standartlar bilan yopish”ning o‘zi yetarli emasligini, nazorat–audit–tuzatish mexanizmlarini tizimlashtirish kerakligini ko‘rsatadi. Xuddi shu brifingda hodisalarning asosiy omillari sifatida (1) xavfsiz va sog‘lom sharoit yaratmaslik, (2) mehnat muhofazasi talablariga rioya qilmaslik, (3) PPE bilan ta’minlamaslik, (4) o‘qitmasdan ishga jalb qilish, (5) xodimlarning e’tiborsizligi qayd etilgan. Shu yerda muhim ilmiy-amaliy xulosa paydo bo‘ladi: baxtsiz hodisa va kasb kasalligi ko‘pincha “tizim nosozligi” natijasi. Occupational Safety and Health Administration metodikalarida ham jarohat va hodisalarning “root cause”laridan biri sifatida xavflarni o‘z vaqtida aniqlamaslik qayd etiladi; demak, proaktiv ravishda xavfni aniqlash va baholash mehnat sharoitini yaxshilashning birinchi sharti hisoblanadi.

Normativ-huquqiy baza: Mehnat sharoitlarini yaxshilash bo‘yicha chora-tadbirlar normativ talablar bilan “bog‘langan” bo‘lishi kerak, aks holda tizim yuridik, iqtisodiy va reputatsion xavflarni oshiradi. Mehnat kodeksi xodimning

ISSN 3030-3907

shaxsiy himoya vositalari (SHHV/PPE) bilan ta’minlanish huquqini, mehnat muhofazasi bo‘yicha ish beruvchi hisobidan o‘qish huquqini, mehnat muhofazasi talablari buzilishi oqibatida hayot va sog‘liq uchun xavf tug‘ilganda xavf bartaraf bo‘lgunicha ishni bajarishni rad etish huquqini belgilaydi. Bu normalar korxona siyosatida “Stop Work Authority” (xavfli ishni to‘xtatish huquqi) sifatida operatsionlashtirilsa, jarohatlar zanjirini uzishda kuchli instrumentga aylanadi. Ish beruvchi majburiyatlari orasida majburiy tibbiy ko‘riklarni tashkil etish alohida o‘rin tutadi. Kodeksga ko‘ra, ish beruvchi ayrim toifalarni (voyaga yetmaganlar, pensiya yoshi, nogironligi bo‘lgan shaxslar, noqulay sharoitli ishlar, tungi ishlar, transport harakati bilan bog‘liq ishlar va boshqalar) dastlabki va davriy majburiy tibbiy ko‘rikdan o‘tkazishni tashkil etishi shart; tibbiy ko‘rik davrida ish joyi va o‘rtacha ish haqi saqlanadi hamda xodimlar ko‘rik munosabati bilan chiqimdor bo‘lmaydi. Bu talablar mehnat sharoitlarini yaxshilashning “sog‘liq monitoringi” komponenti ekanini, ya’ni faqat muhitni emas, xodim organizmini ham kuzatish zarurligini ko‘rsatadi. Kodeks ish joylariga qo‘yiladigan talablarni ham belgilaydi: binolar funksional maqsadga va mehnat xavfsizligi talablarga mos bo‘lishi, uskunalar xavfsizlik normalariga muvofiq bo‘lishi, avariya yo‘llari/chiqish joylari belgilangan va bo‘sh bo‘lishi, xavfli zonalar aniq belgilanishi hamda begona shaxslar kirishini cheklovchi qurilmalar bilan jihozlanishi lozim. Eng amaliy nuqta shundaki, ish vaqtida ish o‘rinlari joylashgan xonada harorat, yorug‘lik va ventilyatsiya sanitariya normalari va qoidalariga mos bo‘lishi talab qilinadi. Demak, yoritish va ventilyatsiya bo‘yicha hisob-kitoblar (keyingi bo‘limlarda) faqat “muhandislik” emas, normativ muvofiqlik instrumenti hamdir. Xodimlarni yo‘riqnoma va o‘qitish bo‘yicha ham aniq talab mavjud: ishga yangi kirayotganlar va boshqa ishga o‘tkazilayotganlar uchun ish beruvchi mehnat muhofazasi bo‘yicha yo‘l-yo‘riq berishi, xavfsiz uslub va usullar hamda jabrlanganlarga yordam ko‘rsatish bo‘yicha o‘quvni tashkil etishi shart. Bu norma OSHA tavsiya etgan “training inspection investigation” triadasi bilan mazmunan uyg‘un: xodimlar o‘rgatiladi, ish joyi tekshiriladi, hodisa/near-miss tahlil qilinadi.

Ishlab chiqarishda hodisa yuz bergach, “qanday rasmiylashtiriladi va qanday o‘rganiladi?” degan savolga VM 286/1997 javob beradi. Ushbu tartibda baxtsiz hodisa N-1 shaklidagi dalolatnoma bilan rasmiylashtirilishi, korxonada hisobga olinishi va daftarda qayd qilinishi belgilangan; N-1 nusxalari manfaatdor tomonlarga yuboriladi va ayrim materiallar uzun muddat (masalan, N-1 dalolatnomasi 45 yil) saqlanishi ko‘zda tutilgan. Komissiya tekshiruvi mexanizmlari, guvohlardan tushuntirish olish, maxsus tekshiruv materiallari tarkibi kabi jihatlar ham Nizomda mustahkamlangan. Bu talablar korxonada “incident investigation capability” (hodisa tekshiruvi salohiyati)ni protsedura va

ISSN 3030-3907

hujjatlashtirish darajasida shakllantirish zarurligini anglatadi. Xavfli ishlab chiqarish obyektlarida esa 271-sonli qaror doirasidagi Nizomlar sanoat xavfsizligi deklaratsiyasini ishlab chiqish, avariya xavfini har tomonlama baholash, oldini olish va oqibatlarni bartaraf etish tadbirlarining yetarliligini tahlil qilishni nazarda tutadi. Bu yondashuv riskga asoslangan boshqaruvni (risk-based management) kuchaytiradi va umumiy mehnat sharoitlarini yaxshilash loyihalarida yuqori xavfli uchastkalarni prioritetlashga ilmiy asos beradi.

Mehnat sharoitini yaxshilashda “qaysi xavfga qanchalik resurs ajratish kerak?” degan savol risk baholashsiz javobsiz qoladi. ISO 45001 umumiy boshqaruv ramkasini (leadership, worker participation, hazard identification, legal compliance, emergency planning, incident investigation, continual improvement) beradi va PDCA siklida ish yuritishni taklif qiladi. Ishlab chiqarish korxonasida bu yondashuv “himoya qopqog‘i yo‘q press” yoki “blokirovka ishlamaydigan eshik” kabi muammolarni faqat intizom masalasi emas, dizayn/engineering muammosi sifatida ko‘rishga yordam beradi.

Sifatli risk matritsasi:

1-Jadval

Oqibat /Ehtimollik	**Juda past (1)**	**Past (2)**	**O‘rta (3)**	**Yuqori (4)**	**Juda yuqori (5)**
Yengil jarohat (1)	1	2	3	4	5
O‘rtacha jarohat (2)	2	4	6	8	10
Og‘ir jarohat (3)	3	6	9	12	15
O‘lim / ko‘p jabrlanuvchi (4)	4	8	12	16	20
Katastrofik (5)	5	10	15	20	25

Interpretatsiya (namuna): 1–5 = qabul qilinadi (monitoring); 6–10 = nazorat chorasi zarur; 12–15 = tezkor choralar; 16–25 = ishni to‘xtatish va redesign/izolyatsiya.

Chora-tadbirlar: texnik, tashkiliy, boshqaruv, trening va ergonomika. Mehnat sharoitlarini yaxshilash choralari “hierarchy of controls” mantiqiga yaqin quriladi: xavfni bartaraf etish (elimination), almashtirish (substitution), muhandislik nazorati (engineering controls), tashkiliy/ma’muriy nazorat (administrative controls), PPE. OSHA yondashuvida xavflarni aniqlash, inspeksiya va hodisa/near-miss tekshiruvlari proaktiv tizimning tayanch elementlaridan hisoblanadi. Mehnat kodeksidagi SHHV ta’minoti, yo‘riqnoma, sanitariya sharoitlari talablari esa ushbu ketma-ketlikni milliy huquqiy maydonda mustahkamlaydi. Quyida amaliy boshqaruv uchun chora-tadbirlar “paketlari” taqqoslab beriladi (umumiy manufacturing uchun).

ISSN 3030-3907

XULOSA. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, ishlab chiqarish korxonalarida mehnat sharoitlarini yaxshilash alohida chora emas, balki huquqiy talablar, risk baholash metodlari, muhandislik yechimlari va boshqaruv-tashkiliy mexanizmlarni birlashtiradigan tizimli jarayondir. Mehnat kodeksida ish joylarining xavfsizligi, sanitariya sharoitlari (ventilyatsiya, harorat, yoritish), tibbiy ko‘rik va majburiy yo‘riqnoma kabi talablar belgilanganligi korxona uchun “minimal shartlar”ni beradi; amaliyotda esa bu talablar ISO 45001 kabi doimiy takomillashuv modeli bilan kuchaytirilganda barqaror natija beradi. Rasmiy brifingda qayd etilganidek, hodisalarning muhim sabablari xavfsiz sharoit yaratmaslik, PPE yetishmasligi va xodimlarni o‘qitmasdan ishga jalb qilish bilan bog‘liq. Bu omillar bir-birini kuchaytiradi: masalan, ventilyatsiya yetishmasa kimyoviy ta’sir oshadi, PPE bo‘lmasa individual himoya pasayadi, trening bo‘lmasa xodim xavfni sezmaydi va hodisa ehtimoli ko‘tariladi. OSHA va ISO manbalari proaktiv xavf aniqlash-inspeksiya-tekshiruv-trening sikli xavfsizlik tizimining yadro elementlari ekanini ko‘rsatadi. Amaliy jihatdan korxonalar uchun eng samarali strategiya — risklarni baholash (ISO 12100/FMEA/HAZOP), prioritetlash va “engineering-first” yondashuvi orqali yuqori xavfli uchastkalarda ventilyatsiya, shovqin nazorati va yoritishni normativ darajaga yetkazish, shu bilan birga N-1 tekshiruv va CAPA tizimini mustahkamlashdir. Kichik, o‘rta va yirik korxonalar bu yo‘lni turli tezlik va resurs bilan bosib o‘tadi, biroq har qanday o‘lchamdagi korxona uchun “measure–control–monitor–improve” (o‘lchash–nazorat–monitoring–takomillashtirish) mantiqi umumiy qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. O‘zbekiston Respublikasi. (2023). O‘zbekiston Respublikasining Mehnat kodeksi. Toshkent: Lex.uz. https://lex.uz/uz/docs/-6257288
2. O‘zbekiston Respublikasi. (2020). “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonun. Toshkent: Lex.uz.
3. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. (2008; amaldagi tahrirlar bilan). 271-son: Xavfli ishlab chiqarish obyektlarining sanoat xavfsizligi bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar. Lex.uz. https://lex.uz/docs/-1413931.
4. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi (271-son qaror ilovasi). (2008; tahrirlar bilan). Xavfli ishlab chiqarish obyektining sanoat xavfsizligi deklaratsiyasini ishlab chiqish va taqdim etish tartibi to‘g‘risidagi Nizom. Lex.uz. https://lex.uz/mact/-1413931
5. O‘zbekiston Respublikasi Kambag‘allikni qisqartirish va bandlik vazirligi (hukumat portali). (2024). Davlat mehnat inspeksiyasi faoliyati bo‘yicha brifing (2024-yil 6 oylik baxtsiz hodisalar statistikasi va sabablar tahlili). Gov.uz. https://gov.uz/oz/bv/news/view/17000

ISSN 3030-3907

6. International Labour Organization. (2023–2024). Safety and health at work (global statistik ko‘rsatkichlar va yo‘nalishlar). ILO. https://www.ilo.org/topics-and-sectors/safety-and-health-work
7. International Labour Organization. (2001). Guidelines on occupational safety and health management systems (ILO-OSH 2001). ILO. https://www.ilo.org/publications/guidelines-occupational-safety-and-health-management-systems-ilo-osh-2001
8. Occupational Safety and Health Administration. (n.d.). Safety Management – Hazard Identification and Assessment. OSHA. https://www.osha.gov/safety-management/hazard-identification
9. Occupational Safety and Health Administration. (n.d.). OSHA Technical Manual – Industrial Ventilation (dilution/local exhaust, formulalar). OSHA. https://www.osha.gov/otm/section-3-health-hazards/chapter-3
10. International Organization for Standardization. (2018). ISO 45001:2018 – Occupational health and safety management systems (overview). ISO. https://www.iso.org/standard/63787.html
11. International Organization for Standardization. (2010). ISO 12100:2010 – Safety of machinery: Risk assessment and risk reduction (overview). ISO. https://www.iso.org/standard/51528.html
12. International Electrotechnical Commission. (2018). IEC 60812:2018 – Failure modes and effects analysis (FMEA/FMECA) (overview). IEC. https://webstore.iec.ch/en/publication/26359
13. Health and Safety Executive (UK). (n.d.). HAZOP stages (plant modification/change procedures). HSE. https://www.hse.gov.uk/comah/sragtech/techmeasplantmod.htm
14. World Health Organization. (2021). WHO/ILO Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury. WHO. https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/monitoring/who-ilo-joint-estimates

ISSN 3030-3907

INNOVATSION TEXNOLOGIYALARNI JORIY ETISH ORQALI STRATEGIK TARMOQLARDA IQTISODIY XAVFSIZLIKNI TA'MINLASHNI TAKOMILLASHTIRISH

Xushboqova Kamola Rustam qizi
Termiz iqtisodiyot va servis universiteti, Iqtisodiyot yo'nalishi magistranti
E-mail: kamola.xoshboqova@icloud.com
Xamzayeva Dilfuza Samarovna
Termiz davlat universiteti, "Turizm" kafedrasi katta o'qituvchisi, PhD

Annotatsiya. Ushbu maqola innovatsion texnologiyalarni strategik tarmoqlarda joriy etish orqali iqtisodiy xavfsizlikni ta'minlashni takomillashtirishning dolzarbligini va amaliy ahamiyatini o'rganadi. Strategik tarmoqlar mamlakatning iqtisodiy, ijtimoiy va siyosiy barqarorligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Innovatsion texnologiyalar esa iqtisodiy xavfsizlikni kuchaytirish, raqobatbardoshlikni oshirish, resurslardan samarali foydalanish va xavf-xatarlarni minimallashtirishda muhim vosita sifatida namoyon bo'ladi. Maqolada strategik tarmoqlarni innovatsion texnologiyalar bilan yangilash orqali ularning barqarorligini, xavfsizligini va raqobatbardoshligini oshirish bo'yicha takliflar va tavsiyalar berilgan.

Kalit so'zlar: innovatsion texnologiyalar, strategik tarmoqlar, iqtisodiy xavfsizlik, raqobatbardoshlik, xavf-xatarlar, iqtisodiy barqarorlik, texnologik rivojlanish, resurslardan samarali foydalanish.

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальность и практическая значимость совершенствования обеспечения экономической безопасности путем внедрения инновационных технологий в стратегические отрасли. Стратегические отрасли играют важную роль в обеспечении экономической, социальной и политической стабильности страны. Инновационные технологии выступают важным инструментом усиления экономической безопасности, повышения конкурентоспособности, эффективного использования ресурсов и минимизации рисков. В статье представлены предложения и рекомендации по повышению устойчивости, безопасности и конкурентоспособности стратегических отраслей путем обновления их инновационными технологиями.

Ключевые слова: инновационные технологии, стратегические отрасли, экономическая безопасность, конкурентоспособность, риски, экономическая стабильность, технологическое развитие, эффективное использование ресурсов.

Abstract. This article examines the relevance and practical significance of improving economic security through the introduction of innovative technologies

ISSN 3030-3907

in strategic sectors. Strategic sectors play an important role in ensuring the economic, social, and political stability of the country. Innovative technologies are an important tool for strengthening economic security, increasing competitiveness, efficient use of resources, and minimizing risks. The article presents proposals and recommendations for improving the stability, security, and competitiveness of strategic sectors by updating them with innovative technologies.

Keywords: innovative technologies, strategic sectors, economic security, competitiveness, risks, economic stability, technological development, efficient use of resources.

KIRISH.

Bugungi global iqtisodiyotda yuz berayotgan doimiy o‘zgarishlar va yangi xavf-xatarlar davlatlar hamda tashkilotlarni, ayniqsa, strategik tarmoqlarni samarali boshqarish va ularning xavfsizligini ta’minlash borasida yangicha yondashuvlar ishlab chiqishga majbur qilmoqda. Rivojlanayotgan va raqobatbardosh bozorlar sharoitida iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlashda innovatsion texnologiyalarni joriy etish alohida ahamiyat kasb etadi [3].

Strategik tarmoqlar – jumladan, energetika, transport, telekommunikatsiya, oziq-ovqat sanoati va moliya sektorlari – mamlakatning iqtisodiy, siyosiy hamda ijtimoiy barqarorligini ta’minlashda markaziy o‘rin egallaydi. Ularni xavfsiz va samarali boshqarish, iqtisodiy resurslardan oqilona foydalanish, shuningdek, mavjud va yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan tahdidlarni oldindan aniqlash va bartaraf etish uchun innovatsion texnologiyalarning joriy etilishi zarur [1].

Masalan, kiberxavfsizlik, blokcheyn, sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar (Big Data) va narsalar interneti (IoT) kabi ilg‘or texnologiyalar strategik tarmoqlarni yanada samarali boshqarish, ularning xavfsizligini mustahkamlash va iqtisodiy barqarorlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi [2].

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Iqtisodiy xavfsizlik – mamlakatlarning barqarorligi, rivojlanishi va global raqobatbardoshligini ta’minlaydigan asosiy omillardan biridir. Strategik tarmoqlarda innovatsion texnologiyalarni joriy etish nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki resurslarni tejash, xavf-xatarlarni kamaytirish, kommunikatsiya tizimlarini takomillashtirish va raqobatbardoshlikni kuchaytirish imkonini ham beradi. Texnologik yangiliklar orqali strategik tarmoqlar yangi imkoniyatlarga ega bo‘ladi va bu esa mamlakatlarning xalqaro bozorlarda muvaffaqiyatli ishtirok etishiga xizmat qiladi [2-4].

Xususan, iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlashda texnologiyalarning roli beqiyosdir, chunki ular resurslarni samarali boshqarish, tizimlarni mustahkamlash,

ISSN 3030-3907

raqamli xavfsizlikni ta’minlash va axborot tizimlarining barqarorligini oshirish imkonini beradi [5].

Innovatsion texnologiyalarni strategik tarmoqlarga tatbiq etish orqali iqtisodiy xavfsizlikni mustahkamlashning muhim yo‘nalishlaridan biri bu texnologik yangiliklarning xavfsizlikka ta’sirini chuqur tahlil qilishdan iborat. Bugungi kunda texnologiyalar iqtisodiy tizimning barcha bo‘g‘inlarini optimallashtirish, samaradorlikni oshirish, resurslarni tejash va xavf-xatarlarni kamaytirish uchun asosiy vositaga aylangan [6].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Iqtisodiy xavfsizlik esa, o‘z navbatida, davlatning moliyaviy, energetik, oziq-ovqat, axborot va boshqa strategik sohalardagi mustahkamligi va o‘zini o‘zi ta’minlash salohiyatini anglatadi [1-2].

Strategik tarmoqlarda innovatsion texnologiyalarni joriy etish orqali iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlash quyidagi asosiy afzalliklarni taqdim etadi:

• **Samaradorlikning oshishi.** Innovatsion texnologiyalar yordamida ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish jarayonlari tezlashadi va samarali bo‘ladi. Masalan, avtomatlashtirish, sun’iy intellekt va robototexnika ishlab chiqarish hamda transport tarmoqlarining optimallashtirilishiga xizmat qiladi. Bu esa resurslardan ortiqcha foydalanishni kamaytirib, iqtisodiy xavfsizlikni mustahkamlashga yordam beradi.

• **Xavf-xatarlarni minimallashtirish.** Yangi texnologiyalar yordamida turli xavf-xatarlarni oldindan aniqlash va ularga qarshi kurashish strategiyalarini ishlab chiqish mumkin. Jumladan, kiberxavfsizlik sohasida ilg‘or tizimlar kiberhujumlar yoki tabiiy ofatlarning oldini olish va ularning salbiy oqibatlarini kamaytirishda muhim rol o‘ynaydi.

• **Resurslardan samarali foydalanish.** IoT (narsalar interneti) texnologiyalari orqali energiya, suv va boshqa resurslardan foydalanish nazorat qilinadi va optimallashtiriladi. Bu esa iqtisodiy barqarorlikni ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

• **Raqobatbardoshlikni oshirish.** Innovatsion texnologiyalarni joriy etish davlat va tashkilotlarga global bozorda mustahkam o‘rin egallashga yordam beradi. Yangi texnologiyalar asosida raqobatdosh mahsulot va xizmatlar yaratish orqali milliy iqtisodiyotning barqarorligi va iqtisodiy xavfsizligi kuchaytiriladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Strategik tarmoqlarda innovatsion texnologiyalarni joriy etishning afzalliklariga qaramay, bir qator muammolar ham yuzaga kelishi mumkin. Bular quyidagilardan iborat:

ISSN 3030-3907

•Yuqori xarajatlar. Innovatsion texnologiyalarni joriy etish dastlabki bosqichda katta moliyaviy xarajatlarni talab qiladi. Bunday sharoitda davlat va xususiy sektor o‘rtasida samarali hamkorlik, investitsiya strategiyalarini ishlab chiqish va risklarni taqsimlash muhim ahamiyat kasb etadi.

•Kadrlar yetishmasligi. Yangi texnologiyalarni joriy qilish uchun malakali mutaxassislar tayyorlash zarur. Kadrlarning bilim va ko‘nikmalarini doimiy ravishda yangilab borish orqali texnologiyalarni to‘laqonli integratsiya qilish imkonini oshirish mumkin.

•Texnologik qaramlik. Ba’zi holatlarda innovatsion texnologiyalarni xorijdan import qilish mamlakatni global texnologik bozorlarga bog‘lab qo‘yadi. Shu sababli, milliy texnologik infratuzilmani rivojlantirish va ichki innovatsion ekotizimni mustahkamlash muhimdir.

•Kiberxavfsizlik tahdidlari. Raqamli texnologiyalarning keng joriy etilishi kiberhujumlar xavfini oshiradi. Bunga qarshi turish uchun ilg‘or xavfsizlik tizimlarini ishlab chiqish, muntazam ravishda yangilab borish va blokcheyn kabi ishonchli texnologiyalarni qo‘llash zarur.

Shu nuqtai nazardan, innovatsion texnologiyalarni muvaffaqiyatli joriy etish uchun davlat va xususiy sektor o‘rtasida faol hamkorlik alohida ahamiyatga ega. Xususiy sektor yangi texnologiyalarni ishlab chiqishda yetakchi bo‘lsa, davlat ularni qo‘llab-quvvatlash, tartibga solish va infratuzilmani shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi.

Bundan tashqari, zamonaviy texnologik infratuzilmaning mavjudligi ham muhim omil hisoblanadi. Internet, sun’iy intellekt, IoT, katta ma’lumotlar (Big Data) va boshqa ilg‘or texnologiyalarni qo‘llab-quvvatlash uchun zamonaviy va barqaror infratuzilma zarur. Kiberxavfsizlik masalalariga alohida e’tibor qaratilishi lozim, chunki ma’lumotlar ishonchliligi va tizimlar barqarorligi iqtisodiy xavfsizlikning ajralmas qismidir.

Shuningdek, mutaxassislar tayyorlash va ta’lim tizimini modernizatsiya qilish texnologiyalarni joriy etish jarayonida muhim omillardan biridir. Oliy ta’lim muassasalari va ilmiy-tadqiqot institutlari zamonaviy o‘quv dasturlarini ishlab chiqishi, amaliy mashg‘ulotlarni kengaytirishi hamda texnologik o‘zgarishlarga mos kadrlar tayyorlashi zarur.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Xulosa qilib aytganda, innovatsion texnologiyalarni strategik tarmoqlarda joriy etish orqali iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlash davlatlarning barqaror iqtisodiy rivojlanishini, global raqobatbardoshligini va ijtimoiy-iqtisodiy muvozanatini saqlashda muhim vositaga aylanmoqda. Biroq, bu jarayonni muvaffaqiyatli amalga oshirish uchun mavjud muammolarni chuqur tahlil qilish, ularni bartaraf etish

ISSN 3030-3907

bo‘yicha kompleks strategiyalar ishlab chiqish va texnologik infratuzilmani kuchaytirish talab etiladi.

Kelajakda texnologiyalar yanada rivojlanib borar ekan, ularni iqtisodiy tizimlarga integratsiya qilish orqali nafaqat xavfsizlikni ta’minlash, balki yangi imkoniyatlar yaratish, samaradorlikni oshirish va xalqaro bozorda mustahkam o‘rin egallash imkoniyatlari yanada kengayadi.

Biroq, innovatsion texnologiyalarni joriy etishning ham o‘ziga xos qiyinchiliklari mavjud, jumladan yuqori dastlabki xarajatlar, kadrlar malakasining pastligi va texnologik qaramlik xavfi. Shuningdek, texnologiyalarni joriy etishda xavfsizlikka oid yangi tahdidlar va noxush oqibatlar yuzaga kelishi mumkin, shuning uchun bu jarayonni amalga oshirishda ehtiyotkorlik va puxta rejalashtirish zarur.

Innovatsion texnologiyalarni joriy etish orqali strategik tarmoqlarda iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlashni takomillashtirish bo‘yicha quyidagi takliflarni beramiz:

-davlat darajasida innovatsiyalarni qo‘llab-quvvatlash. Raqamli siyosat va zarur infratuzilmani shakllantirish orqali innovatsion texnologiyalarni joriy etish iqtisodiy xavfsizlikni mustahkamlashga xizmat qiladi.

-malakali kadrlar tayyorlash. Ta’lim tizimini zamonaviylashtirish va doimiy malaka oshirish dasturlari orqali ilg‘or texnologiyalarni joriy etish uchun zarur kadrlar bazasini yaratish lozim.

-kiberxavfsizlikni kuchaytirish. Sun’iy intellekt va blokcheyn asosida xavfsizlik tizimlarini rivojlantirish orqali strategik tarmoqlarning himoyasini ta’minlash mumkin.

-xavf-xatarlarni boshqarish tizimlari. Katta ma’lumotlar va IoT asosida prognozlash tizimlarini yaratish strategik barqarorlikni oshiradi.

-texnologik qaramlikni kamaytirish. Ichki texnologik infratuzilmani rivojlantirish va mustaqil tizimlarga asoslangan siyosat yuritish milliy xavfsizlikni mustahkamlashga xizmat qiladi.

-raqamli iqtisodiyotga integratsiya. Innovatsiyalar yordamida raqamli iqtisodiyotga o‘tish global raqobatbardoshlik va iqtisodiy xavfsizlikni oshiradi.

Bu takliflar innovatsion texnologiyalarni samarali joriy etish orqali davlatlarning iqtisodiy xavfsizligini mustahkamlashga qaratilgan. Ularni amalga oshirishda infratuzilma, kadrlar va xavfsizlik asosiy omil hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Anderson, R. (2021). Cybersecurity and Risk Management in Digital Economy. Springer.

ISSN 3030-3907

2. Berkley, E., & Smith, P. (2020). Emerging Technologies for Strategic Security in Global Markets. Routledge.
3. Gurvich, I., & Allen, D. (2019). Innovation and Security in the Digital Age. Oxford University Press.
4. Jones, S. (2022). Strategic Networks and Economic Security: The Role of Technology. Palgrave Macmillan.
5. Shvetsov, A. (2018). Innovatsion texnologiyalarni iqtisodiy xavfsizlikni ta'minlashda qo'llash imkoniyatlari. Toshkent: O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Strategik Tahlil va Innovatsiyalar Agentligi.
6. Uzbekistan Economic Development Review (2021). The Role of Technology in National Economic Security. Tashkent: Economic Research Institute.

ISSN 3030-3907

SOME ASPECTS OF DIAGNOSING AND TREATMENT OF HYDROCEPHALY IN CHILDREN

Khaitniyazova Charos Amrillo qizi
Students of the 223rd group of the Faculty of Pediatrics
Satimova Sanobar Zoirboy qizi
Students of the 223rd group of the Faculty of Pediatrics
Jurayeva Malikabonu Suxrobovna
Students of the 223rd group of the Faculty of Pediatrics
Yuldosheva Gulsara Bakhridinovna
Assistant at Samarkand State Medical University. Scientific supervisor
E-mail:gulsarayuldasheva752@gmail.com,

Annotatsiya. Maqolamiz oqrali gidrotsefaliya kasalligi, bosh va orqa miya suyuqligi, miya qorinchalari, miya pardalari haqidagi tushunchalarga va bilimlarga ega bo‘lamiz Gidrotsefaliya rivojlanishiga olib keladigan asosiy omillar, miya va pardalarining yallig‘lanishi, travmatik jaroxatlar, shu jumladan kalla ichi tug‘ma jarohatlar, markaziy nerv tizimi tug‘ma nuqsonlari, miya o‘smalari, qon-tomirlar patologiyasi haqidagi bilimlarga ega bo‘lamiz. Gidrotsefaliyaning tug‘ma va orttirilgan shakillarini ko‘rib chiqamiz. Klinik belgilar, simptom, diagnostikasi, tekshirish usullari haqida suhbatlashamiz va bilimlarimizni boyitamiz.

Kalit so‘z: Gidrotsefaliya, symptom, diagnostika, nuqson, orqa miya, travma, jaroxat, markaziy nerv tizimi, meningomiyelotsele, omillar, lokalizatsiyasiya, bosh miya, o‘sma, spetsifik, konservativ , davolash, okklyuziya.

Аннотация. В нашей статье вы познакомитесь с концепциями и знаниями о гидроцефалии, головном и спинномозговом газе, желудочках головного мозга, мозговых оболочках. Мы получим знания об основных факторах, приводящих к развитию гидроцефалии, воспалении головного мозга и его оболочек, травматических повреждениях, включая врожденные внутричерепные травмы, врожденные дефекты центральной нервной системы, опухолях головного мозга и сосудистой патологии. Мы рассмотрим врожденные и приобретенные формы гидроцефалии. Мы обсудим клинические признаки, симптомы, диагностику, методы обследования и обогатим наши знания.

Ключевые слова: гидроцефалия, симптом, диагностика, дефект, спинной мозг, травма, повреждение, центральная нервная система, менингомиелоцеле, факторы, локализация, головной мозг, опухоль, специфический, консервативный, лечение, окклюзия.

Abstract. Our article will provide you with concepts and knowledge about hydrocephalus, cerebrospinal fluid, cerebrospinal fluid, cerebrospinal fluid,

ISSN 3030-3907

cerebrospinal fluid. We will learn about the main factors leading to the development of hydrocephalus, inflammation of the brain and its membranes, traumatic injuries, including intracranial injuries, central nervous system brain tumors, brain tumors, and the pathology of the brain. We will examine the primary and secondary forms of hydrocephalus. We will discuss clinical signs, symptoms, diagnostics and examination methods and enrich our knowledge.

Keyword: Hydrocephalus, symptom, diagnosis, defect, spinal cord, trauma, injury, marquis nervous system, meningomyelocele, factors, localization, brain, suspension, specific, conservative, treatment, occlusion.

INTRODUCTION.

Hydrocephalus in the disease, the head and spinal cord fluid accumulates under the corollas and membranes, and the spaces expand. The main factors contributing to the development of hydrocephalus are: inflammation of the brain and membranes, traumatic injuries, including intracranial injuries, central nervous system injuries, brain tumors, vascular pathology. Depending on the localization of cerebrospinal fluid accumulation, external hydrocephalus (fluid accumulates mostly under the membranes), internal hydrocephalus (fluid accumulates in the ventricles of the brain) and general (mixed) hydrocephalus (fluid accumulates under the membranes, ham, and inside the ventricles) are observed. Hydrocephalus is open (communicated) - the connections between the cranial and subarachnoid spaces are preserved, and occlusive (occlusive) - the connections are interrupted. Hydrocephalus can be congenital and acquired. The development of congenital hydrocephalus can be caused by factors that affect the brain during pregnancy (inflammatory diseases, cytomegaly, toxoplasmosis, syphilis, brain developmental defects: Chiari malformation, Dandy-Walker, etc.). The causes of congenital hydrocephalus also include primary stenosis of the aqueduct of Sylvius, intraventricular cysts or masses, gliosis as a result of infection during pregnancy or blood transfusion into the embryonic matrix. Increased hydrocephalus develops after birth under the influence of factors (meningitis, abscess, brain abscess). In 50% of brain tumors, an additional form of obstructive hydrocephalus is added. The majority of tumors that cause obstruction in the fourth ventricle are medulloblastoma, ependymoma, juvenile pilonidal cyst, astrocytoma, pineal gland tumors, tumors that compress the aqueduct, and tumors of the choroid. Sometimes tumors cause hydrocephalus as a result of excessive fluid production (for example, choroid plexus tumors). Neural tube defects, especially myelomeningocele, are accompanied by obstructive hydrocephalus. In the 1970s, theIt is known from the data that hydrocephalus associated with myelomeningocele, or cephalic hydrocephalus, accounts for 30% to 50% of all cases of hydrocephalus. The

ISSN 3030-3907

proportion of hydrocephalus associated with myelomeningocele in the total hydrocephalus population decreased from 1990 to 17.2% by the beginning of 2000. This is due to the fact that since 1992, researchers have introduced folic acid as a supplement to the diet during the prenatal period on the basis of a national program. Interestingly, the incidence of hydrocephalus associated with myelomeningocele has decreased even in countries where folic acid is not included in the diet. This is attributed to the increase in prenatal diagnosis and, as a result, early termination of pregnancy. Approximately 80% of hydrocephalus associated with meningomyelocele has characteristic symptoms and is accompanied by neurological changes. It has been found that the majority of low birth weight infants are at risk of developing intracranial hemorrhage and hydrocephalus, which is a condition in which the balance between the production, flow, and absorption of cerebrospinal fluid in the brain and spinal cord is disrupted.As a result of blood clots in the brain, as a result of blockage of the fluid pathways, obstructive hydrocephalus occurs, over time the blood is absorbed and causes aseptic inflammation in the subarachnoid space, resulting in assorptive hydrocephalus. Therefore, hydrocephalus can be divided into two types. In general, the main part of pediatric hydrocephalus in Olganda is postinfectious hydrocephalus. In the pediatric population, this disease is one of the main causes of morbidity and mortality, and neonatal obesity accounts for 13% of children discharged from the primary hospital with a ratio of 6:10, 000. The clinical picture of hydrocephalus is diverse, consisting of the main symptoms of the disease (most often focal lesions of the central nervous system) and hydrocephalus syndrome. Later, hydrocephalus develops as a separate disease. The main symptom of congenital hydrocephalus is a rapid increase in the size of the brain beyond normal. As the head grows, the ciliary body also enlarges, swells and becomes tense, the sutures of the skull diverge, and the shape of the head changes. When examining the eyes, a "sunset syndrome" is observed, that is, a stretching smile, the eyeballs look down, a sharp increase in the volume and speed of the subcutaneous veins of the scalp is observed, and Grafe's symptom appears. Grafe's symptom is a condition in which the upper eyelid is pressed against the medulla when the eyeball is moved downward, resulting in a soft border of the sclera between the sclera and the upper eyelid. When percussion of the skull, a sound similar to a fracture of the skull is heard. In neurosis, patients have paresis, which in most cases has a spastic character. As hydrocephalus progresses, the child's feeding pattern is disturbed, and psychomotor development lags behind. Increased hydrocephalus is often accompanied by hypertension syndrome - severe headache, vomiting, optic disc swelling or atrophy are observed. General symptoms associated with pyramidal

ISSN 3030-3907

changes, seizures may be noted. In general, the clinic of newborns in Olgan can be diverse, but one of the main ones is distinguished. Sleep apnea and bradycardia, classical Cushing‘s syndrome (respiratory syndrome, hypertension and bradycardia) are manifested as part of. However, these symptoms are not always manifested. In infants, swelling, tension, macrocephaly, non-healing of the ciliary body, lethargy, restlessness, and vomiting are observed until the ciliary body is closed. In older children, more severe headaches, vision problems, and varying degrees of mental impairment are observed. Fundus turbidity is an important clinical sign in children of different ages and may increase in proportion to the increase in intracranial pressure. At the same time, the absence of fundus turbidity does not mean the presence of hydrocephalus, but may indicate that turbidity is delayed.Damage to the nerve that moves the eyeball can be observed. The clinical presentation varies depending on the age, the cause of the hydrocephalus, and whether or not surgery was performed initially. In infants, head enlargement is the most important sign. At the same time, fluid retention and non-healing of the sutures may be observed. The remaining signs are not considered specific for hydrocephalus, and therefore the main signs should be considered together. In young children, additional signs such as irritability, weight loss, and vomiting are added to the main signs. The onset of clinical signs is acute and short-term, depending on the fluid and sutures. The fluid portion of the brain tissue decreases as children grow, from 80% to 85% in newborns to 70% to 75% in adolescents. As the sutures and cranial nerves close, there are signs of a fracture, especially in cases of damage to the sixth facial nerve.can be observed. Diagnostics: 1. Measurement of head circumference in dynamics. 2. Examination of the fundus (for early detection of early signs of optic nerve atrophy). 3. Transillumination of the skull. 4. X-ray and ultrasound examination of the skull. 5. CT and MRI examination of the brain. 6. The state of CSF can be assessed using contrast agents or radionuclide cisternography. Today, with the advent of instrumental visualization, the measurement of head circumference has retained its importance. Even if the head circumference is appropriate for the child's age, it is necessary to compare its correspondence to the child's weight and height. The use of ultrasound in examining the brain is an inexpensive and quick examination method, and neurosonography is performed through the child's cranial nerves. The most effective time for neurosonography is from 12 to 18 months after birth. Computed tomography and magnetic resonance imaging are of great help in identifying hydrocephalus and pathologies associated with hydrocephalus and in planning surgical treatment. Treatment. Surgical treatment is advisable in cases where the prognosis for physical and psychological development of the child is negative.

ISSN 3030-3907

Usually this situation is observed in occlusive forms of hydrocephalus. The essence of surgical treatment is to create conditions for the normal physiological flow of cerebrospinal fluid in the brain and spinal cord. For this purpose, implantable drainage systems (types: ventriculoatrial, ventriculoperitoneal, lumboperitoneal shunts) are used. In the late stages of hydrocephalus, when brain edema (especially inflammation) develops, the prognosis becomes negative. In short, hydrocephalus manifests itself in various clinical and neurological manifestations. Conservative and surgical treatment complement each other over time. It has been established that the results of treatment depend on the early initiation of treatment of the disease.

This situation is usually observed in occlusive forms of hydrocephalus. The essence of surgical treatment is to create conditions for the normal physiological flow of cerebrospinal fluid in the brain and spinal cord. For this purpose, implantable drainage systems (types: ventriculoatrial, ventriculoperitoneal, lumboperitoneal shunts) are used. In the late stages of hydrocephalus, when brain damage (especially inflammation) develops, the prognosis becomes negative. In general, hydrocephalus manifests itself in various clinical and neurological manifestations. Conservative and surgical treatment complement each other over time. It has been established that the results of treatment depend on the early start of treatment.

REFERENCES

1. Sirodjiddinova Xn, Yoldosheva Gb And Rakhmatov Hx (2022). Features Of The Clinical Course Of Button Pneumonia. Evraziysky Zurnal Meditsinskih I Estestvennyx Nauk, 2(5), 109-114.
2. Dzhakhongirovna A.S., Khamidullaevna K.D. I Bakhriddinovna Yu.G. (2024). Hungers. Scientific Journal Of Agricultural And Geographical Sciences, 2(3), 58-60.
3. Bakhridinovna Yu.G., Gizi, Aga, Uli, Uor And Tzizi, Qda (2025). Evaluation Of Gastrointestinal And Bile Tract Diseases Using Ultrasound Examination Methods. Fokus Isledovaniy, 4(4), 253-260.
4. Sirojiddinova, Kh. N., Abdukhalik-Zade, G. A., Allanazarov A. B. Novyy Podhod K Lecheniu Respiratornyx Infektsiy U Chaso Boleyushchix Detey. Magazine.
5. Bakhridinovna Yu.G., Gizi Aga, Uli Uor And Kizi Qda (2025). Evaluation Of Gastrointestinal And Bile Tract Diseases Using Ultrasound Examination Methods. Fokus Isledovaniy, 4(4), 253-260.

ISSN 3030-3907

6. Yoldosheva G.B., Egamberganova M.M. I Sattorova R.M. (2025). Zabolevaniya Molochnoy Jelezy Opredelyayutsya Na Klinicheskih Usloviyax Vypolneniya Ultrasound. Economics And Society, (6-2 (133)), 1064-1070.
7. Bakhridinovna Yu.G., Tsizi, Rzsd, I O‘g‘li, Aaa (2025). Clinical Symptoms And Ultrasound Techniques Of Chalconsimone Gland Disease Hosimoto Treoiditis. Focus Issledovani, 4 (4), 261–269.
8. Practicheskoe Rukovodsto Po Ultrasound Diagnostics Obshchaya Ultrasound Diagnostics Pod Redaktsiey V.V. Mitkova Ooo "Izdatelsky Dom Vidar-M"

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY AQLLI AVTOTURARGOH TIZIMLARI ALGORITMLAR VA SAMARADORLIK TAHLILI

Ortiqov Bekzod Qadamboyevich
Urganch RANCH texnologiyalar universiteti magistri
Email:bek768333@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotlarda IoT texnologiyalari asosida aqlli avtoturargoh tizimlarini takomillashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Birinchi maqolada fog computing arxitekturasi yordamida real vaqt rejimida parking joylarini monitoring qilish va kechikish vaqtini kamaytirish mexanizmlari ishlab chiqilgan. Taklif etilgan model sensorlar, mahalliy hisoblash tugunlari va bulutli platforma integratsiyasiga asoslanadi. Ikkinchi maqolada esa IoT bilan integratsiyalashgan avtomatik davlat raqamini aniqlash (ANPR) tizimi va avtomatlashtirilgan to‘lov boshqaruvi taklif etilib, parking jarayonini to‘liq raqamlashtirish masalasi yoritilgan. Tadqiqot natijalari tizimning aniqligi, xavfsizligi va boshqaruv samaradorligi oshganini ko‘rsatadi. Ushbu ishlanmalar aqlli shahar infratuzilmasini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit sozlar: IoT texnologiyalari, aqlli avtoturargoh, aqlli shahar, fog computing, real vaqt monitoringi, ANPR tizimi.

Аннотация. В представленных исследованиях рассматриваются вопросы совершенствования интеллектуальных парковочных систем на основе технологий IoT. В первой статье предложена архитектура с использованием fog computing для мониторинга парковочных мест в режиме реального времени и снижения задержек обработки данных. Система включает сенсорный уровень, локальные вычислительные узлы и облачную платформу. Во второй статье разработана IoT-интегрированная система автоматического распознавания номерных знаков (ANPR) и автоматизированного управления оплатой, обеспечивающая полную цифровизацию парковочного процесса. Результаты демонстрируют повышение точности, безопасности и эффективности управления парковкой. Данные исследования вносят вклад в развитие концепции «умного города».

Ключевые слова: IoT технологии, интеллектуальная парковка, умный город, fog computing, мониторинг в реальном времени, система ANPR.

Abstract. The presented studies focus on improving smart parking systems based on IoT technologies. The first paper proposes a fog computing–based architecture that enables real-time monitoring of parking availability and reduces processing latency. The system integrates sensor nodes, local processing units, and cloud infrastructure to enhance scalability and responsiveness. The second paper introduces an IoT-integrated Automatic Number Plate Recognition (ANPR) system

ISSN 3030-3907

combined with automated payment management, ensuring full digitalization of parking operations. The findings indicate improved accuracy, enhanced security, and higher operational efficiency. These approaches significantly contribute to the advancement of smart city transportation infrastructure.

Keywords: IoT technologies, smart parking, smart city, fog computing, real-time monitoring, ANPR system.

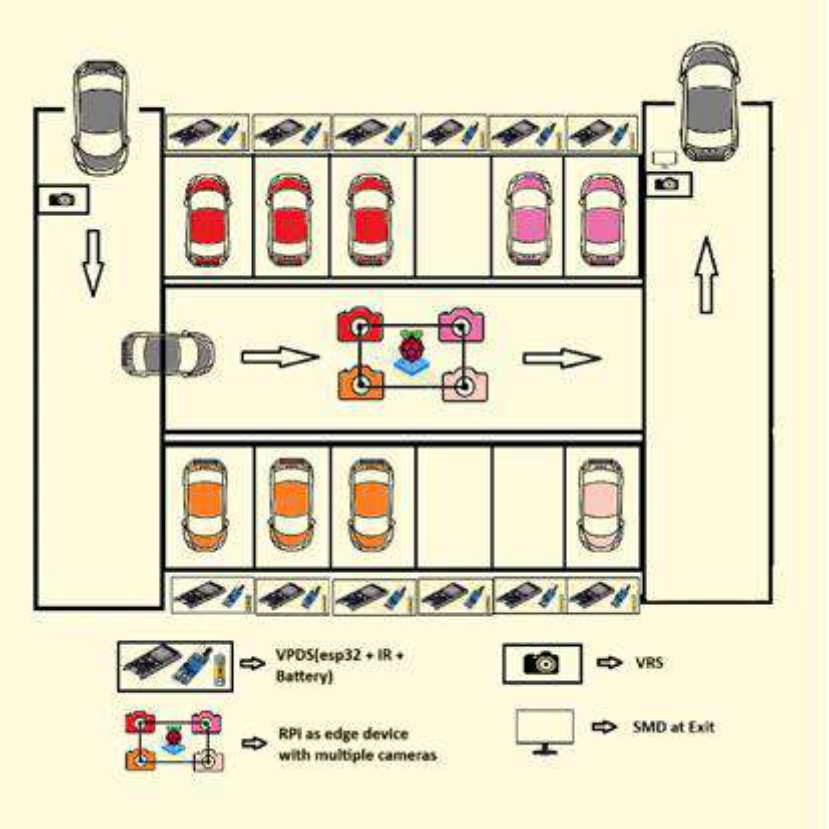
KIRISH

Zamonaviy shaharlarda transport vositalari sonining ortib borishi avtoturargoh infratuzilmasini samarali boshqarish masalasini dolzarb muammoga aylantirmoqda. An’anaviy parking tizimlarida bo‘sh joyni aniqlash, transport vositalarini nazorat qilish va to‘lovni boshqarish jarayonlari ko‘pincha qo‘lda yoki yarim avtomatlashtirilgan shaklda amalga oshiriladi. Natijada tirbandlik kuchayadi, vaqt yo‘qotiladi va boshqaruv samaradorligi pasayadi. Shu sababli IoT (Internet of Things) texnologiyalariga asoslangan aqlli avtoturargoh tizimlarini ishlab chiqish va ularni zamonaviy hisoblash arxitekturasi bilan integratsiyalash muhim ilmiy yo‘nalish hisoblanadi.

Tahlil qilingan birinchi tadqiqotda aqlli parking tizimi uchun ko‘p qatlamli IoT–Edge–Cloud arxitekturasi taklif etilgan. Ushbu modelda IR sensorlar va ESP32 mikrokontrollerlari orqali parking joyining bandlik holati aniqlanadi hamda ma’lumotlar Raspberry Pi asosidagi Edge qurilmaga uzatiladi. Edge (fog) qatlamda ma’lumotlar dastlabki qayta ishlanib, faqat zarur natijalar bulutli platformaga yuboriladi. Bunday yondashuv markazlashgan bulut modeliga nisbatan kechikish vaqtini kamaytiradi, tarmoq yuklamasini optimallashtiradi va real vaqt rejimida tezkor boshqaruvni ta’minlaydi. Demak, fog computing texnologiyasi katta shahar infratuzilmasida parking tizimining barqaror va masshtablanuvchan ishlashiga xizmat qiladi.

Ikkinchi tadqiqotda esa IoT bilan integratsiyalashgan avtomatik davlat raqamini aniqlash (ANPR) tizimi va avtomatlashtirilgan to‘lov boshqaruvi modeli ishlab chiqilgan. Ushbu tizimda ko‘p kamerali kuzatuv mexanizmi orqali transport vositasining davlat raqami aniqlanadi, parking davomiyligi hisoblanadi va to‘lov jarayoni avtomatik ravishda amalga oshiriladi. ANPR texnologiyasining Edge qurilma bilan integratsiyasi tasvirni lokal darajada qayta ishlash imkonini berib, tizim tezkorligini oshiradi hamda internetga to‘liq bog‘liqlikni kamaytiradi. Bu esa xavfsizlik, aniqlik va operatsion samaradorlikni sezilarli darajada yaxshilaydi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Taklif etilayotgan integratsiyalashgan modelning sxematik ko‘rinishi.

IR sensorlardan olingan ma’lumotlar **ESP-WROOM-32 (ESP32)** orqali **Raspberry Pi** mikrokontrolleriga uzatiladi va to‘xtash joylarining bandlik holati real vaqt rejimida yangilanadi. Ushbu arzon va moslashuvchan tizim ichki hamda tashqi muhitlar uchun mos bo‘lib, aniq aniqlash, bandlikni kuzatish va xarajatlarni optimallashtirish kabi muammolarni hal qiladi.

Har ikki maqola tahlili shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy aqlli avtoturargoh tizimi nafaqat sensorlar orqali joy bandligini aniqlash, balki real vaqt ma’lumotlarini qayta ishlash, transport vositasini identifikatsiya qilish va to‘lovni avtomatlashtirish kabi komponentlarning integratsiyasini talab qiladi. Biroq mavjud tadqiqotlarda ko‘pincha ushbu elementlar alohida-alohida o‘rganilgan bo‘lib, ularni yagona kompleks arxitektura doirasida tahlil qilish zarurati mavjud.

Mazkur tahliliy maqolaning maqsadi — IoT, Edge (fog) computing va ANPR texnologiyalariga asoslangan aqlli avtoturargoh tizimlarining nazariy asoslarini kompleks tahlil qilish, ularning o‘zaro integratsiyasi samaradorligini baholash hamda shahar transport infratuzilmasida qo‘llash istiqbollarini aniqlashdan iborat.

Aqlli avtoturargoh tizimlarini samarali tashkil etish uchun zamonaviy tadqiqotlarda ko‘p qatlamli arxitektura modeli qo‘llanilmoqda. Tahlil qilingan birinchi maqolada IoT–Edge–Cloud asosidagi uch pog‘onali arxitektura taklif

ISSN 3030-3907

etilgan bo‘lib, unda ma’lumotlarni dastlabki qayta ishlash Edge (fog) qatlamida amalga oshiriladi. Ikkinchi maqolada esa IoT infratuzilmasi ANPR (Automatic Number Plate Recognition) tizimi bilan integratsiyalangan holda ishlaydi.

Arxitekturaviy yondashuvlarni solishtirish

Birinchi tadqiqotda tizim quyidagi qatlamlardan iborat:

- IoT Device Layer (IR sensor + ESP32)
- Edge Layer (Raspberry Pi)
- Cloud Layer

Bu modelda asosiy e’tibor real vaqt monitoringi va past kechikish (low latency) ta’minlashga qaratilgan. Sensorlardan kelayotgan ma’lumotlar Edge qurilmada qayta ishlanib, faqat yakuniy natijalar bulutga yuboriladi. Bu esa tarmoq yuklamasini kamaytiradi va tizim tezkorligini oshiradi.

Ikkinchi tadqiqotda esa tizimga ANPR texnologiyasi qo‘shilgan. Unda ko‘p kamerali kuzatuv mexanizmi orqali transport vositasi davlat raqami aniqlanadi, parking davomiyligi hisoblanadi va to‘lov avtomatik tarzda amalga oshiriladi. Bu modelda asosiy urg‘u identifikatsiya aniqligi va boshqaruv avtomatlashtirilishiga berilgan.

1-jadval

Texnologik ustuvorliklarni taqqoslash

Ko‘rsatkich	Fog asosida	ANPR integratsiyasi
Asosiy maqsad	Kechikishni kamaytirish	Avtomatik identifikatsiya
Qayta ishlash	Edge darajada	Edge + tasvir tahlili
Monitoring	Sensorli	Sensor + Kamera
To‘lov tizimi	Cheklangan	To‘liq avtomatlashtirilgan
Xavfsizlik	O‘rta daraja	Yuqori daraja

Tahlil natijasi shuni ko‘rsatadiki, birinchi model tizim samaradorligini oshirishga, ikkinchi model esa funksional imkoniyatlarni kengaytirishga qaratilgan.

Har ikki maqolada taqdim etilgan yechimlar o‘zaro to‘ldiruvchi xarakterga ega. Birinchi model real vaqt rejimida barqaror ishlashni ta’minlasa, ikkinchi model tizimni to‘liq raqamlashtirish imkonini beradi. Shuning uchun zamonaviy aqlli avtoturargoh tizimi quyidagi elementlarni birlashtirishi lozim:

- IR sensorlar orqali joy bandligini aniqlash
- Edge computing orqali tezkor qayta ishlash
- ANPR orqali transport vositasini identifikatsiya qilish

ISSN 3030-3907

- Avtomatlashtirilgan to‘lov mexanizmi
- Cloud asosidagi analitika

Kompleks integratsiya qilingan model alohida-alohida ishlaydigan tizimlarga nisbatan yuqori samaradorlik, aniqlik va xavfsizlikni ta’minlaydi.

Real vaqtda ishlash va kechikish ko‘rsatkichlari:

Birinchi maqolada taklif etilgan fog (edge) asosidagi arxitektura markazlashgan bulut modeliga nisbatan tezkorlik jihatidan ustun ekanligi ko‘rsatilgan. Ma’lumotlarni dastlabki bosqichda Raspberry Pi qurilmasida qayta ishlash:

- kechikish vaqtini kamaytiradi;
- tarmoq yuklamasini optimallashtiradi;
- tizimning barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Ikkinchi maqolada esa ANPR algoritmini edge qurilmada ishga tushirish orqali tasvirni qayta ishlash tezligi oshirilgan. Agar tasvir bulutga yuborilib, u yerda qayta ishlansa, tizim sezilarli darajada sekinlashgan bo‘lardi. Shunday qilib, har ikkala modelda edge computing asosiy samaradorlik omili sifatida namoyon bo‘ladi.

Birinchi model asosan parking joyining bandligini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, u real vaqt monitoringini ta’minlaydi. Biroq unda transport vositasining shaxsiy identifikatsiyasi to‘liq yoritilmagan.

Ikkinchi model esa ANPR orqali:

- transport vositasini avtomatik aniqlaydi;
- kirish va chiqishni nazorat qiladi;
- parking davomiyligini hisoblaydi;
- to‘lovni avtomatlashtiradi.

Solishtirma tahlil shuni ko‘rsatadiki, birinchi model operatsion samaradorlikni oshiradi, ikkinchi model esa boshqaruvni to‘liq raqamlashtiradi. Ularni integratsiya qilish orqali:

- inson omili kamayadi;
- moliyaviy shaffoflik oshadi;
- xavfsizlik darajasi yuqorilaydi;
- foydalanuvchi uchun qulaylik ortadi.

Texnik cheklovlar va takomillashtirish yo‘nalishlari

Har ikkala modelning ayrim cheklovlari mavjud:

- IR sensorlar noto‘g‘ri signal berishi mumkin;
- ANPR tizimi yoritilish va ob-havo sharoitiga sezgir;
- Dastlabki o‘rnatish xarajatlari yuqori;
- Kiberxavfsizlik choralarini kuchaytirish talab etiladi.

ISSN 3030-3907

Shu bois kelgusida tizimni takomillashtirish uchun quyidagi yo‘nalishlar muhim hisoblanadi:

- Sun’iy intellekt asosidagi tasvirni chuqur o‘rganish (deep learning) algoritmlarini qo‘llash;
- Ma’lumotlarni shifrlash va xavfsizlik protokollarini kuchaytirish;
- Energiya tejamkor IoT qurilmalarini joriy etish;
- Katta hajmdagi shahar infratuzilmasida pilot sinovlarni kengaytirish.

Amaliy qo‘llash istiqbollari:

Integratsiyalashgan IoT–Edge–ANPR modeli quyidagi sohalarda samarali qo‘llanishi mumkin:

- Savdo markazlari;
- Aeroport va temiryo‘l vokzallari;
- Universitet kampuslari;
- Ko‘p qavatli avtoturargohlar;
- Aqlli shahar infratuzilmasi loyihalari.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, kompleks integratsiya qilingan tizim alohida sensorli yoki faqat ANPR asosidagi modellarga nisbatan yuqori operatsion samaradorlik va xavfsizlikni ta’minlaydi. Ayniqsa, fog computing va avtomatik identifikatsiyaning uyg‘unlashuvi aqlli avtoturargoh tizimlarining yangi avlodini shakllantirish imkonini beradi.

XULOSA

Ushbu tahliliy maqola ikki zamonaviy tadqiqotni solishtirma tahlil qilib, IoT texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan aqlli avtoturargoh tizimlarining samaradorligi, funksionalligi va qo‘llash imkoniyatlarini baholadi. Tadqiqot natijalaridan ko‘rinib turibdiki:

Edge (fog) computing asosidagi arxitektura real vaqt rejimida ma’lumotlarni qayta ishlash imkonini beradi, tizim kechikishini sezilarli kamaytiradi va tarmoq yuklamasini optimallashtiradi. Bu yondashuv birinchi tadqiqotning asosiy ustunligini tashkil qiladi va markazlashgan bulut tizimlariga nisbatan operatsion samaradorlikni oshiradi.

ANPR texnologiyasining integratsiyasi tizimni transport vositalarini avtomatik aniqlash, kirish-chiqish jarayonlarini nazorat qilish va to‘lovlarni avtomatlashtirish imkonini beradi. Ikkinchi tadqiqot bu jihatni chuqurroq ishlab chiqqan bo‘lib, boshqaruvni raqamlashtirish va xavfsizlikni oshirishga xizmat qiladi. Kompleks integratsiya zarurati shuni ko‘rsatadiki, faqat sensorlar yoki faqat tasvirga asoslangan modellardan ko‘ra, IoT–Edge–ANPR integratsiyalashgan arxitektura yuqori operatsion samaradorlik, aniqlik va xavfsizlikni ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Edge computing va avtomatik identifikatsiya uyg‘unligi tizimning yangi avlodini yaratadi.

Amaliy qo‘llash istiqbollari: Integratsiyalashgan aqlli avtoturargoh tizimi savdo markazlari, aeroport va temiryo‘l vokzallari, universitet kampuslari va ko‘p qavatli parking infratuzilmasida samarali foydalanilishi mumkin. Shuningdek, bu yondashuv shahar transport infratuzilmasini aqlli va masshtablanuvchan qilish imkonini beradi.

Takomillashtirish yo‘nalishlari: Kelajakda tizimni sun’iy intellektga asoslangan chuqur o‘rganish algoritmlari bilan qo‘llab, xavfsizlik protokollarini kuchaytirish, energiya tejamkor qurilmalarni joriy etish va shahar infratuzilmasida pilot sinovlarni kengaytirish tavsiya etiladi.

Xulosa qilib aytganda, tahlil qilingan ikki tadqiqot bir-birini to‘ldiruvchi xarakterga ega bo‘lib, ularning integratsiyasi zamonaviy aqlli avtoturargoh tizimlarining samaradorligi va xavfsizligini maksimal darajada oshirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ushbu kompleks yondashuv shahar infratuzilmasi va transport boshqaruvini raqamlashtirish bo‘yicha kelajakdagi ilmiy va amaliy izlanishlar uchun mustahkam asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Al-Kharusi H., Al-Bahadili H. Real time smart parking system based on IoT and fog computing evaluated through a practical case study // Scientific Reports. – 2025. – Vol. 15. – Article 15507. DOI: 10.1038/s41598-025-15507-6.
2. Kazem, A., Pierre, G. & Longuevergne, L. Enhancing environmental observatories with fog computing. Front. Environ. Sci. 13, 1568016 (2025
3. Ala’anzy, M. A., Othman, M., Hasan, S., Ghaleb, S. M. & Latip, R. Optimising cloud servers utilisation based on locust-inspired algorithm. In 2020 7th International Conference on Soft Computing & Machine Intelligence (ISCMI), 23–27 (IEEE, 2020).
4. Weinberger, R. R., Millard-Ball, A. & Hampshire, R. C. Parking search caused congestion: Where’s all the fuss?. Transp. Res. Part C Emerg. Technol. 120, 102781 (2020).
5. Wang, Y., Liu, D. & Sun, X. A low-cost, high-performance middleware solution for unified parking management. Soft. Comput. 28, 2291–2308 (2024).
6. Khanna A., Anand R. IoT based smart parking system // International Conference on Internet of Things and Cloud Computing. – 2016
7. Michel-Torres, D.A., Luque-Vega, L.F., Lopez-Neri, E., Carlos-Mancilla, M.A., & Gonzalez-Jiménez, L.E. Iot based smart vehicle presence sensor spin-v for smart parking system. In 2019 14th Annual Conference System of Systems Engineering (SoSE), 236–241. https://doi.org/10.1109/SYSOSE.2019.8753862 (2019).

ISSN 3030-3907

8. Li, M., & Zhang, L. Deep learning-based license plate recognition in iot smart parking systems using yolov6 algorithm. Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl. 14(12) (2023)
9. Revathi, G., & Dhulipala, V.S. Smart parking systems and sensors: A survey. In 2012 International Conference on Computing, Communication and Applications, 1–5 (IEEE, 2012).
10. Chang, S.-L., Chen, L.-S., Chung, Y.-C. & Chen, S.-W. Automatic license plate recognition. IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 5(1), 42–53 (2004).
11. A. Bochkovskiy, C.-Y. Wang, and H.-Y. M. Liao, "Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection," arXiv preprint arXiv:2004.10934, 2020
12. Y. Xiong, H. Liu, S. Gupta, B. Akin, G. Bender, Y. Wang, P.-J. Kindermans, M. Tan, V. Singh, and B. Chen, "Mobiledets: Searching for object detection architectures for mobile accelerators," in Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition, pp. 3825– 3834, 2021.
13. A. Yazdanbakhsh, K. Seshadri, B. Akin, J. Laudon, and R. Narayanaswami, "An evaluation of edge tpu accelerators for convolutional neural networks," arXiv e-prints, pp. arXiv–2102, 2021.

ISSN 3030-3907

PROGNOSTIC VALUE OF CLINICAL AND LABORATORY PARAMETERS IN NEWBORNS WITH INTRAUTERINE GROWTH RESTRICTION

Kobulova Madina Baxadirovna
Navoi regional branch of the Republican specialized scientific practical Medical Center for maternal and Child Health
Fayzullaeva Xilola Baxronovna
Samarkand State Medical University
E-mail: khilola.fayzullayeva@gmail.com

Abstract This study aimed to evaluate the prognostic significance of clinical and laboratory parameters in newborns with intrauterine growth restriction (IUGR). A total of 120 newborns were examined, including 90 with IUGR and 30 healthy controls. Significant differences were identified in IGF-1 levels, liver enzymes, and neurobiomarkers. Reduced IGF-1 levels were strongly associated with the risk of multiple organ dysfunction. The findings highlight the importance of early diagnostic assessment using integrated biomarkers to improve neonatal outcomes.

Keywords: IUGR, IGF-1, newborns, biomarkers, neonatal outcomes, liver function, neurodevelopment

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotning maqsadi intrauterin o‘sishdan ortda qolgan (IUGR) yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda klinik va laborator ko‘rsatkichlarning prognostik ahamiyatini baholashdan iborat. Jami 120 nafar yangi tug‘ilgan chaqaloq tekshirildi, shundan 90 nafari IUGR bilan, 30 nafari esa sog‘lom nazorat guruhini tashkil etdi. IGF-1 darajasi, jigar fermentlari va neyrobiomarkerlar bo‘yicha sezilarli farqlar aniqlandi. IGF-1 darajasining pasayishi ko‘p a’zoli disfunktsiya rivojlanish xavfi bilan kuchli bog‘liqligi kuzatildi. Olingan natijalar yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda natijalarni yaxshilash uchun integratsiyalashgan biomarkerlar asosida erta diagnostik baholash muhimligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: IUGR, IGF-1, yangi tug‘ilgan chaqaloqlar, biomarkerlar, neonatal natijalar, jigar faoliyati, neyro rivojlanish

Аннотация. Целью данного исследования было оценить прогностическое значение клинических и лабораторных показателей у новорождённых с задержкой внутриутробного развития (IUGR). Было обследовано 120 новорождённых, из них 90 с IUGR и 30 здоровых в контрольной группе. Были выявлены значительные различия в уровнях IGF-1, печёночных ферментов и нейробиомаркеров. Снижение уровня IGF-1 было тесно связано с риском развития полиорганной дисфункции. Полученные результаты подчеркивают важность ранней диагностической оценки с использованием интегрированных биомаркеров для улучшения неонатальных исходов.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: IUGR, IGF-1, новорождённые, биомаркеры, неонатальные исходы, функция печени, нейроразвитие

INTRODUCTION.

Intrauterine growth restriction (IUGR) remains one of the leading problems in neonatology and perinatal medicine [1,6]. It is associated with increased risk of neonatal morbidity and mortality, as well as long-term metabolic and neurological disorders [2,5]. Recent studies emphasize the role of biochemical markers such as IGF-1, liver enzymes, and neuro-specific proteins in predicting adverse outcomes [3,4]. However, comprehensive data integrating these markers remain limited, particularly in developing countries. The aim of this study was to assess the prognostic value of clinical and laboratory indicators in newborns with IUGR. Intrauterine growth restriction (IUGR) remains one of the most critical problems in modern neonatology, as it is closely associated with increased neonatal morbidity and mortality. The prognostic assessment of newborns with IUGR largely depends on the evaluation of both clinical and laboratory parameters, which allow early identification of high-risk infants, timely intervention, and improved outcomes. Newborns affected by IUGR typically present with characteristic clinical features, including low birth weight (below the 10th percentile for gestational age), decreased subcutaneous fat, and a relatively large head compared to body size, commonly referred to as the “head-sparing effect.” These anthropometric indicators are essential for the early recognition of growth restriction. Gestational age is another crucial prognostic factor, as preterm IUGR infants have a significantly higher risk of complications compared to term infants. Common clinical complications observed in these newborns include respiratory distress, hypothermia, hypoglycemia, and feeding difficulties, all of which contribute to adverse neonatal outcomes. The Apgar score, assessed at 1 and 5 minutes after birth, serves as an important immediate prognostic indicator. Low Apgar scores are often associated with perinatal asphyxia and indicate the need for resuscitation and intensive care. Additionally, signs of fetal distress during labor, such as abnormal fetal heart rate patterns, reflect chronic intrauterine hypoxia and are strongly linked to poor neonatal prognosis. Laboratory parameters provide objective and quantitative data that complement clinical findings in assessing the severity of IUGR. One of the most important laboratory indicators is blood glucose level. Due to limited glycogen stores and impaired metabolic adaptation, IUGR newborns are highly susceptible to hypoglycemia. Persistent or severe hypoglycemia can lead to serious neurological damage and long-term developmental impairment. Blood gas analysis is another key diagnostic tool. The presence of metabolic acidosis, characterized by decreased blood pH and

ISSN 3030-3907

bicarbonate levels, indicates intrauterine hypoxia and inadequate tissue perfusion. The severity of acidosis is directly correlated with the degree of fetal compromise and can serve as a reliable prognostic marker. Complete blood count findings also have important prognostic value. Polycythemia, defined by elevated hematocrit levels, is frequently observed in IUGR infants as a compensatory response to chronic hypoxia. However, increased blood viscosity may impair microcirculation and increase the risk of thrombosis and organ dysfunction. Markers of inflammation and infection, such as C-reactive protein (CRP) and procalcitonin, are essential for the early detection of neonatal sepsis. Due to the immaturity of the immune system, IUGR newborns are more vulnerable to infections, which significantly worsen their prognosis. Elevated levels of these markers are often associated with increased morbidity and mortality.

MATERIALS AND METHODS. A total of 120 newborns were included in the study. The main group consisted of 90 newborns with IUGR (45 with symmetrical and 45 with asymmetrical forms), while the control group included 30 healthy newborns. Clinical, laboratory, and instrumental methods were applied. Laboratory tests included complete blood count, biochemical analysis (bilirubin, ALT, AST, creatinine, urea), and IGF-1 levels measured by ELISA. Neurobiomarkers (S100 protein, NSE) were also assessed. Instrumental studies included neurosonography and ultrasound examinations. Statistical analysis was performed using standard methods, with significance set at $p<0.05$. This study was conducted to evaluate the prognostic value of clinical and laboratory parameters in newborns diagnosed with intrauterine growth restriction (IUGR). A prospective observational study design was used, carried out in the neonatal intensive care unit (NICU) of a specialized perinatal center over a defined study period. The study included a total of newborns diagnosed with IUGR based on standard diagnostic criteria, specifically birth weight below the 10th percentile for gestational age according to international growth charts. Both term and preterm infants were included in the study. Exclusion criteria comprised newborns with major congenital anomalies, chromosomal abnormalities, intrauterine infections, and those born to mothers with incomplete medical records. All enrolled newborns underwent a comprehensive clinical assessment immediately after birth. Clinical parameters recorded included gestational age, birth weight, sex, Apgar scores at 1 and 5 minutes, mode of delivery, and the presence of complications such as respiratory distress, hypoglycemia, hypothermia, and signs of perinatal asphyxia. Anthropometric measurements such as head circumference, body length, and weight-to-length ratio were also documented. Laboratory investigations were performed within the first hours of life and included blood glucose levels, arterial

ISSN 3030-3907

blood gas analysis, complete blood count (CBC), and biochemical tests. Blood glucose was measured using standard enzymatic methods, and hypoglycemia was defined according to established neonatal thresholds. Blood gas analysis was conducted to assess pH, partial pressure of oxygen (PaO_2), partial pressure of carbon dioxide ($PaCO_2$), and bicarbonate levels, allowing identification of metabolic acidosis. Complete blood count analysis included hemoglobin concentration, hematocrit levels, and red blood cell indices, with particular attention to the presence of polycythemia. Inflammatory markers such as C-reactive protein (CRP) and, where available, procalcitonin levels were measured to evaluate the presence of infection or systemic inflammation. Additional biochemical parameters, including serum electrolytes and liver function tests, were assessed to identify metabolic and organ function disturbances.

RESULTS. Newborns with IUGR demonstrated significantly reduced IGF-1 levels compared to controls (mean 32.4±5.6 ng/mL vs 68.7±7.2 ng/mL, $p<0.001$). ALT and AST levels were elevated in the IUGR group (ALT: 68.2±10.4 U/L vs 32.5±6.3 U/L; AST: 74.1±11.2 U/L vs 35.8±7.1 U/L, $p<0.001$), indicating hepatic dysfunction. Neurobiomarkers were also significantly altered: NSE levels were increased by 2.1 times and S100 protein by 1.8 times compared to controls ($p<0.01$), suggesting hypoxic-ischemic damage to the central nervous system. A strong negative correlation was found between IGF-1 levels and severity of organ dysfunction ($r = -0.72$, $p<0.001$). Additionally, positive correlations were identified between liver enzymes and neurobiomarkers ($r = 0.65–0.70$), indicating systemic involvement. Dynamic monitoring showed that newborns receiving corrective therapy (nutritional support and hepatoprotectors) had a 35% increase in IGF-1 levels by day 10 of life ($p<0.01$), along with normalization of liver function tests. The incidence of complications such as hypoglycemia, respiratory distress, and infections was significantly higher in the IUGR group (62% vs 18%, $p<0.001$). These findings confirm the high prognostic value of combined laboratory markers in predicting adverse neonatal outcomes. A total of newborns diagnosed with intrauterine growth restriction (IUGR) were included in the study and analyzed to determine the prognostic significance of clinical and laboratory parameters. The study population consisted of both term and preterm infants, with a predominance of moderate to severe growth restriction cases. Analysis of clinical characteristics revealed that the majority of IUGR newborns had significantly low birth weight relative to their gestational age. Preterm infants demonstrated a higher incidence of complications compared to term infants. Low Apgar scores at 1 and 5 minutes were observed in a considerable proportion of cases and were significantly associated

ISSN 3030-3907

with adverse neonatal outcomes, including the need for resuscitation and admission to the neonatal intensive care unit.

Among the early clinical complications, respiratory distress syndrome was one of the most frequently observed conditions, particularly in preterm IUGR infants. Hypoglycemia was also highly prevalent, especially within the first 24 hours of life, and was strongly associated with lower birth weight and poor nutritional reserves. Additionally, hypothermia and feeding intolerance were commonly noted and contributed to prolonged hospitalization.

CONCLUSION. IGF-1, liver enzymes, and neurobiomarkers demonstrate high prognostic significance in newborns with IUGR. Their combined assessment allows early identification of infants at risk for multiple organ dysfunction and poor outcomes. Implementation of these markers in clinical practice can improve diagnosis, monitoring, and treatment strategies. Intrauterine growth restriction (IUGR) remains a significant contributor to neonatal morbidity and mortality, requiring careful evaluation and management. The findings of this study demonstrate that both clinical and laboratory parameters have substantial prognostic value in assessing the condition and outcomes of newborns affected by IUGR. Clinical indicators such as low birth weight, reduced gestational age, and low Apgar scores are strongly associated with an increased risk of early neonatal complications. These parameters provide essential initial information for identifying high-risk infants immediately after birth. At the same time, laboratory findings, including hypoglycemia, metabolic acidosis, polycythemia, and elevated inflammatory markers, offer objective and quantifiable evidence of physiological disturbances and underlying pathological processes.

REFERENCES

1. World Health Organization. Global report on low birth weight. Geneva; 2023.
2. UNICEF. Neonatal health statistics report. New York; 2023.
3. Bakhronovna K. F. THE SIGNIFICANCE OF CLINICAL AND LABORATORY CRITERIA IN THE EARLY DIAGNOSIS OF POSTHYPOXIC COMPLICATIONS IN NEWBORNS BORN WITH HYPOXIA //World of Scientific news in Science. – 2024. – Т. 2. – №. 3. – С. 258-263.
4. Fayzullayeva K. The role of clinical and laboratory criteria in the early diagnosis of posthypoxic complications in newborns undergoing asphyxiation //Интернаука. – 2020. – №. 10-2. – С. 49-50.
5. Fayzullayeva X. B., Nazarova G. S., Kim O. V. Biochemical Changes in Newborns with Intrauterine Hypoxia Born by Caesarean Section //SCHOLAR. – 2023. – Т. 1. – №. 29. – С. 173-181.

ISSN 3030-3907

6. Hay, W.W. (2006). Placental-Fetal Glucose Exchange and Fetal Glucose Metabolism. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 117, 321-340.

ISSN 3030-3907

1,3-TSIKLOGEKSANDION- 3-PIRIDINKARBON KISLOTA GIDRAZONI HAMDA UNING Cu(II) KOMPLEKS BIRIKMASINING SINTEZI, TUZILISHI VA SPEKTRAL TADQIQOTI

Xudoyarova E'tibor Axatovna
Buxoro davlat universiteti dotsenti k.f.f.d.PhD
E-mail: xudoyorovaetibor766@gmail.com
Tel: +998914187719
Orcid ID 0000-0003-35372632
Sattorova Sarvinoz Zafar qizi
Buxoro davlat universiteti tayanch doktoranti
E-mail: s.z.sattorova@gmail.com
Tel: +998906130470
Orcid ID 0000-0003-0004-5631
Abduraxmonov Sayfiddin Fayzullayevich
Buxoro davlat universiteti dotsenti, k.f.f.d.PhD
E-mail: abdu_sayfiddin@mail.ru
Tel: +998914187715
Orcid ID 0000-0002-0618-4897
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro davlat universiteti professori
E-mail: umarovbako@mail.ru
Orcid ID 0000-0002-0479-3090

Annotatsiya. 3-Piridinkarbon kislota gidrazidi va 1,3-siklogeksandionning kondensatlanish reaksiyasi o'tkazildi. Olingan gidrazonining Cu(II) kompleksi IQ-, UB- va X-diapozon bo'yicha EPR spektroskopiyalari yordamida o'rganildi. IQ spektri ma'lumotlari azometin azoti va yenol guruh kislorodi orqali koordinatsiyalanishi tasdiqladi. UB spektrda ligandda ichida π→π*, liganddan metallga zaryad o'tish (LMCT) va zaif d–d o'tishlar aniqlandi. EPR parametrlari ($g_{||}$ = 2.1, 4 ta o'ta nozik struktura liniyalari, X-diapozonda 9.4 GHz) $dx^2–y^2$ orbital asosiy holat va Yann–Teller effekti tufayli buzilgan geometriyani ko'rsatdi. Integrallashgan spektral ma'lumotlar N_2,O-tridentat koordinatsiyani, metall–ligand bog'larining qisman kovalent xarakterini va Cu(II) markaziy ion atrofida tekis-kvadrat geometriyani tasdiqladi.

Kalit so'zlar: 3-Piridinkarbon kislota gidrazidi, 1,3-siklogeksandion, EPR spektroskopiyasi, IQ spektri, Nicolet iS50, IK-Furye spektroskopiyasi.

Abstract. The condensation reaction of 3-pyridinecarboxylic acid hydrazide with 1,3-cyclohexanedione was carried out. The obtained hydrazone Cu(II) complex was studied using IR, UV, and EPR spectroscopy in the X-band region. IR spectral

ISSN 3030-3907

data confirmed coordination through the azomethine nitrogen and enolic oxygen atoms. The UV spectrum revealed π→π* intraligand transitions, ligand-to-metal charge transfer (LMCT), and weak d–d transitions. EPR parameters (g|| = 2.1, four hyperfine lines, X-band at 9.4 GHz) indicated a $dx^2–y^2$ ground state orbital and a distorted geometry due to the Jahn–Teller effect. The integrated spectral data confirmed N_2,O-tridentate coordination, partial covalent character of metal–ligand bonds, and a square-planar geometry around the Cu(II) central ion.

Keywords: 3-pyridinecarboxylic acid hydrazide, 1,3-cyclohexanedione, EPR spectroscopy, IR spectroscopy, Nicolet iS50, FTIR spectroscopy.

Аннотация. Проведена реакция конденсации гидразида 3-пиридинкарбоновой кислоты с 1,3-циклогександионом. Полученный гидразонный комплекс Cu(II) исследован методами ИК-, УФ- и ЭПР-спектроскопии в X-диапазоне. Данные ИК-спектроскопии подтвердили координацию через азометиновый азот и кислород енольной группы. В УФ-спектре выявлены внутрилегандные переходы π→π*, перенос заряда от лиганда к металлу (LMCT) и слабые d–d переходы. Параметры ЭПР (g|| = 2.1, четыре линии сверхтонкой структуры, X-диапазон 9.4 ГГц) указывают на основное состояние орбитали $dx^2–y^2$ и искаженную геометрию вследствие эффекта Яна–Теллера. Совокупные спектральные данные подтверждают N_2,O-тридентатную координацию, частично ковалентный характер металл-лигандных связей и квадратно-планарную геометрию вокруг центрального иона Cu(II).

Ключевые слова: гидразид 3-пиридинкарбоновой кислоты, 1,3-циклогександион, ЭПР-спектроскопия, ИК-спектроскопия, Nicolet iS50, ИК-Фурье-спектроскопия.

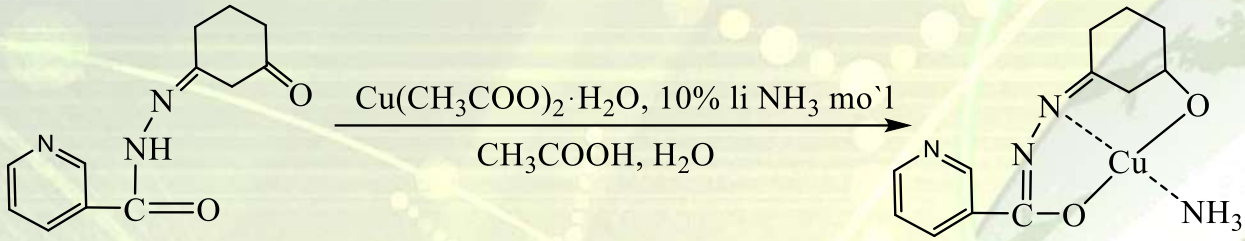
KIRISH.

N_2O-donor atomlar saqlagan tridentat ligandlar bilan hosil bo‘lgan Cu(II) komplekslari elektron tuzilishi, katalitik xususiyatlari va biologik ahamiyati bilan katta qiziqish uyg‘otadi. Tuzilish va elektron taqsimotni aniqlashda bir-birini to‘ldirish uchun IQ-, UB- va EPR spektroskopik usullari integrallandi. Ushbu ishda 1,3-tsiklogeksandion-3-piridinkarbon kislota gidrazoni va uning Cu(II) kompleks birikmasining tuzilishini IQ-, UB- va EPR spektrlar ma’lumotlarini birlashtirib, elektron tuzilishi va koordinatsion qurshovi batafsil tahlil qilindi.

$CuL^1{\cdot}2NH_3$ tarkibli kompleks birikma sintez qilindi. Buning uchun $Cu(CH_3COO)_2 \cdot H_2O$ mo‘l miqdordagi ammiakli suvda va HL^1 ligand 50 ml 95 % li etanolda eritildi. Hajmi 100 ml li tubi dumaloq kolbaga ikki eritma aralashtirildi va qaytarma sovutchich o`rnatildi. Doimiy aralashtirib turib, 30 min davomida 60-70 ^oC da suv hammomida qizdirildi. Eritma stakanga solib uch sutkaga qoldirildi.

ISSN 3030-3907

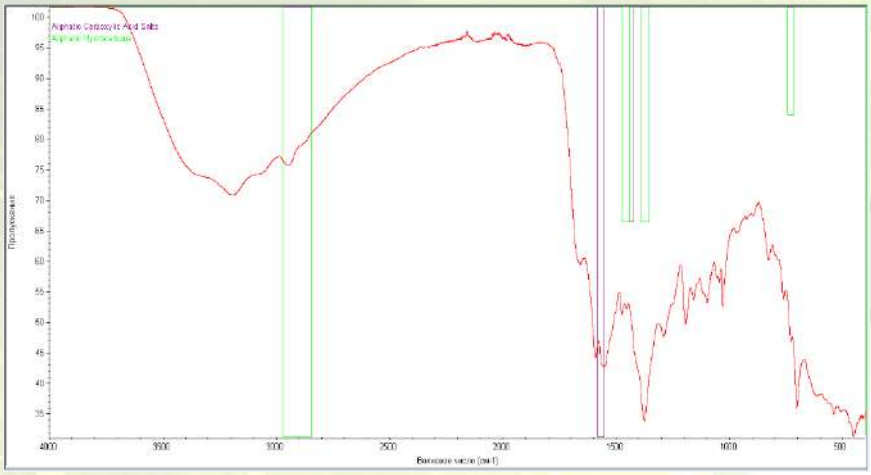
Hosil bo`lgan cho‘kma filtrlandi va avval etanolda keyin distillangan suvda yuvib qo`shimchalardan tozalandi. Reaksiya unumi 85% ni tashkil etdi.



Namunalardagi tuzilma va funksional guruhlarni sifat jihatdan aniqlash Nicolet iS50 (Thermo Fisher Scientific, AQSh) qurilmasida IK-Furye spektroskopiyasi (FTIR) usuli orqali bajarildi.

Spektrning 1680–1650 cm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan kuchli yutilish kon’yugatsiyalangan amid gurihi karbonili (νC=O) tebranishiga tegishlidir. Erkin 1,3-diketon tizimida karbonil guruhi odatda yuqoriroq chastotada namoyon bo‘lishi ma’lum, biroq mazkur birikmada maksimumning quyi chastotaga siljishi π-elektronlarning delokalizatsiyasi hamda gidrazon hosil bo‘lishi natijasida elektron zichlikning qayta taqsimlanishi bilan bog‘liq. 1620–1600 cm^{-1} oralig‘idagi intensiv signal azometin ($\nu_{C=N}$) bog‘ining hosil bo‘lganini tasdiqlaydi va bu gidrazon hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi. 1600–1500 cm^{-1} sohadagi bir nechta o‘rta intensivlikdagi yutilishlar piridin halqasining deformatsion tebranishlari ($\nu_{C=C}$ va $\nu_{C=N}$) bilan bog‘liq. 1350–1250 cm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan tebranish chastotalari $\nu_{C–N}$ bog‘iga tegishlidir. 800–700 cm^{-1} sohadagi tashqi tekislik geterohalqa C–H bog‘larining deformatsion tebranishlari esa piridin halqasining 3-o‘rinidagi geteroatom ta’sirida siljigan. Umuman olganda, IQ spektr ma’lumotlari 1,3-siklogeksandion va 3-piridinkarbon kislota gidrazidining kondensatsiya reaksiyasi natijasida azometin bog‘i hosil bo‘lganini, molekulada amid karbonil guruhi saqlanganini hamda butun tizim piridin –C(O)–NH–N=C– diketon zanjiri orqali kon’yugatsiyalanganligini ko‘rsatadi. Kuzatilgan chastota siljishlari va tebranishlar intensivligi molekulaning ichki molekulyar vodorod bog‘ bilan barqarorlashgan, delokalizatsiyalangan va qisman tekis konformatsiyaga ega ekanligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. [Cu(L)(NH_3)] kompleks birikmasining IQ spektri.

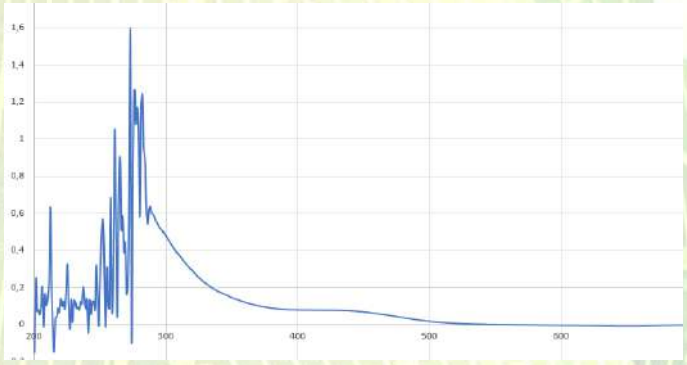
[Cu(L)(NH_3)] ning IQ-spektri HL^1 ligandning IQ spektri bilan qiyosiy tahlil qilindi. HL^1 ligand spektrida 3200–3150 cm^{-1} sohada gidrazon guruhiga xos ν(N–H) tebranish polosasi kuzatiladi. 1660–1620 cm^{-1} oralig‘ida kuchli ν(C=N) (azometin) signali, shuningdek 1700 cm cm^{-1} atrofida siklogeksandion fragmentining ν(C=O) tebranishi qayd etildi. Bu polosalar ligandning neytral, protonlangan shaklda mavjudligini ko‘rsatdi. [Cu(L)(NH_3)] kompleks birikmasining spektrida esa muhim o‘zgarishlar kuzatildi. Jumladan, ν(N–H) guruhiga xos tebranishlar kuzatilmadi, bu gidrazon fragmentining deprotonlanishini bilan bog‘liq. Ajralib chiqqan proton atsetat anioni bilan birikib, sirka kislotani hosil qiladi. Shu bilan birga, 1700 sm^{-1} atrofidagi karbonil guruhiga xos tebranishlar spektrning quyi chastotasiga siljigan, bu keto–yenol tautomerlanish natijasida yenol shaklining hosil bo‘lishi va kislorod atomi orqali koordinatsiyalanish bo`lganligini bildiradi. Azometin guruhining ν(C=N) tebranishi 10–25 cm^{-1} past chastotaga siljishi kuzatiladi, bu azot atomining metall bilan koordinatsion bog‘ hosil qilganligini tasdiqlaydi. Ligand Cu(II) ioni bilan N(azometin)–O(yenolyat)-O(karbonil) fragmenti donor atomlari orqali tridentat *trans*- N_2O_2 shaklda koordinatsiyalanadi. Kompleks spektrida 3300–3200 cm^{-1} sohada yangi keng polosalar va 1600 cm^{-1} atrofida deformatsion tebranishlar paydo bo‘lishi koordinatsiyalangan NH_3 molekulasining mavjudligini ko‘rsatadi. Past chastota sohasida (600–400 cm^{-1}) ν(Cu–N) va ν(Cu–O) tebranishlariga xos yangi polosalar kuzatilishi kompleks hosil bo‘lganining bevosita dalilidir. Spektrda, atsetat guruhiga xos $\nu_{as}(COO^-)$ va $\nu_s(COO^-)$ juft polosalarining yo‘qligi uning koordinatsiyada ishtirok etmaganligini tasdiqlaydi. IQ-spektri ma’lumotlari [Cu(L)(NH_3)] tarkibli kompleks hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.

UB spektr 200–700 nm oralig‘ida etanoldagi eritmasidan olindi. 1,3-siklogeksandionning 3-piridinkarbon kislota gidrazoni uchun olingan UV–Vis spektr ma’lumotlari molekulada keng π-kon’yugatsiyalangan tizim shakllanganini

ISSN 3030-3907

va azometin fragmenti elektron tuzilishda muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi. Spektrda 220–290 nm oralig‘ida bir nechta intensiv maksimumlarning kuzatilishi aromatik piridin halqasi va karbonil guruhlariga xos π→π* o‘tishlar bilan izohlanadi. 250–280 nm atrofida joylashgan yuqori intensivlikdagi yutilish cho‘qqilari piridin yadrosining aromatik tizimi hamda gidrazon fragmentidagi C=N bog‘ining π-elektronlari ishtirokidagi o‘tishlarga tegishlidir. Bu maksimumlarning nisbatan yuqori molyar so‘rilish koeffitsienti (ε) kon’yugatsiyaning samarali ekanligini bildiradi. 290–330 nm oralig‘ida kuzatilgan biroz kengaygan va past intensivlikdagi yutilish esa, asosan n→π* o‘tishlar bilan bog‘liq bo‘lib, amid, karbonil (C=O), azometin (C=N) hamda piridin azot atomining juft elektronlariga tegishli. Mazkur maksimumning nisbatan uzun to‘lqin sohasiga siljishi (batoxrom siljish) molekulada piridin –C(O)–NH–N=C– diketon zanjiri bo‘ylab elektronlarning delokalizatsiyalanganini tasdiqlaydi. 300 nm dan keyingi sohada yutilish intensivligining asta-sekin kamayib borishi molekulaning asosiy elektron o‘tishlari ultrabinafsha sohada joylashganini ko‘rsatadi va kengaygan, ammo psevdoaromatik π-tizim mavjudligini bildiradi. Kuzatilgan spektral xususiyatlar gidrazon hosil bo‘lganini, molekula tekis yoki qisman tekis konformatsion holatda ekanligini va ichkimolekulyar vodorod bog‘ orqali barqarorlashgan kon’yugirlangan elektron tizim mavjudligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, UB va IQ spektr natijalari bilan uyg‘un holda, sintez qilingan birikmada azometin bog‘i shakllanganini, piridin yadrosi va amid fragmenti saqlanganini hamda butun molekula bo‘ylab samarali π-elektron delokalizatsiyaslanganligini ko`rsatadi (2-rasm):

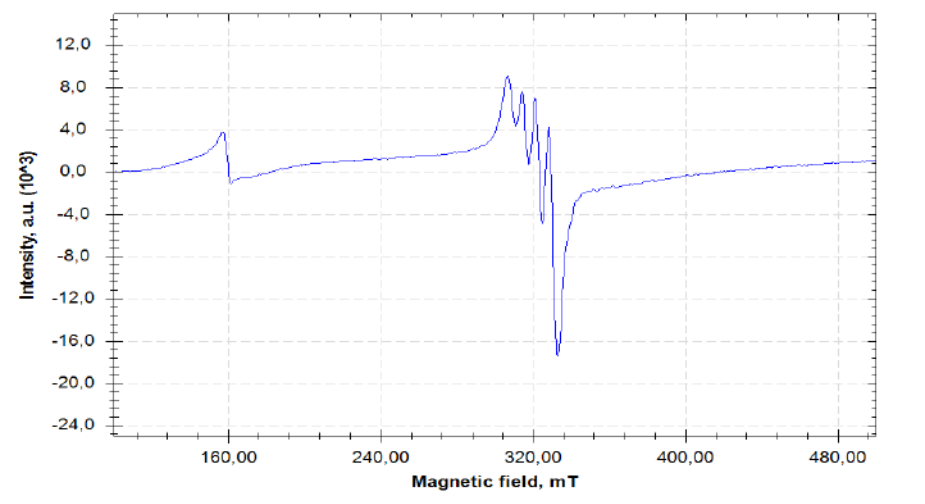


2-rasm. HL^1 ning UB spektri.

EPR spektroskopiya X-diapozonda 9.4 GHz, 160 mT, signal markazi 300 mT, o‘ta nozik struktura liniyalari aniqlandi. Sintez qilingan gidrazonning Cu(II) ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasi uchun olingan EPR spektri (X-diapazon~9.4 GHz) Cu^{2+} ionining mavjudligini aniq tasdiqlaydi. Spektrda 300–330 mT oralig‘ida kuzatilgan kuchli va anizotrop signal aksial xarakterga ega bo‘lib, bu kompleksning past simmetriyali (odatda tetragonal cho‘zilgan) koordinatsion muhitda shakllanganini ko‘rsatadi. Signalning parallel va perpendikulyar

ISSN 3030-3907

komponentlarga ajralishi ($g\| > g\perp > 2.0023$) Cu(II) ionining asosiy holati $dx^2–y^2$ orbitaliga mos kelishini bildiradi, bu esa tekis-kvadrat geometriyaga xosdir.



3-rasm. [Cu(L)(NH_3)] ning EPR spektri.

Spektrda parallel yo‘nalishda kuzatilgan nozik tuzilma ($g\|$ sohasida gipernozik ajralish) ^{63}Cu va ^{65}Cu yadrolarining (I = 3/2) magnit momenti bilan o‘zaro ta’sir natijasida yuzaga keladi. $A\|$ qiymatining sezilarli kattaligi (odatda $130–200\times10^{-4}$ cm^{-1} diapazonda) metall markazida elektron zichlikning yuqori ekanligini ko‘rsatadi. $g\|$ qiymatining 2.2 dan katta bo‘lishi esa kompleksda metall–ligand bog‘lanishining asosan ion-kovalent tabiatga ega ekanini bildiradi. $g\|/A\|$ nisbatining mos keluvchi qiymati ligand maydonining o‘rtacha kuchli ekanini va azot hamda kislorod donor atomlari ishtirokidagi N_2,O-koordinatsiyalangan muhit shakllanganini tasdiqlaydi. Gidrazon ligandining azometin azoti (–C=N–) va yenollashgan diketon kislorodi Cu(II) bilan xelat halqa hosil qilishi ehtimoli yuqori. Bunday xelatlanish natijasida besh yoki olti a’zoli metallotsikl shakllanadi va bu strukturaviy xususiyat EPR spektrdagi aksial anizotropiya bilan mos keladi. Signal intensivligining ancha yuqoriligi kompleksning monoyadroli ekanini ko‘rsatadi; kuchli spin–spin o‘zaro ta’sir yoki almashinuv kengayishi kuzatilmasligi esa markazlararo magnit ta’sir yo‘qligini bildiradi. [Cu(L^1)(NH_3)] kompleks birikmasining EPR spektri Spin-Scan-X spektrometrida 9.4 GHz xona haroratida olindi. EPR spektri parametrlari chuqur tahlil qilinib, kompleks birikmaning tuzilishi, kimyoviy bog‘ tabiati o`rganildi. Dastavval $g\|$ va $g\perp$-qiymatini hisobalymiz.

$$h\nu = g\beta H \quad (1)$$

Bu yerda: h – Plank doimiysi, ν – mikroto‘lqin chastotasi (X-diapazonda odatda ≈ 9.4 GHz), β – Bor magnetoni, H – rezonans magnit maydoni (Tesla), g – spektros-kopik ajralish faktori. Yuqoridagi formuladan foydalanib, g-factor qiymati quyida-gicha hisoblash mumkin:

$$g = 71.448\nu(GHz)/H(mT) \quad (2)$$

ISSN 3030-3907

Spektrda H∥-300 mT va H ⊥- 330 mT

g∥=71.448 ·9.4/300; g∥≈ 2.24

g⊥ = 71.448 · 9.4/330

g⊥ =2.04

g∥>g⊥ >2.0023 Bu $dx^2–y^2$ asosiy holatli aksial Cu(II) kompleksiga xos. O`ta nozik ta’sir (O`NT) konstantasi -A∥ qiymatini hisoblash parallel komponentdagi to‘rt chiziqli ajralish chiziqlari parametrlaridan, quyidagicha hisoblanadi:

$$A\parallel=g\parallel\beta\Delta H \quad (3)$$

$$A\parallel (cm^{-1}) = 10^{-4} \times g\parallel \times \Delta H \quad (4)$$

$$A\parallel=(130\text{-}200) \times 10^{-4}\ cm^{-1}$$

$$\alpha^2 = A\parallel/0.036 + (g\parallel - 2.0023) +3/7(g\perp - 2.0023)+0.04$$

$$\alpha^2 \approx 0.65 – 0.75$$

$$g\parallel =2{,}24;\ g\perp=2{,}04 \text{ va } A\parallel=170\times10^{-4}cm^{-1}$$

α^2 Qiymatiga asoslanib, metall–ligand bog‘i sezilarli darajada kovalent xarakterga ega. Cu(II) gidrazon ligand bilan N2O-donor atomlari orqali va amiak molekulasi bilan koordinatsion bog‘angan. Kompleks geometriyasi tetragonal cho‘zilgan, tekis-kvadrat tuzilishga yaqinligini ko`rsatadi. Azometin azoti va enollashgan kislorod metall bilan π-orbital o‘zaro ta’sirga kirishgan, π-donor va qisman π-aksseptorlik mavjud. Sintez qilingan gidrazonning Cu(II) ioni bilan hosil qilgan kompleksi uchun olingan EPR spektr (X-diapazon, ~9.4 GHz) paramagnit markaz sifatida d^9-elektron konfiguratsiyaga ega Cu^{2+} ionining mavjudligini aniq tasdiqlaydi. Spektrda 300–330 mT oralig‘ida kuzatilgan kuchli va anizotrop signal aksial xarakterga ega bo‘lib, bu kompleksning past simmetriyali (odatda tetragonal cho‘zilgan) koordinatsion muhitda shakllanganini ko‘rsatadi. Signalning parallel va perpendikulyar komponentlarga ajralishi (g∥ > g⊥ > 2.0023) Cu(II) ionining asosiy holati $dx^2–y^2$ orbitaliga mos kelishini bildiradi. Spektrda parallel yo‘nalishda kuzatilgan nozik tuzilma (g∥ sohasida o`ta nozik ajralish) ^{63}Cu va ^{65}Cu yadrolarining (I = 3/2) magnit momenti bilan o‘zaro ta’sir natijasida yuzaga keladi. A∥ qiymatining sezilarli kattaligi (odatda $130–200\times10^{-4}$ cm^{-1} diapazonda) metall markazida elektron zichlikning yuqori ekanligini ko‘rsatadi. g∥ qiymatining 2.2 dan katta bo‘lishi esa kompleksda metall–ligand bog‘lanishining asosan ion-kovalent tabiatga ega ekanini bildiradi. g∥/A∥ nisbatining mos keluvchi qiymati ligand maydonining o‘rtacha kuchli ekanini va azot hamda kislorod donor atomlari ishtirokidagi N2,O-koordinatsiyalangan muhit shakllanganini tasdiqlaydi. Gidrazon ligandining azometin azoti (–C=N–) va yenollashgan diketon kislorodi Cu(II) bilan xelat halqa hosil qilishi ehtimoli yuqori. Bunday xelatlanish natijasida besh yoki olti a’zoli metallotsikl shakllanadi va bu strukturaviy xususiyat EPR spektrdagi aksial anizotropiya bilan mos keladi. Signal intensivligining ancha

ISSN 3030-3907

yuqoriligi kompleksning monoyadroli ekanini ko‘rsatadi; kuchli spin–spin o‘zaro ta’sir yoki almashinuv kengayishi kuzatilmasligi esa markazlararo magnit ta’sir yo‘qligini bildiradi. Umuman olganda, EPR tahlil natijalari Cu(II) ioni HL^1 ligand bilan N2,O-donor atomlari orqali koordinatsiyalanganini, kompleks tekis - vadrat-planar geometriyaga yaqin tuzilishga ega ekanini hamda metall markazda $dx^2–y^2$ asosiy holatli aksial simmetriyali elektron tuzilish shakllanganini tasdiqlaydi.

Bu ma’lumotlar IQ va UV–Vis natijalari bilan uyg‘un holda kompleks hosil bo‘lish jarayonining muvaffaqiyatli kechganini ko‘rsatadi. $[Cu(L)(NH_3)]$ kompleks birikmasining EPR tahlil natijalari Cu(II) ioni gidrazon ligand bilan N_2,O-donor atomlari orqali koordinatsiyalanganini, kompleks tekis-kvadrat tuzilishga ega ekanini hamda markaziy ion $dx^2–y^2$ ($3d^9$) konfiguratsiyaga ega ekanligini ko`rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Абдурахмонов С.Ф., Худоярова Э.А., Умаров Б.Б. Квантово-химическое исследование координационных соединений // “Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari” Respublika miqyosidagi xorijiy olimlar ishtirokidagi onlayn ilmiy-amaliy anjuman materiallari.- Buxoro.- BuxDU.- 2020-yil 4-5-dekabr, 409-412 betlar

2. Умаров Б.Б., Минин В.В., Абдурахмонов С.Ф., Худоярова Э.А. Слабые обменные взаимодействия в биядерных комплексах меды(II) // “Koordinatsion birikmalar kimyosining hozirgi zamon muammolari” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to‘plami.- Buxoro.- 2022.- 173-176-betlar

3. Абдурахмонов С.Ф., Худоярова Э.А., Умаров Б.Б., Минин В.В. Гомобиядерные комплексы меди(II) и их ЭПР спектроскопия // Тезисы докладов XVI Международной конференции “Спектроскопия координационных соединений”.- Туапсе.- 16-21 сентября 2019. -С. 45-46.

4. Abduraxmonov S.F., Xudoyarova E.A., Umarov B.B. Gomobiyadroli mis(II) kompleks birikmalarning EPR spektrlaridagi o‘zaro kuchsiz elektron almashinuvining nazariy tomonlari // Fan va texnologiyalar taraqqiyoti.- BuxMTI.-2020.-№ 1.-13-21 betlar

5. Abdurakhmonov S.F., Khudoyarova E.A., Umarov B.B. Theoretical aspects of weak exchange interaction in the ESR spectra of gomobinuclear complexes of copper (II) // International journal of advanced Research in science, engineering and technology.- 2019.-T 6 №9.- P. 10695-10701

6. Xudoyarova E A.,Aminova H.S.,Abduraxmonov S.F. Umarov B.B. Para-[bis-1,4-(4,4,4-triftorbutandion-1,3)]-benzol benzoilgidrazonining Cu(II) va Ni(II) geterobiyadroli kompleksining EPR spektri // Kompleks birikmalar kimyosi va analitik kimyoning dolzarb muammolari Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari to‘plami 1-qism. Termiz-2022. 195-196- betlar

7. Абдурахмонов С.Ф., Худоярова Э.А., Умаров Б.Б. Гетеробияерные комплексы меди(II) на основе бис-5-оксипиразолов // Universum: Химия и биология.-2019.- № 10(64).-С. 55-62 стр.

ISSN 3030-3907

8. Абдурахмонов С.Ф., Умаров Б.Б., Худоярова Э.А. Синтез и исследование методами ИК спектроскопии и квантовой химии малоноилгидразона салицилового альдегида // Universum: Химия и биология.-2020.- № 10(76).- ч. 2.- С. 5-9.

9. Абдурахмонов С.Ф., Худоярова Э.А., Умаров Б.Б., Минин В.В. Гетеробидерные комплексы меди(II) и никеля(II) с диацилдигидразонами бензоилацетона // “Zamonaviy kimyoning dolzarb muammolari” Respublika miqyosidagi xorijiy olimlar ishtirokidagi onlayn ilmiy-amaliy anjuman materiallari.- Buxoro.- BuxDU.- 2020-yil 4-5-dekabr, 404-406 betlar

ISSN 3030-3907

MINTAQANING IJTIMOIY-IQTISODIY RIVOJLANISH TIZIMINI BOSHQARISHDA INNOVATSIYALAR (XORIJ TAJRIBASI)

Toshev Fazliddin Zayniddinovich
BDTI, "Iqtisodiyot va menejment" kafedrasi dotsenti, i.f.f.d
Sayfullayeva Nigora Muxiddin qizi
BDTI magistri

Annotatsiya. Mazkur maqolada mintaqaning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish tizimini boshqarishda innovatsion yondashuvlarning ahamiyati va ularning samaradorligi tahlil qilingan. Shuningdek, rivojlangan davlatlar tajribasi asosida hududlarni innovatsion rivojlantirish mexanizmlari, ilmiy-tadqiqot faoliyatini qo'llab-quvvatlash, investitsiyalarni jalb qilish va zamonaviy boshqaruv texnologiyalarini joriy etish masalalari o'rganilgan. Maqolada AQSh, Yaponiya, Germaniya, Fransiya va Italiya kabi davlatlarning innovatsion rivojlanish bo'yicha ilg'or tajribalari tahlil qilinib, ularning mintaqaviy iqtisodiy rivojlanishga ta'siri ilmiy asosda yoritilgan. Tadqiqot natijalari asosida mintaqalarning barqaror ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini ta'minlash, innovatsion infratuzilmani rivojlantirish va boshqaruv tizimini takomillashtirish bo'yicha ilmiy taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so'zlar: innovatsion boshqaruv, xorijiy tajriba, investitsiyalar, innovatsion infratuzilma, texnologik taraqqiyot, iqtisodiy samaradorlik, hududiy iqtisodiyot.

Аннотация. В данной статье анализируется важность инновационных подходов в управлении системой социально-экономического развития региона и их эффективность. Также, на основе опыта развитых стран, изучаются механизмы инновационного развития регионов, поддержка научно-исследовательской деятельности, привлечение инвестиций и внедрение современных технологий управления. В статье анализируется передовой опыт таких стран, как США, Япония, Германия, Франция и Италия, в области инновационного развития, и научно освещается их влияние на региональное экономическое развитие. На основе результатов исследования разработаны научные предложения и рекомендации по обеспечению устойчивого социально-экономического развития регионов, развитию инновационной инфраструктуры и совершенствованию системы управления.

Ключевые слова: инновационное управление, зарубежный опыт, инвестиции, инновационная инфраструктура, технологический прогресс, экономическая эффективность, региональная экономика.

Abstract. This article analyzes the importance and effectiveness of innovative approaches to managing regional socio-economic development systems. Drawing

ISSN 3030-3907

on the experience of developed countries, it also examines mechanisms for innovative regional development, support for research activities, attracting investment, and the implementation of modern management technologies. The article analyzes the best practices of countries such as the USA, Japan, Germany, France, and Italy in the field of innovative development and provides a scientific overview of their impact on regional economic development. Based on the research results, scientific proposals and recommendations have been developed for ensuring sustainable regional socio-economic development, developing innovative infrastructure, and improving management systems.

Key words: innovative management, foreign experience, investments, innovative infrastructure, technological progress, economic efficiency, regional economy.

KIRISH.

Bugungi kunda O‘zbekiston Respublikasini innovatsion rivojlantirish ijtimoiy- iqtisodiy siyosatning ustuvor yo‘nalishi hisoblanadi. O‘zbekistonning jahondagi iqtisodiy mavqeini yuksaltirish va raqobatbardosh ilm-fanni talab qiluvchi mahsulotlar ishlab chiqarish orqali iqtisodiyotni sifatli rivojlantirish bevosita uning innovatsion faoliyatiga bog‘liq.

Hozirgi davrda rivojlangan mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, hududlarni rivojlantirishda an’anaviy boshqaruv usullari bilan bir qatorda innovatsion boshqaruv mexanizmlarini qo‘llash yuqori natijalarga olib kelmoqda. Xususan, raqamli texnologiyalar, “aqlli shahar” konsepsiyasi, hududiy klasterlar, innovatsion infratuzilma hamda startap ekotizimlarini rivojlantirish orqali mintaqalarning iqtisodiy salohiyatini oshirish, yangi ish o‘rinlarini yaratish va investitsiyalarni jalb etish imkoniyati kengaymoqda. Bu jarayonda xorijiy mamlakatlarning ilg‘or tajribasini o‘rganish va uni milliy sharoitga moslashtirish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Shu bilan birga, hududiy boshqaruv tizimida innovatsiyalarni joriy etish orqali davlat boshqaruvi samaradorligini oshirish, mahalliy iqtisodiyotni diversifikatsiya qilish, ijtimoiy infratuzilmani rivojlantirish hamda hududlar o‘rtasidagi iqtisodiy nomutanosiblikni kamaytirish mumkin. Ayniqsa, rivojlangan davlatlarda hududiy rivojlanish strategiyalarini shakllantirishda innovatsion yondashuvlar, ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasi, raqamli boshqaruv tizimlari keng qo‘llanilmoqda. Ushbu tajribalarni o‘rganish va tahlil qilish hududlarni boshqarishning zamonaviy modelini shakllantirishga xizmat qiladi.

O‘zbekiston sharoitida ham hududlarning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini jadallashtirish, mahalliy iqtisodiyotni modernizatsiya qilish hamda hududiy boshqaruv samaradorligini oshirish bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. Bunda innovatsiyalarni boshqaruv tizimiga joriy etish, hududlarning

ISSN 3030-3907

investitsion jozibadorligini oshirish hamda ilg‘or xorijiy tajribani tatbiq etish muhim omil sifatida namoyon bo‘lmoqda. Shu nuqtai nazardan, mintaqaning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish tizimini boshqarishda innovatsiyalar va xorijiy tajribani o‘rganish hamda ilmiy asosda tahlil qilish mazkur mavzuning dolzarbligini belgilab beradi.

Muhokama va natijalar. Mintaqaning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanish tizimini boshqarishda innovatsiyalar xorijiy tajribasi. Xorijiy tajribani ko‘rib chiqish natijasida xorijda innovatsion infratuzilmani rivojlantirish natijalari bo‘yicha quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

AQSh tajribasi. AQSh dunyoda innovatsion iqtisodiyotni shakllantirish va rivojlantirish bo‘yicha yetakchi mamlakatlardan biri hisoblanadi. Bu mamlakatda innovatsion rivojlanish asosan davlatning samarali investitsion siyosati, ilmiy-tadqiqot faoliyatini qo‘llab-quvvatlash va xususiy sektor bilan davlat o‘rtasidagi hamkorlikni rivojlantirish orqali amalga oshiriladi.

AQShda innovatsion faoliyatni rag‘batlantirishda soliq siyosatining o‘rni katta. Xususan, ilmiy-tadqiqot va tajriba-konstruktorlik ishlariga (R&D) sarflangan xarajatlar uchun soliq imtiyozlari joriy etilgan. Shuningdek, jadallashtirilgan amortizatsiya siyosati ishlab chiqarish vositalarini tezkor yangilashga va yangi texnologiyalarni joriy etishga xizmat qiladi.

Mazkur mamlakatda mahalliy hokimiyat organlarining moliyaviy mustaqilligini ta’minlash ham innovatsion rivojlanishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Jumladan, mahalliy soliqlarni belgilashda muayyan erkinlik berilishi, davlat budjeti transfertlari orqali hududiy loyihalarni qo‘llab-quvvatlash innovatsion tashabbuslarni rivojlantirishga xizmat qiladi. Bu esa hududlar iqtisodiy salohiyatini oshirish va yangi innovatsion klasterlarni shakllantirish imkonini beradi.

Yaponiya tajribasi. Yaponiya innovatsion rivojlanishda yuqori texnologiyalardan foydalanish va samarali davlat boshqaruvi mexanizmlarini joriy etish orqali katta yutuqlarga erishgan mamlakatlardan hisoblanadi. Bu mamlakatda innovatsion siyosat asosan ilmiy tadqiqotlar, yuqori texnologiyali ishlab chiqarish va sanoat kooperatsiyasini rivojlantirishga qaratilgan.

Yaponiyaning innovatsion rivojlanish modelida mintaqaviy boshqaruvning o‘ziga xos tizimi mavjud bo‘lib, har bir prefektura va munitsipalitet uchun maxsus budjet modellari ishlab chiqiladi. Bu modellarda hududlarning tabiiy-iqlim sharoiti, iqtisodiy imkoniyatlari, institutsional rivojlanish darajasi va ijtimoiy omillar hisobga olinadi.

Shuningdek, innovatsion faoliyatni rag‘batlantirishda soliq imtiyozlari, investitsiya dasturlari va jadallashtirilgan amortizatsiya siyosati keng qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

Natijada Yaponiyada yuqori texnologiyali tarmoqlar – elektronika, robototexnika, avtomobilsozlik va axborot texnologiyalari jadal rivojlanib, mamlakat iqtisodiyotining raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qilmoqda.

Germaniya tajribasi. Germaniyada innovatsion rivojlanishning muhim xususiyatlaridan biri hududiy iqtisodiy tenglikni ta’minlashga qaratilgan samarali fiskal siyosat hisoblanadi. Mamlakatda federal yerlar o‘rtasida iqtisodiy imkoniyatlar farqini kamaytirish maqsadida maxsus moliyaviy mexanizmlar joriy etilgan.

Xususan, Germaniyada soliq salohiyati past bo‘lgan hududlarni qo‘llab-quvvatlash uchun davlat transfertlari tizimi amal qiladi. Bu orqali hududlar o‘rtasida “jon boshiga to‘g‘ri keladigan daromadlar” muvozanati ta’minlanadi. Shu bilan birga, yuqori iqtisodiy salohiyatga ega hududlardan kam rivojlangan hududlarga moliyaviy resurslarni qayta taqsimlash mexanizmi ham amal qiladi.

Germaniyada innovatsion rivojlanishda yirik sanoat korporatsiyalari, ilmiy-tadqiqot markazlari va kichik innovatsion korxonalar o‘rtasidagi kooperatsiya aloqalari muhim rol o‘ynaydi. Bunday hamkorlik natijasida mamlakatda yuqori texnologiyali sanoat tarmoqlari, mashinasozlik, kimyo sanoati va raqamli texnologiyalar jadal rivojlanmoqda.

Fransiya tajribasi. Fransiyada innovatsion rivojlanish davlatning strategik rejalashtirish siyosati asosida amalga oshiriladi. Mamlakatda ilmiy-tadqiqot ishlarini moliyalashtirish, innovatsion startaplarni qo‘llab-quvvatlash va yuqori texnologiyali ishlab chiqarishni rivojlantirishga alohida e’tibor qaratiladi.

Fransiyada innovatsion siyosat doirasida ilmiy markazlar, universitetlar va sanoat korxonalari o‘rtasidagi integratsiyani kuchaytirishga qaratilgan dasturlar amalga oshiriladi. Bu esa yangi texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni ishlab chiqarishga joriy etish jarayonini tezlashtiradi.

Shuningdek, davlat tomonidan investitsiya loyihalarini qo‘llab-quvvatlash, imtiyozli kreditlar ajratish va soliq yengilliklari berish orqali innovatsion tadbirkorlik faoliyati rag‘batlantiriladi.

Italiya tajribasi. Italiyada innovatsion rivojlanishning asosiy xususiyatlaridan biri mintaqaviy siyosatning samarali tashkil etilganligidir. Mamlakatda har bir hududning iqtisodiy imkoniyatlari, sanoat rivojlanish darajasi va kadrlar salohiyati hisobga olingan holda maxsus mintaqaviy rivojlanish dasturlari ishlab chiqiladi.

Italiya tajribasiga ko‘ra, mintaqaviy innovatsion siyosat investitsiyalar va texnologik yangiliklarni joriy etish orqali hududlarning raqobatbardoshligini oshirishga qaratilgan. Bunda ilmiy markazlar, tadqiqot laboratoriyalari va sanoat korxonalari o‘rtasidagi hamkorlik muhim ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907

Bu siyosat orqali iqtisodiy jihatdan nisbatan qoloq hududlarda yangi sanoat tarmoqlari tashkil etish, ilmiy-ma’rifiy infratuzilmani rivojlantirish va yangi ish o‘rinlarini yaratishga erishilmoqda.

XULOSA, rivojlangan mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, innovatsion rivojlanishni ta’minlashda davlatning investitsion siyosati, soliq imtiyozlari, ilmiy-tadqiqot faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, hududiy rivojlanish dasturlari va yirik korporatsiyalar hamda kichik biznes o‘rtasidagi kooperatsiya muhim ahamiyatga ega. Ushbu tajribalarni milliy iqtisodiyot sharoitiga moslashtirish mintaqalarning barqaror ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini ta’minlashda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Anderton D. 2018. Science in the city region: establishing Liverpool's life science ecology/ Regional Studies, Regional Science.
2. Батирова Н. Ш. "МИНТАҚА САНОАТИНИ ИННОВАЦИОН РИВОЖЛАНТИРИШ БЎЙИЧА ХОРИЖ ТАЖРИБАСИ" Экономика и финансы (Узбекистан), no. 4 (136), 2020, pp. 161-169.
3. Azimov, B. F., & Qudratova, G. M. (2025). OZBEKISTONDA INNOVASION FAOLIYATNI MOLIYALASHTIRISH STRATEGIYASI VA UNI TAKOMILLASHTIRISH. THEORY OF SCIENTIFIC RESEARCHES OF WHOLE WORLDT, 1(4), 36-45.
4. Azimov, B. F., & Qudratova, G. M. (2025). INNOVATSION FAOLIYATNI QO ‘LLAB-QUVVATLASHNING YEVROPA MAMLAKATLARI TAJRIBALARI. ANALYSIS OF MODERN SCIENCE AND INNOVATION, 1(5), 35-44.
5. Azimov, B., Toshev, F., & Raximova, D. ILMIY TADQIQOT VA INNOVATSION FAOLIYATNI TASHKIL ETISH VA MOLIYALASHTIRISH MODELLARI. TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYA, 4.
6. Azimov, B., Toshev, F., & Raximova, D. TA’LIM, FAN VA INNOVATSIYA.

ISSN 3030-3907

УДК: 62-837

ШАХТА МАРКАЗДАН ҚОЧМА НАСОСЛАРНИНГ ЭНЕРГИЯ САРФИНИ ГИДРАВЛИК ЙЎҚОТИШЛАРНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ ВА ҲИСОБЛАШ

Ҳамзаев Акбар Абдалимович

Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети "Кончилик электромеханикаси" кафедраси доценти

Аннотация. Тадқиқот доирасида насос агрегатининг анъанавий, яъни бошқарувсиз иш режими ҳамда частотали бошқарув тизимига асосланган иш режими ўртасидаги функционал ва энергетик фарқлар қиёсий равишда ўрганилди. Олинган ҳисоблаш натижалари шуни кўрсатдики, частота ўзгартиргич ёрдамида электр двигателининг айланиш тезлигини реал вақт режимида бошқариш насос қурилмасининг энергия самарадорлигини сезиларли даражада ошириш имконини беради. Шунингдек, насоснинг турли иш режимларида энергия сарфи ҳисоблаб чиқилди ва аниқ эксплуатация шароитларида частота ўзгартиргични жорий этиш орқали электр энергияси тежамкорлиги миқдорий жиҳатдан баҳоланди. Олиб борилган таҳлил ва ҳисоб-китоблар натижасида ушбу техник ечим насос қурилмасида энергия сарфини камайтириш, шу билан бирга унинг узлуксиз ва барқарор ишлашини таъминлашда самарали эканлиги илмий асосланди.

Калит сўзлар: Чатота ўзгартиргич, марказдан қочма насос, ток, кучланиш ва қувват

Аннотация. В рамках исследования проведён сравнительный анализ традиционного (нерегулируемого) режима работы насосного агрегата и режима, основанного на системе частотного регулирования. Результаты расчётов показали, что управление скоростью вращения электродвигателя в режиме реального времени с использованием частотного преобразователя позволяет существенно повысить энергетическую эффективность насосной установки. Кроме того, выполнены расчёты энергопотребления при различных режимах работы насоса, а также количественно оценена экономия электрической энергии при внедрении частотного преобразователя в конкретных условиях эксплуатации. На основе проведённых расчётов обоснована эффективность данного технического решения с точки зрения снижения энергозатрат и обеспечения надёжной и устойчивой работы оборудования.

Ключевые слова: Частотный преобразователь, центробежный насос, ток, напряжение и мощность

ISSN 3030-3907

Abstract. Within the scope of the study, a comparative analysis was carried out between the conventional (non-regulated) operating mode of the pump unit and the mode based on a frequency control system. The calculation results demonstrate that real-time control of the motor rotational speed using a frequency converter significantly enhances the energy efficiency of the pumping system. Additionally, the energy consumption of the pump under various operating conditions was calculated, and the potential electrical energy savings from implementing a frequency converter under specific operating conditions were quantitatively assessed. The results of the analysis substantiate that this technical solution effectively reduces energy consumption while ensuring reliable and stable operation of the equipment.

Keywords: Frequency converter, centrifugal pump, current, voltage, and power

КИРИШ.

Марказдан қочма насослар саноат, коммунал хўжалик, нефть-газ, энергетика ҳамда сув таъминоти тизимларида кенг тарқалган гидромашиналар турига киради. Уларнинг эксплуатациясида электр энергияси сарфи улуши юқори бўлиб, айрим ҳолларда умумий саноат энергия истеъмолининг салмоқли қисмини ташкил этади. Шу нуқтаи назардан, насос қурилмаларининг энергия самарадорлигини баҳолаш, уни аниқ ҳисоблаш усулларини такомиллаштириш ҳамда оптимал иш режимларини аниқлаш муҳим илмий ва амалий аҳамият касб этади.

Замонавий саноат тараққиёти шароитида энергия тежовчи технологияларни ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий этиш стратегик вазифалардан бири ҳисобланади. Бу, биринчи навбатда, ёқилғи-энергетика ресурсларининг чекланганлиги, уларни қазиб олиш ва логистика харажатларининг ортиб бориши, шунингдек, маҳсулот таннархининг энергия сарфига юқори даражада боғлиқлиги билан изоҳланади. Энергия сиғимдорлигининг юқори бўлиши ишлаб чиқариш самарадорлигини пасайтиради ва корхоналарнинг рақобатбардошлигига салбий таъсир кўрсатади. Шу боис, энергия ресурсларидан оқилона ва самарали фойдаланишни таъминловчи инновацион техник ечимларни ишлаб чиқиш долзарб масалалардан бири саналади.

Сув таъминоти тизимларида энергия ресурсларидан самарали фойдаланишнинг устувор йўналишларидан бири насос агрегатларини бошқариш усулларини такомиллаштириш билан боғлиқ. Амалий таҳлиллар шуни кўрсатадики, мазкур соҳада умумий электр энергияси истеъмолининг асосий қисми насос станцияларига тўғри келади. Демак, энергия тежаш бўйича энг катта захира айнан шу технологик бўғинда жамланган. Шу нуқтаи

ISSN 3030-3907

назардан, бошқариладиган электр юритмали насос қурилмаларини жорий этиш юқори самарадорликка эришишнинг муҳим омили ҳисобланади.

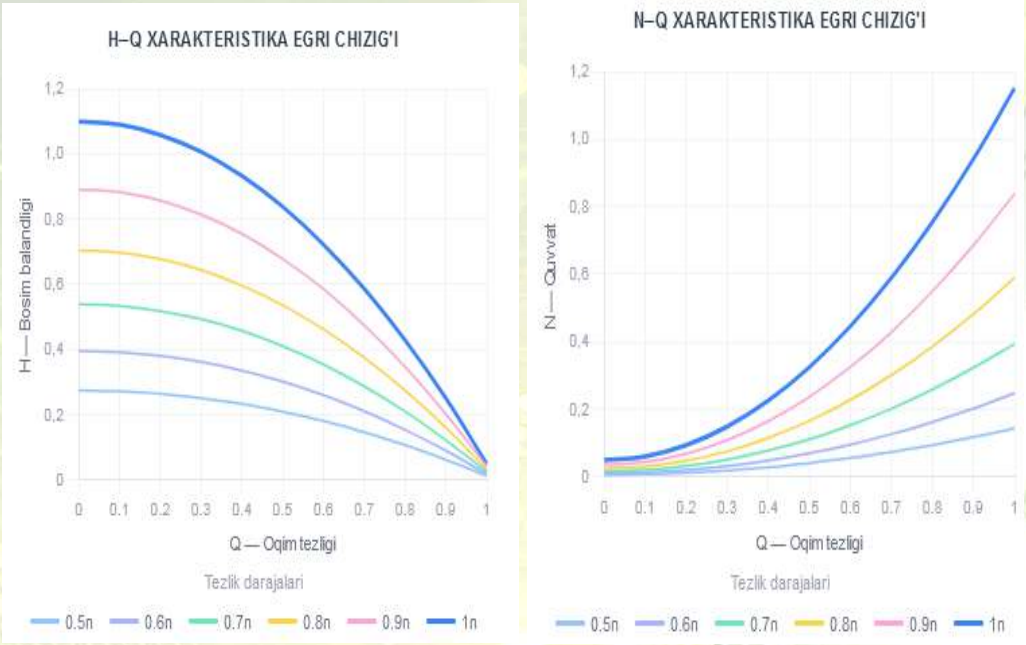
Энергия тежашнинг самарали усулларидан бири сифатида асинхрон электр двигателлари билан жиҳозланган насос агрегатларида частота ўзгартиргичлар асосидаги частотали бошқарув тизимларини қўллаш кенг аҳамиятга эга. Бундай тизимларда электр двигателининг айланиш тезлиги таъминот частотасини ўзгартириш орқали бошқарилади, бу эса насос ишчи ғилдираги айланиш частотасини технологик талабларга мос равишда оптималлаштириш имконини беради. Натижада босим ва сарф параметрларини барқарор ва аниқ тарзда таъминлашга эришилади.

Анъанавий, доимий тезликда ишловчи насос тизимларида иш режими кўп ҳолларда тармоқнинг ўзгарувчан эҳтиёжларига мос келмайди. Сарфни тартибга солиш одатда дросселлаш усули орқали амалга оширилиб, бу гидравлик йўқотишларнинг ортишига, ортиқча босим юзага келишига ва электр энергиясининг самарасиз сарфланишига олиб келади. Бундан ташқари, механик юкланишнинг ортиши насос агрегатларининг ишончлилиги ва хизмат муддатига салбий таъсир кўрсатади.

Частотали-бошқариладиган электр юритмалар эса насоснинг асосий иш параметрларини — айланиш тезлиги, босим ва сарфни — реал вақт режимида мослаштириш имконини яратади. Афинлик ўхшашлик қонунларига мувофиқ, айланиш тезлигининг камайиши истеъмол қилинадиган қувватнинг кубик қонуният асосида қисқаришига олиб келади. Бу эса айниқса қисман юклама шароитида энергия сарфини сезиларли даражада камайтириш имконини таъминлайди. Натижада тизимнинг умумий энергетик самарадорлиги ошади, эксплуатацион харажатлар қисқаради ва электр таъминоти тармоқларида юклама барқарорлиги таъминланади. Шу тариқа, сув таъминоти тизимларида частотали-бошқариладиган насос агрегатларини жорий этиш нафақат энергия тежаш нуқтаи назаридан, балки технологик ишончлиликни ошириш, ускуналарнинг хизмат муддатини узайтириш ва эксплуатация жараёнларини автоматлаштириш нуқтаи назаридан ҳам юқори илмий ва амалий аҳамиятга эгадир.

Ишчи ғилдиракнинг айланиш частотасини ўзгартириш

ISSN 3030-3907



1-расм. Частотавий ростланадиган насоснинг универсал характеристикаси: а - сув олиш тармоғининг характеристикаси; б - насос истеъмол қиладиган Qmin дан Qmax гача бўлган сув истеъмолининг бутун диапазонидаги қувват; n-0,5n – 1n дан 0,5n гача бўлган частоталарда насоснинг характеристикалари; η - насоснинг тенг ФИК линиялари; 1-6 - тизим ишлашининг режим нуқталари.

1-расм таҳлили шуни кўрсатадики, частотали бошқарув қўлланилганда насос агрегати ва гидравлик тизим иш режими оптимал иш нуқталари соҳасида шаклланади. Бунда тизим параметрлари тармоқнинг реал талабларига мос равишда тартибга солинади ва ортиқча энергетик йўқотишлар юзага келмайди.

Жумладан, частотали тартибга солиш шароитида насос тизимида ортиқча босим ҳосил бўлиши кузатилмайди. Анъанавий дросселлаш усулида сарфни камайтириш мақсадида қувур тармоғида сунъий гидравлик қаршилик вужудга келтирилади, бу эса насоснинг характеристикаси юқори босимли соҳада ишлашини тақозо этади. Натижада ортиқча напор юзага келиб, гидравлик йўқотишлар ортишига ва электр энергиясининг самарасиз сарфланишига олиб келади. Частотали бошқарувда эса электр двигателининг айланиш тезлиги пасайтирилиши натижасида насоснинг иш нуқтаси пастроқ характеристикага кўчади ва босим қиймати технологик талаб даражасида сақланади.

Шунингдек, частотали бошқарув шароитида ортиқча сарф (подача) юзага келиши олди олинади. Перепуск (байпас) усулида насос номинал тезликда ишлашда давом этади ва ортиқча сув ҳажми айланма линия орқали қайта йўналтирилади. Бу эса энергиянинг фойдали иш бажаришга эмас, балки

ISSN 3030-3907

йўқотишларга сарфланишига сабаб бўлади. Частотали тартибга солишда эса насос айланиш тезлиги талаб этилаётган сарфга мутаносиб равишда ўзгартирилади, натижада ишлаб чиқарилаётган маҳсулот (сув ҳажми) реал эҳтиёжга тўлиқ мос келади ва энергиядан самарали фойдаланиш таъминланади.

Қўшимча равишда, таҳлиллар (1-расм) шуни кўрсатадики, частотали бошқарув шароитида насоснинг фойдали иш коэффициенти сезиларли даражада пасаймайди, балки юқори самарадорлик соҳасида сақланиб қолади. Бу ҳолат насоснинг иш нуқтаси унинг оптимал характеристикасига яқин ҳудудда жойлашиши билан изоҳланади. Натижада агрегатнинг энергетик самарадорлиги ортади, ишончлилиги таъминланади ва эксплуатацион кўрсаткичлари яхшиланади.

Марказдан қочма насосларда электр двигателининг айланиш тезлиги асосий таъсир этувчи параметрлардан бири ҳисобланади. Айланиш тезлиги ортиши билан насоснинг унумдорлиги ошади, бироқ бу билан бир вақтда энергия сарфи ҳам кўпайади. Шу сабабли оптимал айланиш тезлигини танлаш энергия истеъмолини минималлаштириш ва иш самарадорлигини ошириш нуқтаи назаридан муҳим ҳисобланади.

Амалиётда мазкур ҳолатни баҳолаш мақсадида қуввати 200 кВт бўлган электр двигатели билан жиҳозланган 1Х250-200-500 русумли насос агрегати мисолида тадқиқот ўтказилди. Ушбу насослар сувни чучуклаштириш станциясидан қуюлтиргичга узатиш жараёнида қўлланилади.

Дастлаб, бошқарилмайдиган (анъанавий) электр юритма шароитида насос қурилмасининг электр энергияси истеъмоли ҳисоблаб чиқилди.W1 = Рр * КИО * Т = 200*0,81*2880=466,56 минг кВт*соат.

бу ерда:

КИО - ускунадан вақт бўйича фойдаланиш коэффициенти-0,81; Т-ҳисоб даври давомийлиги, соат -2880 соат; Рр - насос қурилмасининг маълум токдаги ҳисобий қуввати.

Частотавий ростлашда, ўртача унумдорликда ва ўртача напорда насос агрегати истеъмол қиладиган электр энергиясини топамиз.

$$W\,2 = \frac{\rho * Qcp * Hcp}{102 * \eta н * \eta дв * \eta пч} * T * КИО$$

$$W\,2 = \frac{1000 * 0{,}111 * 44}{102 * 0{,}82 * 0{,}87 * 0{,}95} * 2880 * 0{,}81 = 164{,}81 \text{ минг кВт} * \text{соат}$$

Бу ерда:

$Q_{ўр}$ - ўртача унумдорлик -0,111 м3/с; Нўр - босимнинг ўртача қиймати-46,591 м; ρ - ҳайдалаётган суюқлик зичлиги- 1000 кг/м3; ηдв- двигателнинг

ISSN 3030-3907

ФИК-0,87; ηн -насоснинг ФИК-0,82; Электр энергия тежалиши қуйидагича бўлади: ΔW = W 1 - W 2 =366,25-164,81=201,44 минг кВт*соат.

Марказдан қочма насос ускуналарининг электр юритмасини частота ўзгартиргич (ЧЎ) асосида бошқарувга ўтказиш насос агрегатининг иш режимида ҳам техник, ҳам иқтисодий жиҳатдан сезиларли ўзгаришлар юзага келтиради. Бундай ёндашув анъанавий доимий тезликда ишловчи электр юритмаларга нисбатан технологик жараённи янада аниқ ва мослашувчан бошқариш имконини беради.

Аввало, насоснинг айланиш тезлиги тармоқнинг реал гидравлик талабларига мос равишда ўзгартирилади. Натижада ортиқча босим ҳосил бўлиши бартараф этилади, дросселлаш ёки байпас орқали тартибга солишга эҳтиёж камаяди. Бу эса гидравлик йўқотишларни камайтириб, энергиянинг самарасиз сарфланишини чеклайди. Насос фақат зарур бўлган миқдорда сув узатади ва талаб этилган напорни таъминлайди, ортиқча иш режимига чиқмайди.

Энергия сарфи нуқтаи назаридан, частотали бошқарув айниқса қисман юклама шароитида юқори самара беради. Амалиёт шуни кўрсатадики, сув таъминоти ва саноат тизимларида насослар кўп вақт давомида номинал қувватда эмас, балки ўзгарувчан сарф шароитида ишлайди. Доимий тезликда ишлашда ортиқча энергия сарфланади, частотали бошқарувда эса айланиш тезлиги камайтирилиши орқали истеъмол қилинадиган электр қуввати кескин пасаяди. Натижада умумий йиллик электр энергияси сарфи сезиларли миқдорда қисқаради.

Иқтисодий жиҳатдан бундай модернизация қуйидаги афзалликларни таъминлайди:

-электр энергияси учун тўлов харажатлари камаяди;

-реактив қувват ва ток зарбалари пасайиши ҳисобига электр тармоғига тушадиган юклама барқарорлашади;

-электр двигателнинг юмшоқ ишга туширилиши таъминланиб, ишга тушириш токлари камаяди;

-механик узеллар (подшипник, муфта, вал, ишчи ғилдирак)да динамик юкламалар қисқаради;

-ускунанинг хизмат муддати узаяди;

-авариявий ҳолатлар эҳтимоли пасаяди;

-техник хизмат кўрсатиш ва таъмирлаш харажатлари қисқаради.

Бундан ташқари, частотали бошқарув автоматлаштирилган назорат ва диспетчерлаш тизимларига интеграция қилиш имконини беради. Бу эса технологик жараёнларнинг барқарорлигини оширади, босим ва сарф

ISSN 3030-3907

параметрларининг кескин тебранишларини бартараф этади ҳамда ишлаб чиқариш хавфсизлигини таъминлайди.

Шу тариқа, марказдан қочма насос ускуналарини частота ўзгартиргичли бошқарувга ўтказиш натижасида:

-энергия сарфи оптималлаштирилади ва камаяди;

-эксплуатацион харажатлар қисқаради;

-ускунанинг ишончлилиги ва хизмат муддати ошади;

-технологик жараённинг сифат кўрсаткичлари яхшиланади.

Амалиётда бундай тизимларни жорий этиш сарфланган инвестицияларни нисбатан қисқа муддатда қоплаш имконини беради ва саноат корхоналарида энергия тежамкор сиёсатни амалга оширишнинг самарали механизми ҳисобланади.

ХУЛОСА.

Ушбу тадқиқот доирасида марказдан қочма насос қурилмаларида частота ўзгартиргични жорий этиш орқали электр энергиясини тежаш имкониятлари илмий таҳлил қилинди ва амалий ҳисоб-китоблар билан асосланди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики, қуввати 200 кВт бўлган асинхрон электр двигатели билан жиҳозланган насос агрегатида частотали бошқарувни қўллаш анъанавий, номинал тезликдаги иш режимига нисбатан 201,44 минг кВт•соат электр энергиясини тежаш имконини беради.

Таҳлил натижалари шуни кўрсатдики, частотали тартибга солиш насос агрегатининг иш параметрларини технологик талабларга мослаштириш орқали энергия сарфини оптималлаштириш имконини беради. Айланиш тезлигини юкламага мувофиқ равишда ўзгартириш насоснинг ортиқча босим ва сарф билан ишлашини бартараф этади, гидравлик йўқотишларни камайтиради ва қувват истеъмолини пасайтиради. Бу эса тизимнинг умумий энергетик самарадорлигини сезиларли даражада оширишга хизмат қилади.

Шунингдек, частотали бошқарувнинг жорий этилиши эксплуатацион кўрсаткичларга ижобий таъсир кўрсатади: ускунанинг механик ва электр юкламалари пасаяди, иш режимлари барқарорлашади, агрегат элементларининг ейилиш жараёни секинлашади ва техник хизмат кўрсатиш харажатлари камайади.

Олинган илмий-амалий натижалар саноат корхоналарида энергия тежовчи технологияларни жорий этишда частотали бошқарув тизимларидан фойдаланишнинг юқори иқтисодий самарадорлигини тасдиқлайди. Мазкур ёндашув ишлаб чиқариш жараёнларининг энергетик самарадорлигини ошириш ва ресурс тежамкор технологияларни кенг татбиқ этишда муҳим амалий аҳамият касб этади.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abdalimovich, X. A., O‘G‘Li, U. M. Z., & Djabbarovich, S. D. (2025). SHAXTA SHAROITIDA NASOS QURILMALARINING ISH REJIMINI AVTOMATLASHTIRISH EVAZIGA ENERGIYA VA RESURS TEJAMKORLIKNI OSHIRISH. Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие, 8(1), 84-93.
2. Xamzayev, A. A., O‘G‘Li, J. U. B., Usmonov, M. Z. O. G. L., & Karimova, O. S. Q. (2024). Karyer ekskavatorlarning elektr yuritmalari ish rejimlarini manipulyator yordamida tahlil qilish. Academic research in educational sciences, 5(5), 638-648.
3. Toshov, J. B., Rabatuly, M., Khaydarov, S., Kenetayeva, A. A., Khamzayev, A., Usmonov, M., & Zheldikbayeva, A. T. (2026). Methods for analysis and improvement of dynamic loads on the steel wire rope holding the boom of steel wire rope excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra= Complex use of mineral resources, 339(4), 87-96.
4. Haydarov, S. B., & Usmonov, M. Z. (2023). Ekskavator ishchi a’zolarining ish samaradorligini oshirishda ta’sir etuvchi omillarni tahlil qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 70-78.
5. O‘G‘LI, U. M. Z. (2025). OPTIMAL KONSTRUKTIV PARAMETRLARI ASOSIDA KARYER EKSKAVATORLARINING ISHCHI USKUNALARINI TAKOMILLASHTIRISH. PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI, 3(1), 411-416.
6. Рахматов, Б. Х. У., & Усмонов, М. З. У. (2024). АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮШИХ МЕТОДОВ ПУСКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА С ДВУХСКОРОСТНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ. Academic research in educational sciences, 5(5), 513-519.
7. Azamatovich, A. N., & Zohidjon o‘g‘li, U. M. GIDRAVLIK EKSKAVATOR ISHCHI MEXANIZMLARINING OPTIMAL PARAMETRLARINI ANIQLASH ORQALI ULARNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Development of science.
8. Maftunjon, U. (2022). Tog‘jinslarini qazib olishda karyer ekskavatorining asosiy mexanizmlarining o‘zaro ta'siri.uk scientific review of the problems and prospects of modern science and education, 1(2), 10-16.
9. Lazizjon, A., Shoxid, H., & Maftun, U. (2024). Improved Application of Ecg Excavator Compressor Filter in Quarries. Naturalista Campano, 28(1), 3210-3215.
10. Атакулов, Л. Н., Хайдаров, Ш. Б., Усмонов, М. З., & Элбеков, Ж. У. (2022). Theory of forces influencing the process of excavator bucket operation.

ISSN 3030-3907

In X Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной «Институт высоких технологий» актуальные проблемы урановой промышленности (pp. 24-26).
11. Usmonov, M. Z., & Saidova, L. F. (2024). Determination of rational parameters of the lever. Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research, 2(2), 72-76.
12. Курбонов, О. М., Полвонов, Н. О., & Хурозов, Ж. А. (2018). АНАЛИЗ И РАСЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ (ЦПТ) В КАРЬЕРАХ ГЛУБИНОЙ ВЫШЕ 400 МЕТРОВ. In ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ (pp. 140-144).
13. Bahriddinovich, H. S., & Zohidjon o‘g‘li, U. M. KARYER BIR CHO ‘MICHLI EKSKAVATOR STRELASI PO ‘LAT SIM ARQONLARINING DINAMIK YUKLAMALAR TAHLILI.
14. Makhmudov, S., Makhmudov, A., Khudojberdiev, L., & Rakhmonov, I. (2024, January). Criteria for assessing the performance of mining and transport equipment of mining enterprises. In Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023) (Vol. 12986, pp. 156-162). SPIE.
15. Azamat M., Sherzod M., Lochin K. Research and assessment of the operational manufacturability of road transport equipment using modern on-board diagnostic and machine control systems //Universum: технические науки. – 2022. – №. 8-3 (101). – С. 33-36.
16. Xudoyberdiyev L. N., Maxmudov A. M. KAR'YER AVTOTRANSPORTLARINI ISHGA TUSHIRISHDAGI KO ‘RSATKICHLARNI ANIQLASH //молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2020. – С. 365-368.
17. Махмудов, А., & Худойбердиев, Л. Н. (2025, December). ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ВОЗДУХА, ПОДАВАЕМОГО В ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, НА ИЗНОС ЕГО ДЕТАЛЕЙ. In CONFERENCE ON GLOBAL RESEARCH PERSPECTIVES (Vol. 1, No. 1, pp. 144-151).
18. Сулейманова М. Б., Худойбердиев Л. Н. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2025. – Т. 80. – №. 6. – С. 50-58.
19. Махмудов, А., & Худойбердиев, Л. Н. (2025, December). ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ВОЗДУХА, ПОДАВАЕМОГО В ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, НА ИЗНОС ЕГО

ISSN 3030-3907

ДЕТАЛЕЙ. In CONFERENCE ON GLOBAL RESEARCH PERSPECTIVES (Vol. 1, No. 1, pp. 144-151).
20. Nekovich, K. L. (2025). ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RELIEF ON THE CHOICE OF TRANSPORT FOR TRANSPORTING ORE FROM THE ORE STORAGE HOUSE OF THE" SKIPOVOY" STOVOLY, LOCATED IN THE ZARMITAN GOLDEN MINE ZONE, TO THE 4-GMZ ORE STORAGE HOUSE. Web of Teachers: Inderscience Research, 3(6), 124-129.
21. Nekovich, K. L. (2025). TECHNOLOGIES FOR INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF STATIONARY CRUSHERS IN THE ORE CRUSHING DEPARTMENT. SHOKH LIBRARY, 1(13).
22. Maxmudov, A. M., & Xudoyberdiyev, L. N. (2020). Kar'yer avtotransporti jihozlarining ishlashi va diognostikasining ishonchliligini oshirish bo 'yicha izlanishlar va texnik yechimlar ishlab chiqish. Интернаука, (42-2), 70-72.
23. Makhmudov, S., Makhmudov, A., Khudojberdiev, L., & Rakhmonov, I. (2024, January). Criteria for assessing the performance of mining and transport equipment of mining enterprises. In Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023) (Vol. 12986, pp. 156-162). SPIE.
24. Azamat M., Sherzod M., Lochin K. Research and assessment of the operational manufacturability of road transport equipment using modern on-board diagnostic and machine control systems //Universum: технические науки. – 2022. – №. 8-3 (101). – С. 33-36.
25. Сулейманова М. Б., Худойбердиев Л. Н. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2025. – Т. 80. – №. 6. – С. 50-58.
26. Махмудов, А., & Худойбердиев, Л. Н. (2025, December). ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ВОЗДУХА, ПОДАВАЕМОГО В ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, НА ИЗНОС ЕГО ДЕТАЛЕЙ. In CONFERENCE ON GLOBAL RESEARCH PERSPECTIVES (Vol. 1, No. 1, pp. 144-151).
27. Nekovich, K. L. (2025). ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RELIEF ON THE CHOICE OF TRANSPORT FOR TRANSPORTING ORE FROM THE ORE STORAGE HOUSE OF THE" SKIPOVOY" STOVOLY, LOCATED IN THE ZARMITAN GOLDEN MINE ZONE, TO THE 4-GMZ ORE STORAGE HOUSE. Web of Teachers: Inderscience Research, 3(6), 124-129.
28. Nekovich, K. L. (2025). TECHNOLOGIES FOR INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF STATIONARY CRUSHERS IN THE ORE CRUSHING DEPARTMENT. SHOKH LIBRARY, 1(13).

ISSN 3030-3907

29. Maxmudov, A. M., & Xudoyberdiyev, L. N. (2020). Kar'yer avtotransporti jihozlarining ishlashi va diognostikasining ishonchliligini oshirish bo 'yicha izlanishlar va texnik yechimlar ishlab chiqish. Интернаука, (42-2), 70-72.

ISSN 3030-3907

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТРАХОВОГО РЫНКА НА ОСНОВЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Нозимов Эльдор Анварович
Самаркандский институт экономики и сервиса Старший преподаватель кафедры «Инвестиции и инновации»
E-mail: eldornozimov@gmail.com
Нормуродова Ясмина
Студентка Самаркандского института экономики и сервиса

Аннотация. В статье рассматриваются современные тенденции цифровизации страховой деятельности, а также её влияние на развитие страхового рынка в условиях трансформации экономики. Проанализированы основные направления внедрения цифровых технологий в страховую сферу, включая использование искусственного интеллекта, больших данных и онлайн-платформ. Особое внимание уделено проблемам и перспективам цифровой трансформации страховых компаний. В результате исследования предложены практические рекомендации по повышению эффективности страховой деятельности на основе цифровых решений.

Ключевые слова: страхование, цифровизация, страховой рынок, цифровые технологии, инновации, искусственный интеллект, большие данные, онлайн-услуги, страховые компании.

Annotation. This article examines modern trends in the digitalization of insurance activities and their impact on the development of the insurance market in the context of economic transformation. The study analyzes key directions for the implementation of digital technologies in the insurance sector, including artificial intelligence, big data, and online platforms. Special attention is given to the challenges and prospects of digital transformation in insurance companies. Based on the research, practical recommendations are proposed to improve the efficiency of insurance activities through digital solutions.

Keywords: insurance, digitalization, insurance market, digital technologies, innovation, artificial intelligence, big data, online services, insurance companies.

Annotatsiya. Mazkur maqolada sug‘urta faoliyatini raqamlashtirishning zamonaviy tendensiyalari hamda uning iqtisodiyot transformatsiyasi sharoitida sug‘urta bozori rivojlanishiga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqotda sug‘urta sohasida raqamli texnologiyalarni joriy etish yo‘nalishlari, jumladan sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar va onlayn platformalardan foydalanish masalalari tahlil qilingan. Shuningdek, sug‘urta kompaniyalarida raqamli transformatsiyaning muammolari va istiqbollari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijasida sug‘urta faoliyati samaradorligini oshirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: sug‘urta, raqamlashtirish, sug‘urta bozori, raqamli texnologiyalar, innovatsiyalar, sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar, onlayn xizmatlar, sug‘urta kompaniyalari.

ВВЕДЕНИЕ.

В условиях стремительной глобализации мировой экономики и усиления процессов цифровой трансформации особую значимость приобретает развитие страховой деятельности на основе современных цифровых технологий. Цифровизация становится ключевым фактором повышения эффективности функционирования финансовых институтов, включая страховые компании, обеспечивая их адаптацию к быстро меняющимся условиям внешней среды [1].

Современный этап развития экономики характеризуется активным внедрением информационно-коммуникационных технологий, что приводит к трансформации традиционных бизнес-моделей и формированию новых подходов к предоставлению финансовых услуг. В частности, в страховом секторе цифровизация способствует оптимизации бизнес-процессов, снижению операционных издержек, повышению качества обслуживания клиентов и расширению каналов сбыта страховых продуктов [4].

Внедрение таких технологий, как искусственный интеллект, машинное обучение, большие данные (Big Data), интернет вещей (IoT) и блокчейн, позволяет страховым компаниям более точно оценивать риски, автоматизировать процессы андеррайтинга и урегулирования убытков, а также персонализировать страховые продукты в зависимости от потребностей клиентов [8]. Это, в свою очередь, способствует повышению конкурентоспособности страхового рынка и формированию инновационной экосистемы страховых услуг [10].

Следует отметить, что цифровизация страховой деятельности оказывает значительное влияние не только на внутренние процессы страховых компаний, но и на взаимодействие с клиентами. Развитие онлайн-сервисов, мобильных приложений и цифровых платформ позволяет обеспечить доступность страховых услуг для широких слоев населения, повысить уровень финансовой инклюзии и доверия к страховым институтам [9].

В Республике Узбекистан процессы цифровизации финансового сектора, включая страхование, приобретают все более активный характер. В рамках проводимых экономических реформ государство уделяет особое внимание развитию цифровой экономики, внедрению современных технологий и созданию благоприятной среды для инновационного развития

ISSN 3030-3907

страхового рынка [2]. В результате наблюдается рост числа цифровых страховых продуктов, расширение онлайн-каналов продаж и повышение эффективности деятельности страховых организаций [3].

Вместе с тем, несмотря на очевидные преимущества цифровизации, страховой сектор сталкивается с рядом существенных проблем. К ним относятся недостаточный уровень развития цифровой инфраструктуры, высокий уровень киберрисков, необходимость совершенствования нормативно-правовой базы, а также дефицит квалифицированных кадров в области цифровых технологий [5]. Кроме того, важным аспектом является обеспечение информационной безопасности и защита персональных данных клиентов в условиях цифровой среды [12].

Особое внимание в современных исследованиях уделяется вопросам формирования устойчивой модели цифрового страхования, способной обеспечить баланс между инновациями и рисками. В этом контексте актуальным становится изучение международного опыта цифровизации страховой деятельности и его адаптация к национальным условиям, включая экономические, институциональные и технологические особенности [6].

Целью настоящего исследования является анализ современных тенденций цифровизации страховой деятельности, выявление основных проблем и перспектив развития страхового рынка, а также разработка практических рекомендаций по повышению эффективности функционирования страховых компаний в условиях цифровой экономики.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В последние годы вопросы цифровизации страховой деятельности активно исследуются как отечественными, так и зарубежными учеными. Научные исследования показывают, что внедрение цифровых технологий оказывает значительное влияние на развитие страхового рынка, трансформируя традиционные модели ведения бизнеса и повышая его эффективность.

В работах отечественных исследователей особое внимание уделяется развитию страхового рынка в условиях цифровой экономики. Так, Б.А. Ахмедов отмечает, что цифровизация страховой деятельности способствует повышению прозрачности страховых операций, снижению транзакционных издержек и улучшению качества обслуживания клиентов [1]. В свою очередь, Ш.Р. Касымов подчеркивает, что внедрение цифровых технологий в страхование позволяет расширить доступ к страховым услугам и повысить уровень страховой культуры населения [2].

ISSN 3030-3907

У.Х. Мирзаев в своих исследованиях рассматривает особенности развития страховой деятельности в Узбекистане и отмечает, что цифровизация является одним из ключевых факторов повышения конкурентоспособности национального страхового рынка [3]. При этом Д.С. Ибрагимов акцентирует внимание на роли цифровых платформ в формировании новых каналов взаимодействия между страховщиками и клиентами [14].

В исследованиях **Swiss Re Institute** подчеркивается, что цифровизация страхования способствует более точной оценке рисков и развитию инновационных страховых продуктов, ориентированных на индивидуальные потребности клиентов [4]. В свою очередь, аналитики **McKinsey & Company** отмечают, что применение искусственного интеллекта и больших данных позволяет страховым компаниям существенно повысить операционную эффективность и снизить уровень страховых мошенничеств [8].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологической основой исследования послужили современные научные подходы к анализу цифровизации финансового сектора и страховой деятельности. В процессе исследования использованы методы системного анализа, сравнительного и экономико-статистического анализа, а также методы обобщения и логического мышления.

Системный подход позволил рассмотреть цифровизацию страховой деятельности как комплексный процесс, включающий технологические, экономические и институциональные аспекты. Метод сравнительного анализа применялся для изучения зарубежного опыта цифровизации страхового рынка и выявления возможностей его адаптации к условиям Республики Узбекистан.

Экономико-статистический анализ использовался для оценки текущего состояния страхового рынка и выявления тенденций его развития в условиях цифровизации. В качестве информационной базы исследования использованы данные международных организаций, таких как OECD, World Bank, Swiss Re Institute, а также аналитические отчеты консалтинговых компаний и научные публикации отечественных и зарубежных авторов.

Кроме того, в работе применен метод экспертной оценки, позволивший определить ключевые проблемы и перспективы цифровой трансформации страховой деятельности. Полученные результаты послужили основой для разработки практических рекомендаций по повышению эффективности страхового рынка в условиях цифровой экономики.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

ISSN 3030-3907

В условиях углубляющейся цифровой трансформации экономики страховой рынок претерпевает существенные изменения, обусловленные внедрением современных цифровых технологий. Результаты исследования показывают, что цифровизация страховой деятельности выступает ключевым фактором повышения эффективности функционирования страховых компаний и расширения спектра предоставляемых услуг [1].

Анализ научных источников и практических данных свидетельствует о том, что цифровые технологии оказывают комплексное влияние на все этапы страхового процесса — от разработки страховых продуктов до урегулирования страховых случаев [4]. В частности, применение технологий искусственного интеллекта и больших данных позволяет существенно повысить точность оценки рисков и снизить уровень страховых мошенничеств [8].

В ходе исследования были систематизированы основные направления цифровизации страховой деятельности, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Ключевые направления и эффекты цифровизации страховой деятельности[1]

№	Направление	Инструменты	Результат внедрения	Экономический эффект
1	Онлайн-страхование	Веб-платформы, маркетплейсы	Дистанционное обслуживание	Рост продаж на 20–30%
2	Искусственный интеллект	AI, машинное обучение	Автоматизация решений	Снижение затрат до 25%
3	Big Data	Аналитика данных	Персонализация услуг	Повышение точности на 30–40%
4	Мобильные технологии	Мобильные приложения	Удобство клиентов	Рост лояльности клиентов
5	Блокчейн	Смарт-контракты	Прозрачность операций	Снижение мошенничества
6	InsurTech	Цифровые платформы	Инновационные продукты	Усиление конкуренции

Полученные результаты подтверждают, что наибольший эффект достигается за счет внедрения технологий искусственного интеллекта и

[1] **Разработано автором**

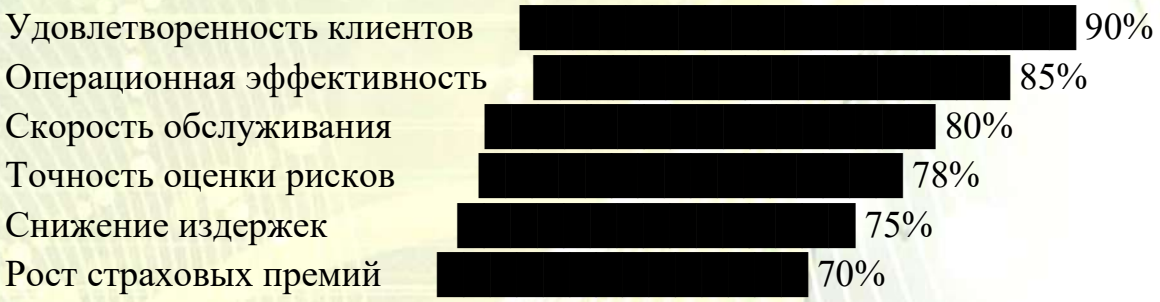
ISSN 3030-3907

аналитики данных, что согласуется с выводами международных исследований [9]. При этом цифровизация способствует формированию клиентоориентированной модели страхования, основанной на индивидуализации страховых продуктов и повышении качества обслуживания клиентов [10].

Для количественной оценки влияния цифровизации на страховую деятельность была сформирована обобщенная модель, результаты которой представлены на диаграмме 1.

Диаграмма 1

Влияние цифровизации на ключевые показатели страховых компаний (%)[2]



Как видно из диаграммы, цифровизация оказывает наибольшее влияние на уровень удовлетворенности клиентов и операционную эффективность страховых компаний, что подтверждается исследованиями международных организаций и консалтинговых компаний [4; 6].

Вместе с тем, проведенный анализ позволил выявить ряд ключевых проблем, сдерживающих развитие цифровизации страхового рынка:

- недостаточный уровень цифровой инфраструктуры;
- высокая стоимость внедрения технологий;
- риски кибербезопасности и утечки данных;
- дефицит квалифицированных специалистов;
- несовершенство нормативно-правовой базы [7].

Особое внимание следует уделить вопросам кибербезопасности, поскольку с ростом цифровых операций увеличивается вероятность мошенничества и утечки информации, что требует внедрения современных систем защиты данных [13].

Кроме того, исследование показало, что цифровизация способствует формированию новых тенденций развития страхового рынка, среди которых:

- ➢ рост доли онлайн-страхования;
- ➢ развитие InsurTech-компаний;
- ➢ интеграция страхования с финтех-сектором;

[2] Разработано автором

ISSN 3030-3907

- персонализация страховых продуктов;
- формирование цифровых экосистем [5].

Таким образом, результаты исследования подтверждают, что цифровизация страховой деятельности является стратегическим направлением развития страхового рынка, обеспечивающим его устойчивый рост и повышение конкурентоспособности. При этом эффективная реализация цифровой трансформации требует комплексного подхода, включающего развитие инфраструктуры, совершенствование регулирования и внедрение инновационных технологий [12].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Проведенное исследование показало, что цифровизация страховой деятельности является одним из ключевых факторов трансформации страхового рынка в современных условиях. Внедрение цифровых технологий способствует повышению эффективности страховых компаний, улучшению качества обслуживания клиентов и расширению спектра страховых услуг.

Анализ теоретических и практических аспектов цифровизации страхования позволил установить, что применение таких технологий, как искусственный интеллект, большие данные, блокчейн и цифровые платформы, обеспечивает оптимизацию бизнес-процессов, снижение операционных издержек и повышение точности оценки страховых рисков. В то же время выявлено, что уровень цифровизации страхового рынка в развивающихся странах, включая Республику Узбекистан, остается недостаточным и требует дальнейшего совершенствования [1; 6].

Результаты исследования также показали, что цифровая трансформация страховой деятельности сопровождается рядом системных проблем, включая недостаточное развитие цифровой инфраструктуры, высокий уровень киберрисков, дефицит квалифицированных кадров и несовершенство нормативно-правовой базы [7]. Это, в свою очередь, требует разработки комплексных мер по обеспечению устойчивого развития страхового рынка в условиях цифровой экономики.

В целях повышения эффективности страховой деятельности и ускорения процессов цифровизации предлагается реализация следующих научно-обоснованных рекомендаций:

1. Совершенствование нормативно-правовой базы. Необходимо разработать и внедрить современные регуляторные механизмы, направленные на регулирование цифровой страховой деятельности, включая вопросы использования искусственного интеллекта, обработки больших данных и защиты персональной информации.

ISSN 3030-3907

2. Развитие цифровой инфраструктуры. Целесообразно обеспечить модернизацию информационно-коммуникационной инфраструктуры страхового рынка, что позволит повысить доступность цифровых страховых услуг и ускорить их внедрение.

3. Внедрение инновационных технологий. Рекомендуется активное использование технологий искусственного интеллекта, Big Data и блокчейн в деятельности страховых компаний с целью повышения точности оценки рисков, автоматизации процессов и снижения уровня мошенничества.

4. Подготовка квалифицированных кадров. Необходимо усилить подготовку специалистов в области цифровых технологий и страхования, а также развивать систему повышения квалификации работников страхового сектора.

5. Развитие InsurTech-сектора. Целесообразно стимулировать развитие стартапов и инновационных проектов в сфере страхования, что будет способствовать формированию конкурентной среды и внедрению новых страховых продуктов.

6. Повышение уровня кибербезопасности**.** Рекомендуется внедрение современных систем защиты данных и развитие механизмов управления цифровыми рисками для обеспечения безопасности страховой деятельности.

7. Развитие клиенториентированных цифровых сервисов**.** Страховым компаниям следует активно внедрять мобильные приложения, онлайн-платформы и персонализированные страховые продукты для повышения уровня удовлетворенности клиентов.

Таким образом, реализация предложенных мер позволит обеспечить устойчивое развитие страхового рынка, повысить его конкурентоспособность и инвестиционную привлекательность в условиях цифровой экономики. Цифровизация страховой деятельности должна рассматриваться как стратегическое направление, обеспечивающее долгосрочный рост и инновационное развитие страхового сектора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Ахмедов Б.А. Цифровизация страхового рынка в условиях трансформации экономики. – Ташкент: Иқтисодиёт, 2023. – 156 с.
2. Касымов Ш.Р. Страховые услуги и их развитие в цифровой экономике. – Ташкент: Молия, 2022. – 132 с.
3. Мирзаев У.Х. Развитие страховой деятельности в Узбекистане. – Самарканд: СамГУ, 2024. – 148 с.
4. Swiss Re Institute. World Insurance Sigma Report 2023: Global insurance trends. – Zurich: Swiss Re, 2023. – 78 p.

ISSN 3030-3907

5. OECD. Digitalisation and Finance: Implications for Insurance Markets. – Paris: OECD Publishing, 2022. – 95 p.
6. World Bank. Insurance Sector Development in Emerging Markets. – Washington DC: World Bank, 2024. – 110 p.
7. IAIS (International Association of Insurance Supervisors). Global Insurance Market Report 2023. – Basel, 2023. – 85 p.
8. McKinsey & Company. The Future of Insurance: Digital Transformation. – New York: McKinsey, 2022. – 67 p.
9. Deloitte. Insurance Industry Outlook 2024. – London: Deloitte Insights, 2024. – 72 p.
10. Ernst & Young (EY). Global Insurance Trends Report 2023. – London: EY, 2023. – 60 p.
11. Абдуллаев Н.К. Инновационные технологии в страховании. – Ташкент: Фан, 2021. – 120 с.
12. PwC. Insurance 2030: The Impact of AI and Digitalization. – London: PwC, 2022. – 88 p.
13. Европейский центральный банк. Digital finance and insurance sector development. – Frankfurt, 2023. – 76 p.
14. Ибрагимов Д.С. Роль цифровых платформ в развитии страхования. – Ташкент: Университет, 2025. – 140 с.
15. UNCTAD. Digital Economy Report 2023. – Geneva: United Nations, 2023. – 120 p.

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ИЗ СКОРЛУПЫ КОСТОЧЕК УРЮКА И ПЕРСИКА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Хайитов Р.Р.
Бухарский государственный технический университет,
Шарипов М.С.
Бухарский государственный технический университет,
Тешаева М.Ш.
Бухарский государственный технический университет,
Жумаева З.Ж.
Бухарский государственный университет

Аннотация. Мазкур мақолада ўрик ва шафтоли данаги пўстлоғидан фаоллаштирилган кўмир олишни тадқиқ қилиш натижалари келтирилган. Карбонизациялаш ва сув буғи билан фаоллаштириш жараёнларининг ҳарорат режими олинган сорбент намуналарининг физик-кимёвий ва адсорбция хусусиятларига таъсири ўрганилган. Тажрибалар давомида дастлабки хомашёни карбонизациялаш 300-500°C, сув буғи ёрдамида фаоллаштириш эса 800-950°C ҳарорат интервалида амалга оширилган. Олинган фаоллаштирилган кўмир намуналарининг уюрмавий зичлиги, кул миқдори ва бензол бўйича адсорбциялаш фаоллиги аниқланган. Тадқиқот натижалари шуни кўрсатдики, ҳарорат ошиши билан адсорбцион фаоллик ортади, аммо уюрмавий зичлик камаяди ва кул миқдори ортиб боради. Экспериментал натижалар асосида ўрик ва шафтоли данаги пўстлоғидан юқори сорбцион хусусиятларга эга фаоллаштирилган кўмир олиш жараёнининг мақбул параметрлари аниқланган. Олинган адсорбентларни нефт ва газ саноатининг оқова сувларини тозалаш жараёнларида қўллаш имкониятлари асосланган.

Калит сўзлар: фаоллаштирилган кўмир, ўрик данаги пўстлоғи, шафтоли данаги пўстлоғи, карбонизация, сув буғи, фаоллаштириш, адсорбция, уюрмавий зичлик, кул миқдори, адсорбция сиғими.

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследований по получению активированного угля из скорлупы косточек урюка и персика. Изучено влияние температурных режимов процессов карбонизации и активации водяным паром на физико-химические и адсорбционные свойства полученных образцов сорбента. В ходе экспериментов карбонизацию исходного сырья осуществляли при температуре 300-500°C, а активацию водяным паром — в интервале 800-950°C. Определены насыпная плотность, зольность и адсорбционная активность по бензолу полученных образцов активированного угля. Результаты исследования показали, что с повышением температуры адсорбционная активность возрастает, однако

ISSN 3030-3907

насыпная плотность снижается, а зольность увеличивается. На основе экспериментальных данных установлены оптимальные параметры процесса получения активированного угля с высокими сорбционными характеристиками из скорлупы косточек урюка и персика. Обоснована возможность применения полученных адсорбентов для очистки сточных вод нефтегазовой промышленности.

Ключевые слова: активированный уголь, скорлупа косточек урюка, скорлупа косточек персика, карбонизация, паровая активация, адсорбция, насыпная плотность, зольность, нефтегазовая промышленность, аминовые растворы.

Abstract. This article presents the results of research on the production of activated carbon from apricot and peach pit shells. The influence of temperature regimes of carbonization and steam activation processes on the physicochemical and adsorption properties of the obtained sorbent samples was investigated. During the experiments, carbonization of the raw material was carried out at 300-500°C, while steam activation was performed in the temperature range of 800-950°C. The bulk density, ash content, and benzene adsorption activity of the produced activated carbon samples were determined. The results showed that with increasing temperature, adsorption activity increases, while bulk density decreases and ash content rises. Based on the experimental data, optimal parameters for producing activated carbon with high sorption properties from apricot and peach pit shells were established. The applicability of the obtained adsorbents for the treatment of wastewater from the oil and gas industry has been substantiated.

Keywords: activated carbon, apricot pit shells, peach pit shells, carbonization, steam activation, adsorption, bulk density, ash content, oil and gas industry, amine solutions.

ВВЕДЕНИЕ.

В последние десятилетия проблема загрязнения окружающей среды промышленными отходами стала одной из наиболее актуальных экологических задач современности. Развитие нефтегазовой, химической, металлургической и других отраслей промышленности сопровождается образованием значительных объемов сточных вод, содержащих различные органические и неорганические загрязнители. Среди них особую опасность представляют нефтепродукты, фенолы, поверхностно-активные вещества, красители и другие токсичные соединения, которые оказывают негативное воздействие на природные экосистемы и водные ресурсы [1].

В связи с этим разработка эффективных методов очистки сточных вод и технологических растворов является одной из важнейших задач

ISSN 3030-3907

современной экологической химии и промышленной экологии. Среди различных методов очистки воды особое место занимает адсорбционный метод, который основан на использовании твердых пористых материалов, способных поглощать различные загрязняющие вещества из жидкой фазы. Одним из наиболее эффективных адсорбентов является активированный уголь, который благодаря своей развитой пористой структуре и высокой удельной поверхности обладает высокой сорбционной способностью [2].

Активированный уголь представляет собой углеродный материал с развитой микропористой структурой, удельная поверхность которого может достигать 500-2000 м²/г. Такие характеристики обеспечивают высокую эффективность адсорбции различных органических соединений, включая фенолы, красители, нефтепродукты и другие загрязнители. В связи с этим активированные угли широко применяются в различных областях промышленности, включая очистку питьевой воды, очистку сточных вод, очистку газов и регенерацию технологических растворов [3].

Согласно исследованиям Bansal и Goyal, активированные угли являются одними из наиболее универсальных адсорбентов благодаря сочетанию высокой пористости, химической устойчивости и возможности модификации их поверхности [4]. Эти свойства делают активированный уголь эффективным материалом для удаления различных загрязнителей из водных растворов.

Особое значение активированные угли имеют в нефтегазовой промышленности, где они используются для очистки аминовых растворов, применяемых в процессах удаления кислых компонентов из природного газа. В процессе эксплуатации такие растворы загрязняются различными органическими соединениями, смолами и продуктами окисления, что приводит к снижению эффективности технологических процессов. Использование активированных углей позволяет эффективно удалять такие загрязнения и повышать эффективность работы газоочистных установок [5].

Традиционно активированные угли получают из каменного угля, древесины и кокосовой скорлупы. Однако производство таких сорбентов требует значительных энергетических и экономических затрат. В связи с этим в последние годы все большее внимание уделяется разработке технологий получения активированных углей из возобновляемого растительного сырья и сельскохозяйственных отходов. Использование биомассы позволяет снизить стоимость производства сорбентов и одновременно решить проблему утилизации органических отходов [6].

ISSN 3030-3907

По данным Demirbas, сельскохозяйственные отходы являются перспективным сырьем для получения углеродных сорбентов благодаря высокому содержанию углерода и низкой стоимости. Использование таких материалов позволяет создать экологически безопасные и экономически эффективные адсорбенты для очистки воды и сточных вод [7].

Среди различных видов биомассы особый интерес представляют отходы переработки фруктов, такие как скорлупа косточек урюка, персика, вишни и других плодовых культур. Эти материалы характеризуются высоким содержанием углерода и хорошими механическими свойствами, что делает их перспективным сырьем для получения активированных углей [8].

Исследования Aygün и соавторов показали, что активированные угли, полученные из косточек фруктов, обладают развитой микропористой структурой и высокой удельной поверхностью, что обеспечивает их высокую эффективность в адсорбционных процессах [8]. В частности, такие материалы демонстрируют высокую эффективность при удалении различных органических загрязнителей из водных растворов.

Аналогичные результаты были получены в исследованиях Yorgun и Vural, где было установлено, что активированные угли, полученные из косточек урюка путем химической активации, обладают высокой адсорбционной способностью по отношению к фенолу и другим органическим соединениям [9]. Это подтверждает перспективность использования отходов переработки фруктов в качестве сырья для получения эффективных адсорбентов.

Свойства активированных углей во многом зависят от условий их получения, включая температуру карбонизации, условия активации и тип активирующего агента. В работе Lua и Yang было показано, что повышение температуры активации приводит к развитию пористой структуры углеродного материала и увеличению его адсорбционной способности [10]. Однако чрезмерное повышение температуры может приводить к разрушению пористой структуры и снижению эффективности адсорбента.

Современные исследования также показывают, что биомасса является перспективным источником получения различных углеродных материалов, включая пористые углероды, используемые в процессах адсорбции и катализа. В частности, Sevilla и Fuertes показали, что углеродные материалы, полученные из биомассы, обладают высокой пористостью и могут эффективно использоваться в различных технологических процессах [11].

Исследования Tan и соавторов показали, что активированные угли, полученные из различных видов биомассы, обладают высокой

ISSN 3030-3907

адсорбционной способностью и могут эффективно использоваться для удаления органических загрязнителей из водных растворов [12].

В условиях Республики Узбекистан проблема очистки сточных вод промышленных предприятий также является актуальной. На территории страны функционирует значительное количество предприятий нефтегазовой, химической и текстильной промышленности, деятельность которых сопровождается образованием сточных вод, содержащих различные загрязняющие вещества. В частности, предприятия нефтегазовой отрасли образуют сточные воды, содержащие нефтепродукты, органические соединения и другие загрязнители.

Использование активированных углей для очистки сточных вод таких предприятий может существенно повысить эффективность очистки и снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. При этом особый интерес представляет разработка технологий получения активированных углей из местного растительного сырья, которое широко распространено на территории Узбекистана.

Одним из таких видов сырья являются отходы переработки фруктов, включая скорлупу косточек урюка и персика. Узбекистан является одним из крупнейших производителей фруктов в Центральной Азии, поэтому ежегодно образуется значительное количество отходов переработки фруктов. Использование этих отходов для получения активированных углей может способствовать развитию ресурсосберегающих технологий и созданию новых эффективных адсорбентов.

Таким образом, разработка технологии получения активированного угля из скорлупы косточек урюка и персика и исследование его адсорбционных свойств представляет собой актуальную научную задачу. Полученные сорбенты могут быть использованы для очистки сточных вод и технологических растворов нефтегазовой и других отраслей промышленности, что позволит повысить эффективность технологических процессов и снизить негативное воздействие промышленности на окружающую среду.

Объект и методы исследования. В качестве исходного сырья для получения углеродных сорбентов использовали сельскохозяйственные отходы – скорлупу косточек урюка и персика (рис.1), широко распространённые на территории Республики Узбекистан [13]. Данные материалы характеризуются высоким содержанием углерода, достаточной механической прочностью и доступностью, что делает их перспективным сырьём для получения активированных углей.

ISSN 3030-3907



а *б*

Рис.1. Скорлупа косточек урюка (*а*) и персика (*б*), используемая в качестве сырья

Перед проведением экспериментов сырьё очищали от механических примесей и многократно промывали дистиллированной водой. Затем материал высушивали в сушильном шкафу при температуре 105°C до постоянной массы. После сушки образцы измельчали и фракционировали с использованием лабораторных сит. Для дальнейших исследований отбирали фракции размером 0,5-3 мм, которые обеспечивают оптимальные условия тепло- и массообмена в процессе термической обработки.

Подготовленное сырьё хранили в герметичных контейнерах при комнатной температуре до проведения дальнейших экспериментов.

Процесс карбонизации биомассы. Карбонизацию подготовленного сырья проводили в лабораторном трубчатом реакторе с электрическим нагревом без доступа воздуха (рис.2). Реактор был оснащён системой контроля температуры на основе термопары, подключённой к электронному потенциометру. Перед началом эксперимента реактор герметизировали и продували инертным газом для удаления остаточного кислорода из реакционной зоны. Нагрев образцов осуществляли со скоростью 7-10°C/мин до заданной температуры.

Карбонизация проводилась в температурном интервале 300-500°C. После достижения необходимой температуры образец выдерживали в реакторе в течение 60-120 минут. В процессе термического разложения органической биомассы происходило выделение летучих продуктов пиролиза, включающих газообразные соединения и смолистые вещества [14]. Эти продукты выводились из реактора через газоотводящую систему и направлялись в охлаждаемый конденсатор, где происходила конденсация водяного пара и смол.

После завершения процесса карбонизации полученный карбонизат охлаждали до комнатной температуры в условиях отсутствия воздуха, что предотвращало его окисление.

ISSN 3030-3907

Процесс активации карбонизата. Следующим этапом получения активированного угля являлась активация карбонизованного материала. Активацию проводили в том же трубчатом реакторе с использованием перегретого водяного пара. Перед началом активации реактор продували потоком азота в течение 15 минут для удаления кислорода из реакционной зоны. Затем температуру реактора повышали до диапазона 800-950°С.

Перегретый водяной пар подавали в реактор из парогенератора через специальный патрубок. Расход водяного пара регулировали количеством воды, поступающей в парогенератор, а также давлением газа в дозирующей системе. Продолжительность активации составляла 1-2 часа.

В процессе активации происходило частичное газифицирование углеродной матрицы карбонизата, сопровождающееся образованием развитой пористой структуры. Образующиеся парогазовые продукты выводились из реактора и направлялись на анализ.

После завершения активации образцы активированного угля охлаждали до комнатной температуры без доступа воздуха.

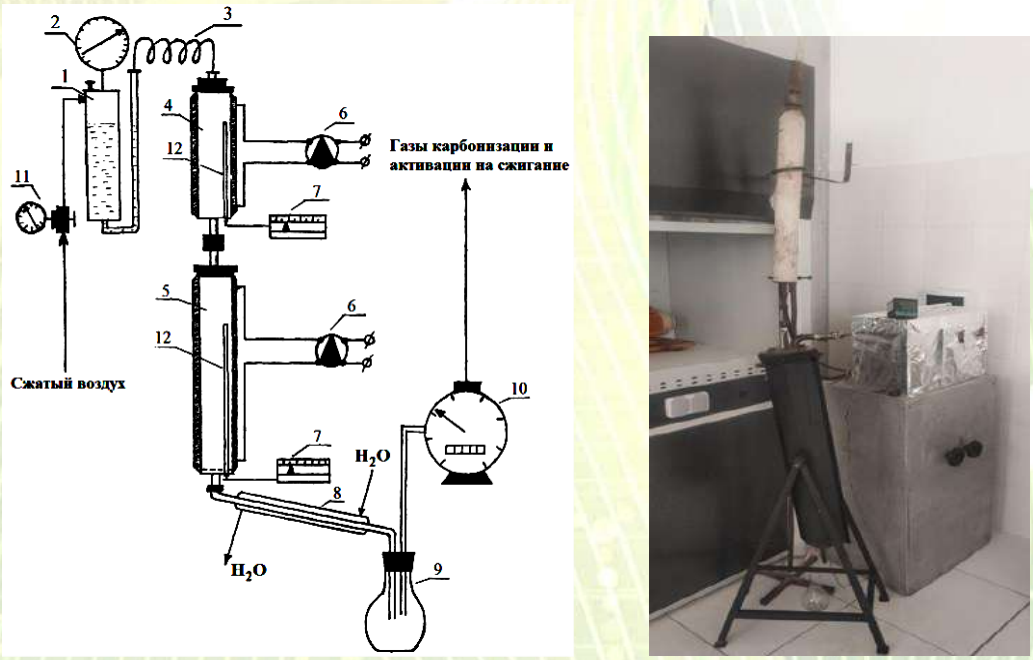


Рис. 2. Лабораторная установка получения активированного угля из скорлупы косточек фруктов: *1 – емкость для воды; 2 – манометр (образцовый); 3 – медный капилляр; 4 – парогенератор; 5 – печь карбонизации и активации; 6 – латоры; 7 – милливольтметры; 8 – холодильник; 9 – приемник; 10 – газовый счетчик; 11 – стабилизатор давления; 12 – карман термопары.*

Анализ газообразных продуктов и характеристика сорбентов. Образующиеся в процессе активации газы, содержащие водород, оксиды углерода и метан, после отделения от непрореагировавшего водяного пара

ISSN 3030-3907

измеряли газовым счётчиком. Химический состав газовой смеси определяли методом газовой хроматографии с использованием угольной колонки и детектора теплопроводности.

Полученные образцы активированных углей подвергали физико-химическому анализу. Основными определяемыми характеристиками являлись:

- насыпная плотность сорбента;
- зольность;
- адсорбционная активность;
- структура порового пространства.

Адсорбционную активность определяли по стандартным методикам, основанным на способности активированного угля поглощать органические соединения из газовой и жидкой фаз.

Методика адсорбционных экспериментов. Для оценки эффективности полученных сорбентов проводили лабораторные адсорбционные эксперименты с использованием модельных растворов, содержащих органические загрязнители.

Эксперименты проводили в стеклянных реакторах при постоянном перемешивании. В раствор заданной концентрации вносили определённое количество сорбента и выдерживали систему в течение заданного времени до достижения равновесного состояния.

После завершения процесса адсорбции раствор фильтровали, а остаточную концентрацию загрязняющих веществ определяли спектрофотометрическим методом. На основании полученных данных рассчитывали адсорбционную ёмкость сорбента и степень удаления загрязнителей.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Полученные экспериментальные результаты показали, что использование сельскохозяйственных отходов в качестве исходного сырья для получения активированных углей является перспективным направлением создания эффективных сорбентов для очистки промышленных сточных вод. В частности, скорлупа косточек урюка и персика представляет собой высокоуглеродистый природный материал, обладающий благоприятной структурой для формирования развитой пористой поверхности в процессе термической обработки.

Формирование пористой структуры при карбонизации. Анализ результатов карбонизации показал, что температура термической обработки оказывает существенное влияние на формирование структуры углеродного материала. При температуре 300°C процесс термического разложения

ISSN 3030-3907

биомассы протекает недостаточно интенсивно, что приводит к образованию карбонизата с относительно низкой пористостью. В данном температурном диапазоне удаляется лишь часть летучих компонентов, тогда как значительная доля органических соединений сохраняется в структуре материала. Полученные результаты карбонизации скорлупы косточек урюка представлены в табл.1.

Таблица 1

Условия карбонизации скорлупы урюковых косточек

(Предварительный вес сырья 1000 г., скорость подъема температуры 7-10°С в минуту)

Температура процесса, °С	Вес карбонизата, г	Насыпная плотность, г/дм^3	Зольность, %	Адсорбционная активность по C_6H_6, г/100 г
300	613	623	4,8	0,24
400	521	596	5,0	0,52
500	405	562	5,1	0,87

С повышением температуры карбонизации до 500°С происходит более интенсивное разложение органической матрицы биомассы. В результате этого процесса формируется первичная система микропор. Образующиеся поры создают основу для дальнейшего развития пористой структуры на стадии активации. Аналогичные эксперименты были проведены для скорлупы персиковых косточек (табл.2).

Таблица 2

Условия карбонизации скорлупы персиковых косточек (Предварительный вес сырья 1000 г., скорость подъема температуры 7-10°С в минуту)

Температура процесса, °С	Вес карбонизата, г	Насыпная плотность, г/дм^3	Зольность, %	Адсорбционная активность по C_6H_6, г/100 г
300	676	687	6,3	0,12
400	581	655	6,8	0,34
500	463	627	7,4	0,65

Максимальное развитие пористой структуры наблюдается при температуре карбонизации около 500°С. При данной температуре происходит почти полное удаление летучих компонентов и образование стабильной углеродной матрицы. Полученный карбонизат характеризуется более высокой механической прочностью и устойчивостью к дальнейшей термической обработке.

ISSN 3030-3907

Подобные закономерности отмечаются и в работах зарубежных исследователей. Например, в исследованиях по получению активированных углей из фруктовых косточек было показано, что оптимальная температура карбонизации находится в диапазоне 700–800 °C, при котором формируется наиболее развитая микропористая структура.

Влияние процесса активации на структуру сорбента. Следующим этапом получения сорбента является процесс активации карбонизованного материала. В ходе проведённых экспериментов активацию осуществляли перегретым водяным паром при температуре 800-950°C. Основной задачей данного процесса является увеличение удельной поверхности и формирование развитой системы пор. Результаты активации урюкового карбонизата приведены в табл.3.

Таблица 3

Условия активации урюкового карбонизата (для всех температурных режимах время продолжения процесса 120 мин.)

Температура процесса, °C	Степень обгара, %	Насыпная плотность, г/дм^3	Зольность, %	Адсорбционная активность по C_6H_6, г/100 г
800	27	488	6,5	1,45
850	29	453	7,3	1,87
900	34	412	8,8	1,92
950	40	376	10,2	1,98

В результате активации происходит частичная газификация углеродной матрицы по реакциям взаимодействия углерода с водяным паром. В процессе этих реакций образуются газообразные продукты (водород, оксид углерода и углекислый газ), что приводит к расширению существующих пор и формированию новых каналов в структуре материала. Результаты активации персикового карбонизата представлены в табл.4.

Анализ полученных образцов показал, что после активации сорбент приобретает значительно более развитую пористую структуру. Это проявляется в увеличении адсорбционной активности материала по отношению к органическим загрязнителям.

Таблица 4

Условия активации персикового карбонизата (для всех температурных режимах время продолжения процесса 120 мин.)

Температура процесса, °C	Степень обгара, %	Насыпная плотность, г/дм^3	Зольность, %	Адсорбционная активность по C_6H_6, г/100 г

ISSN 3030-3907

800	28	512	8,8	0,87
850	30	476	9,5	1,18
900	35	447	10,7	1,23
950	47	413	11,6	1,25

В научной литературе отмечается, что активация водяным паром является одним из наиболее эффективных способов получения высокопористых активированных углей. В частности, исследования показали, что паровая активация способствует формированию как микропор, так и мезопор, что значительно повышает адсорбционную способность сорбента.

Сравнительный анализ сорбентов на основе урюковых и персиковых косточек. Проведённые эксперименты показали, что активированные угли, полученные из различных видов биомассы, обладают различными адсорбционными характеристиками. В частности, сорбенты, полученные из скорлупы косточек урюка (АУ-КУ), демонстрируют несколько более высокую адсорбционную активность по сравнению с сорбентами на основе персиковых косточек (АУ-КП).

На основе результатов исследований, представленных в таблицах 3 и 4, были разработаны номограммы, приведённые на рисунках 2 и 3.

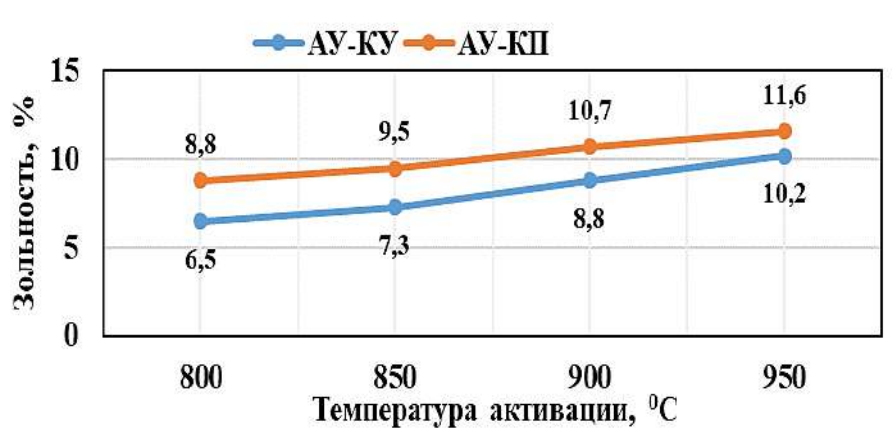


Рис. 2. Зависимость зольности активированных углей АУ-КУ и АУ-КП от их температуры активации

Это объясняется различиями в химическом составе исходного сырья. Скорлупа урюковых косточек содержит более высокую долю лигнина, который при термической обработке образует более стабильную углеродную структуру. В результате этого формируется более развитая система микропор.

ISSN 3030-3907

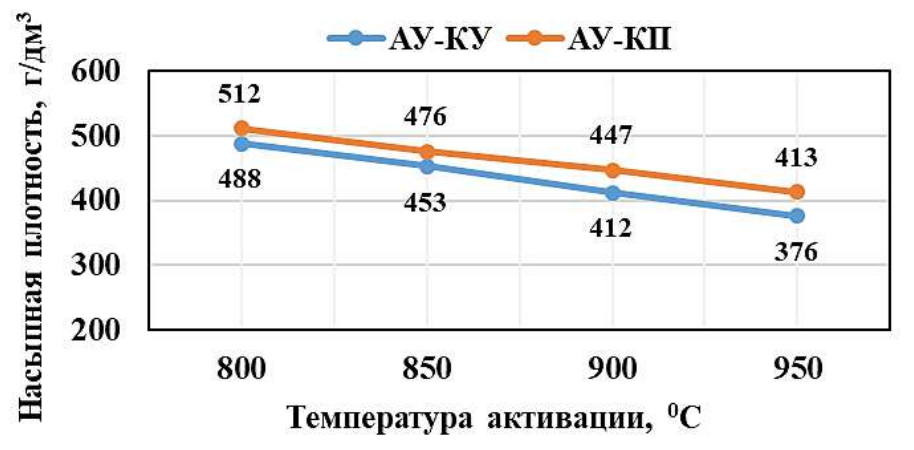


Рис. 3. Зависимость насыпной плотности активированных углей АУ-КУ и АУ-КП от их температуры активации

В то же время скорлупа персиковых косточек характеризуется более рыхлой структурой. Это приводит к формированию более крупных пор, однако общая площадь поверхности при этом может быть несколько ниже. Тем не менее оба типа сорбентов демонстрируют достаточно высокую эффективность при адсорбции органических соединений.

Адсорбционные свойства полученных сорбентов. Исследование адсорбционных свойств показало, что полученные активированные угли способны эффективно удалять органические загрязнители из водных растворов. В ходе проведённых экспериментов было установлено, что степень удаления органических веществ существенно зависит от следующих факторов: температуры обработки сорбента; времени контакта; дозировки сорбента; начальной концентрации загрязняющего вещества.

Сравнительные характеристики полученного сорбента и промышленных активированных углей представлены в табл.5.

Таблица 5

Сравнительные технические характеристики активированных углей марки АГ-3, НХ-30 и АУ-КУ

№	Наименование показателей	АГ-3 (Россия	НХ-30 (Китай)	АУ- КУ	АУ- КП
1.	Фракционный состав, %				
	5 мм	0,4	2	8	12
	3,6 мм	3	10	16	22
	от 2,8 до 3,6 мм	86	70	64	63
	от 1,5 до 2,8 мм	10	15	5	2
	от 1,0 до 1,5 мм	0,6	3	7	1
2.	Насыпная плотность, г/дм^3	480	520	376	413
3.	Активность по йоду, %	88	98	86,4	80,2

ISSN 3030-3907

4.	Активность по бензолу, % или г/дм^3	31 148	34 156	33 150	32 149
5.	Суммарный объем пор, см^3/г	0,860	0,692	0,720	0,708
6.	Содержание влаги, %	6	5	6	6
7.	Зольность, %	14	4,2	10,2	11,6
8.	Прочность на истирание, %	75	78	76	80

При увеличении времени контакта между сорбентом и раствором наблюдается постепенное снижение концентрации загрязняющих веществ. Это связано с тем, что молекулы органических соединений постепенно диффундируют в поры сорбента и фиксируются на поверхности углеродного материала. Максимальная эффективность очистки наблюдается при увеличении дозировки сорбента. Это объясняется увеличением общей площади активной поверхности, доступной для адсорбции.

Подобные результаты также отмечаются в ряде зарубежных исследований, посвящённых использованию биомассы для получения сорбентов. Например, активированные угли, полученные из различных сельскохозяйственных отходов, демонстрируют высокую эффективность при удалении фенолов, красителей и нефтепродуктов из водных растворов.

Сравнение полученных результатов с данными научной литературы показывает, что сорбенты на основе фруктовых косточек обладают адсорбционными характеристиками, сопоставимыми с промышленными активированными углями [8,12]. В ряде исследований было показано, что активированные угли из фруктовых косточек могут иметь удельную поверхность до 1000–1500 м²/г [9,10]. Такие значения обеспечивают высокую эффективность адсорбции различных органических загрязнителей.

Кроме того, использование биомассы в качестве сырья для получения сорбентов имеет ряд преимуществ: а) низкая стоимость исходного материала; б) экологическая безопасность; в) возможность утилизации сельскохозяйственных отходов [7,11]. Таким образом, применение биомассы для получения активированных углей является перспективным направлением развития экологически безопасных технологий очистки воды [11,12].

Практическое значение полученных результатов. Результаты проведённых исследований свидетельствуют о возможности использования полученных сорбентов для очистки промышленных сточных вод нефтегазовой и химической промышленности. В частности, активированные угли на основе урюковых и персиковых косточек могут быть применены для удаления следующих загрязнителей: а) нефтепродуктов; б) фенольных

ISSN 3030-3907

соединений; в) органических красителей; г) поверхностно-активных веществ. Использование подобных сорбентов позволяет не только повысить эффективность очистки воды, но и решить проблему утилизации сельскохозяйственных отходов. Кроме того, применение местного сырья для получения сорбентов способствует снижению стоимости очистки сточных вод и повышению экологической устойчивости промышленных предприятий.

Перспективы дальнейших исследований. Несмотря на полученные положительные результаты, дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию условий получения сорбентов и повышение их адсорбционной активности. В частности, перспективными направлениями являются: а) химическая модификация поверхности активированных углей; б) разработка комбинированных сорбентов; б) применение сорбентов в комплексных технологиях очистки сточных вод;

Реализация данных направлений позволит создать более эффективные и экономически выгодные технологии очистки промышленных сточных вод.

ЛИТЕРАТУРА

1. Foo K.Y., Hameed B.H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chemical Engineering Journal*, 2010, Vol. 156, No. 1, pp. 2–10. https://doi.org/10.1016/j.cej.2009.09.013

2. Ahmad M., Rajapaksha A.U., Lim J.E., Zhang M., Bolan N., Mohan D., Vithanage M., Lee S.S., Ok Y.S. Biochar as a sorbent for contaminant management in soil and water: A review. *Chemical Engineering Journal*, 2014, Vol. 250, pp. 191–211. https://doi.org/10.1016/j.cej.2014.03.044

3. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. Activated Carbon. Elsevier Science & Technology Books, Oxford, 2006, 536 p.

4. Bansal R.C., Goyal M. Activated Carbon Adsorption. CRC Press, Boca Raton, 2005, 520 p.

5. Kohl A., Nielsen R. Gas Purification. Gulf Publishing Company, Houston, 1997, 5th Edition, 1390 p.

6. Ioannidou O., Zabaniotou A. Agricultural residues as precursors for activated carbon production – A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2007, Vol. 11, No. 9, pp. 1966–2005. https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.03.013

7. Demirbas A. Agricultural based activated carbons for the removal of dyes from aqueous solutions: A review. *Journal of Hazardous Materials*, 2009, Vol. 167, No. 1–3, pp. 1–9. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.12.114

8. Aygün A., Yenisoy-Karakaş S., Duman I. Production of granular activated carbon from fruit stones and nutshells and evaluation of their physical, chemical

ISSN 3030-3907

and adsorption properties. *Microporous and Mesoporous Materials*, 2003, Vol. 66, No. 2–3, pp. 189–195. https://doi.org/10.1016/j.micromeso.2003.08.028

9. Yorgun S., Vural N. Preparation of activated carbon from apricot stones by chemical activation with $ZnCl_2$ for removal of phenol from aqueous solution. *International Journal of Chemical Engineering*, 2014, Article ID 762914, pp. 1–8. https://doi.org/10.1155/2014/762914

10. Lua A.C., Yang T. Effect of activation temperature on the textural and chemical properties of activated carbon prepared from pistachio-nut shells. *Journal of Colloid and Interface Science*, 2004, Vol. 274, No. 2, pp. 594–601. https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.02.063

11. Sevilla M., Fuertes A.B. The production of carbon materials by hydrothermal carbonization of cellulose. *Carbon*, 2009, Vol. 47, No. 9, pp. 2281–2289. https://doi.org/10.1016/j.carbon.2009.04.026

12. Tan I.A.W., Ahmad A.L., Hameed B.H. Preparation of activated carbon from coconut husk: Optimization study on removal of 2,4,6-trichlorophenol using response surface methodology. *Journal of Hazardous Materials*, 2008, Vol. 153, No. 1–2, pp. 709–717. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.09.014.

13. Орипова Л.Н., Хайитов Р.Р. Получение активированного угля из древесного и косточкового сырья // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2021. 9(90). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12255

14. Орипова Л.Н., Хайитов Р.Р., Тлеумуратов К.Б., Наубеев Т.Х. Определение технических характеристик активированных углей, полученных из скорлупы косточек урюка и стебля хлопчатника // Развитие науки и технологий. 2021, №3, - С.28-32.

ISSN 3030-3907

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНОВ Cu^{2+} МЕТОДОМ ЦИКЛИЧЕСКОЙ ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРЕБРЯНО-РТУТНОГО АМАЛЬГАМНОГО ЭЛЕКТРОДА

Шукурова Нозима Рахимжоновна
Старший преподаватель кафедры химии, Университет EMU
Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: teacherkimyo@mail.ru
Абдурасулова Мафтуна Алишер кизи
Студентка кафедры химии, Университет EMU
Узбекистан, г. Ташкент

Аннотация. В данной работе представлены результаты вольтамперометрических исследований Cu^{2+} ионов с использованием амальгамного электрод Ag/HgFE. С помощью циклической вольтамперометрии были определены основные электрокинетические параметры процесса восстановления и окисления меди в универсальном буферном растворе. При использовании электродов Ag/HgFE был зафиксирован квазивозвратный электродный процесс, с катодным пиком потенциала Epc = –306 мВ и анодным пиком Epa = –402 мВ. Соответствующие значения тока составляют Ipc = 57,62 мкА и Ipa = 99,25 мкА. Половинный потенциал $E_{1/2}$ был рассчитан равным –354 мВ. Полученные результаты показывают перспективы применения амальгамного электрода Ag/HgFE для аналитического определения Cu^{2+} ионов в различных объектах.

Ключевые слова: Cu^{2+} ионы, циклическая вольтамперометрия, Ag/HgFE, электродный анализ.

Abstract. This work presents the results of voltammetric studies of Cu^{2+} ions using the silver-mercury amalgam electrode (Ag/HgFE). The main electrochemical parameters of the reduction and oxidation processes of copper in a universal buffer solution were determined using cyclic voltammetry. A quasireversible electrode process was observed on the Ag/HgFE electrode, with the cathodic peak potential Epc = –306 mV and anodic peak potential Epa = –402 mV. The corresponding current values were Ipc = 57.62 μA and Ipa = 99.25 μA. The half-wave potential $E_{1/2}$ was calculated to be –354 mV. The obtained results demonstrate the potential application of the silver-mercury amalgam electrode for the analytical determination of Cu^{2+} ions in various objects.

Keywords: Cu^{2+} ions, cyclic voltammetry, Ag/HgFE, electroanalysis.

ВВЕДЕНИЕ.

ISSN 3030-3907

Медь (Cu) является важным микроэлементом для организма человека, играющим ключевую роль в различных ферментативных реакциях, образовании крови и нормальном функционировании иммунной системы [1]. Однако избыток меди в организме может оказывать токсическое воздействие и вызывать заболевания, такие как болезнь Вильсона и гепатоцеребральная дегенерация [2]. Также ионы Cu^{2+} поступают в окружающую среду с промышленными отходами, загрязняя почву и водные ресурсы [3]. Поэтому для быстрого, точного и эффективного аналитического определения меди в различных объектах (вода, пищевые продукты, биологические жидкости) требуются современные методы анализа. Циклическая вольтамперометрия (ЦВА) является мощным методом исследования электроактивных веществ, который предоставляет полную информацию о обратимости электродных процессов, механизме реакций и их кинетике [4]. В методе ЦВА регистрируются анодные и катодные пики путем измерения зависимости тока от потенциала, что позволяет определить свойства анализируемого вещества [5]. В электрохимическом анализе выбор рабочего электрода имеет важное значение. Хотя традиционные капельные ртутные электроды (DME) и статические ртутные капельные электроды (HMDE) обладают хорошей репродуктивностью и широким потенциалом, использование токсичного ртути не соответствует экологическим требованиям безопасности [6]. В последние годы разрабатываются альтернативные электроды без ртути, в которых значительно снижен её уровень [7].

Кумушно-ртутный амальгама электрод (Ag/HgFE) является электродом с низким содержанием ртути, но с хорошей проводимостью и чувствительностью [8]. Этот электрод изготавливается на основе серебра, на котором образуется слой ртути, что приводит к образованию амальгамной поверхности [9]. Электрод Ag/HgFE успешно используется для определения различных металлических ионов, в том числе тяжёлых металлов [10, 11]. Анализ литературы показал, что системное изучение ионов Cu^{2+} с использованием СВА на электроде Ag/HgFE недостаточно исследовано. Поэтому целью работы является изучение электрокинетического поведения Cu^{2+} на этом электроде и определение полуволнового потенциала.

2. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Реактивы и оборудование

В исследовании использовались следующие реактивы: медь(II) сульфат пентагидрат ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, "Merck", Германия), универсальный буферный раствор (pH 4,8), дистиллированная вода. Все реактивы имели аналитическую чистоту и не требовали дополнительной очистки.

ISSN 3030-3907

Электрохимические измерения были выполнены с использованием потенциостата/гальваностата. В качестве рабочего электрода использовался кумушно-ртутный амальгамный электрод (Ag/HgFE), в качестве вспомогательного электрода — платиновый провод (Pt), в качестве сравнивающего электрода — каломельный электрод (SCE).

2.2. Подготовка Ag/HgFE электрода

Кумушно-ртутный амальгамный электрод был приготовлен следующим образом: серебряный диск электрод (0.3 мм) был механически очищен, промыт дистиллированной водой, и на нем был сформирован электрокимический слой амальгамы серебра при потенциале –800 мВ в 0,1 М растворе $Hg(NO_3)_2$ в течение 300 секунд. Излишки раствора ртути на поверхности электрода были удалены с помощью промывания дистиллированной водой.

2.3. Условия циклической вольтамперометрии

Измерения СВА были проведены при следующих параметрах: Потенциальный диапазон**:** от 0 до –550 мВ, скорость сканирования**,** 100 мВ/с, начальный потенциал**:** 0 мВ, буферный раствор**,** универсальный буфер (pH 4,8), концентрация Cu^{2+}**:** 10^{-7} М (образцовый раствор).

Измерения проводились в атмосфере аргона при комнатной температуре (25±1 °C). Перед каждым измерением раствор обрабатывался аргоновой атмосферой в течение 5 минут.

2.4. Методы расчёта

Полуволновой потенциал был вычислен по следующей формуле:

$$E_{1/2} = \frac{Epa + Epc}{2}$$

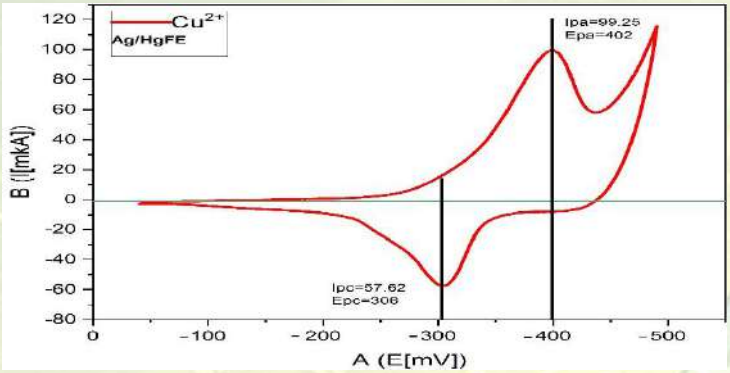
где Epa и Epc — анодный и катодный пики потенциала.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Вольтамперограммы ионов Cu^{2+}

Циклическая вольтамперограмма, полученная на электроде Ag/HgFE в универсальном буферном растворе, представлена на Рисунке 1. На вольтамперограмме чётко видны анодные и катодные пики, что указывает на обратимый или квазиреверсивный характер электродного процесса.

ISSN 3030-3907



1-рисунок. Циклическая вольтамперограмма Cu^{2+} на электроде Ag/HgFE в универсальном буферном растворе (скорость сканирования 100 мВ/с)

3.2. Основные вольтамперометрические параметры

Полученные результаты приведены в таблице:

1-таблица.

Вольтамперометрические параметры Cu^{2+}

Параметр	Значение
Катодный пик потенциала (Epc), мВ	–306
Катодный ток пика (Ipc), мкА	57,62
Анодный пик потенциала (Epa), мВ	–402
Анодный ток пика (Ipa), мкА	99,25
Разность потенциалов (ΔE), мВ	96
Отношение токов (Ipa/Ipc)	1,72
Полуволновой потенциал ($E_{1/2}$), мВ	–354

3.3. Анализ электродного процесса

Разность потенциалов ΔE=96 мВ, что выше теоретического значения для обратимого процесса с одним электронов (59 мВ, 25 °C), но ниже для сильно необратимого процесса. Это указывает на квазиреверсивный процесс [8].

Отношение токов Ipa/Ipc=1,72>1, что указывает на более быстрое анодное поведение по сравнению с катодным. Это, вероятно, связано с неполным восстановлением Cu^{2+} или образованием промежуточных продуктов на поверхности электрода [12].

Полуволновой потенциал $E_{1/2}$=–354 мВ соответствует паре Cu^{2+}/Cu^{0} или Cu^{2+}/Cu^{+} и хорошо согласуется с литературными данными [11, 14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кумушно-ртутный амальгамный электрод (Ag/HgFE) является эффективным рабочим электродом для определения ионов Cu^{2+} с помощью циклической вольтамперометрии. Он дает стабильные и повторяемые

ISSN 3030-3907

результаты в универсальном буферном растворе (pH 4,8). На электроде наблюдается квазиреверсивный процесс для Cu^{2+} ($\Delta E = 96$ мВ, Ipa/Ipc = 1,72), а полуволновой потенциал составляет $E_{1/2} = -354$ мВ, что соответствует литературным данным. Ag/HgFE может быть альтернативой традиционным ртутным электродам с меньшим экологическим риском, и в будущем рекомендуется разработать калибровочную кривую для определения Cu^{2+} в различных объектах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Linder M.C., Hazegh-Azam M. Copper biochemistry and molecular biology. // *American Journal of Clinical Nutrition*, 1996, Vol. 63, No. 5, P. 797S-811S. https://doi.org/10.1093/ajcn/63.5.797

2. Gaetke L.M., Chow C.K. Copper toxicity, oxidative stress, and antioxidant nutrients. // *Toxicology*, 2003, Vol. 189, No. 1-2, P. 147-163. https://doi.org/10.1016/S0300-483X(03)00159-8

3. Tchounwou P.B., Yedjou C.G., Patlolla A.K., Sutton D.J. Heavy metal toxicity and the environment. // *Experientia Supplementum*, 2012, Vol. 101, P. 133-164. https://doi.org/10.1007/978-3-7643-8340-4_6

4. Bard A.J., Faulkner L.R. *Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications*. 2nd Edition, John Wiley & Sons, New York, 2001, 864 p. ISBN: 978-0-471-04372-0

5. Nicholson R.S., Shain I. Theory of stationary electrode polarography. Single scan and cyclic methods applied to reversible, irreversible, and kinetic systems. // *Analytical Chemistry*, 1964, Vol. 36, No. 4, P. 706-723. https://doi.org/10.1021/ac60210a007

6. Bond A.M. *Modern Polarographic Methods in Analytical Chemistry*. Marcel Dekker, New York, 1980, 544 p. ISBN: 978-0824769779

7. Svancara I., Prior C., Hocevar S.B., Wang J. A decade with bismuth-based electrodes in electroanalysis. // *Electroanalysis*, 2010, Vol. 22, No. 13, P. 1405-1420. https://doi.org/10.1002/elan.201000063

8. Yosypchuk B., Barek J. Critical review: Silver amalgam electrodes in electrochemistry. // *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 2009, Vol. 39, No. 3, P. 189-201. https://doi.org/10.1080/10408340902744687

9. Fogg A.G., Scullion S.P., Edmonds T.E. Voltammetric behaviour of silver-based mercury film electrodes. // *Analyst*, 1990, Vol. 115, No. 2, P. 155-158. https://doi.org/10.1039/AN9901500155

10. Hocevar S.B., Svancara I., Vytras K., Ogorevc B. Novel electrode for electrochemical stripping analysis based on carbon paste modified with bismuth. //

ISSN 3030-3907

Electroanalysis, 2005, Vol. 17, No. 5-6, P. 477-484. https://doi.org/10.1002/elan.200403146

11. Grabarczyk M., Koper A. Voltammetric determination of Cu(II) in natural water samples using a silver-amalgam electrode. // *Electroanalysis*, 2011, Vol. 23, No. 7, P. 1625-1631. https://doi.org/10.1002/elan.201000764

ISSN 3030-3907

UDK-21474

BALAND BINOLARNI YUZA QISIMINI PARDOZLASHDA ULARNING UMIRBOQIYLIGINI OSHIRISH TEXNOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

Amirov Shavkat Rahmatullayevich

Toshkent arxitektura-qurilish universiteti Mustaqil izlanuvchi, PhD

Annotatsiya. Mazkur maqolada baland binolar yuza qismini pardozlash texnologiyalarini takomillashtirish orqali ularning umrboqiyligini oshirish masalalari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda fasad tizimlarining ekspluatatsion barqarorligi pardoz materiallari, konstruktiv yechimlar, iqlimiy yuklamalar va monitoring texnologiyalarining o‘zaro bog‘liqligida ko‘rib chiqiladi. ETICS va ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlarining xizmat muddati, degradatsiya tezligi hamda texnik xizmat ko‘rsatish imkoniyatlari qiyosiy baholanadi. Tadqiqot natijalari raqamli monitoring va mustahkamlangan pardozlash yechimlarini qo‘llash fasadlarning ekspluatatsion ishonchliligini oshirishini ko‘rsatadi. Olingan xulosalar baland binolar fasadlarini loyihalash va ekspluatatsiya qilishda ilmiy asoslangan texnologik qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: baland binolar, fasad pardozlash, umrboqiylik, ETICS tizimi, ventilyatsiyalanuvchi fasad, degradatsiya, monitoring.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения долговечности высотных зданий за счёт совершенствования технологий отделки наружных поверхностей фасадов. Эксплуатационная надёжность фасадных систем анализируется во взаимосвязи с применяемыми отделочными материалами, конструктивными решениями, климатическими нагрузками и технологиями мониторинга. Проведена сравнительная оценка систем ETICS и вентилируемых фасадов по показателям срока службы, скорости деградации и возможностей технического обслуживания. Результаты исследования показывают, что применение усиленных отделочных решений и цифровых методов мониторинга способствует повышению эксплуатационной устойчивости фасадов. Полученные выводы могут быть использованы при проектировании и эксплуатации фасадов высотных зданий на основе научно обоснованных технологических решений.

Ключевые слова: высотные здания, фасадная отделка, долговечность, система ETICS, вентилируемый фасад, деградация, мониторинг.

Abstract. This article examines ways to enhance the durability of high-rise buildings through the improvement of facade surface finishing technologies. The operational reliability of facade systems is analyzed in relation to finishing

ISSN 3030-3907

materials, structural solutions, climatic loads, and monitoring technologies. A comparative assessment of ETICS and ventilated facade systems is conducted based on service life, degradation rate, and maintenance potential. The findings indicate that the application of reinforced finishing solutions and digital monitoring methods significantly improves the operational stability of facades. The results can support scientifically grounded technological decisions in the design and operation of high-rise building facades.

Keywords: high-rise buildings, facade finishing, durability, ETICS system, ventilated facade, degradation, monitoring.

KIRISH.

Baland binolar shahar muhitida yer resurslaridan samarali foydalanish va funksional zichlikni ta’minlashning muhim vositasi sifatida qaraladi. Ushbu binolarning uzoq muddatli ekspluatatsion ishonchliligi, avvalo, tashqi muhit bilan bevosita o‘zaro ta’sir qiluvchi fasad tizimlarining texnik holatiga bog‘liq. Fasadning yuza qismini pardozlash texnologiyasi bino xavfsizligi, energiya samaradorligi va xizmat muddatini belgilovchi asosiy omillardan biri bo‘lib, noto‘g‘ri tanlangan materiallar va yechimlar tezkor degradatsiyaga olib kelishi ilmiy adabiyotlarda isbotlangan [6].

Baland binolar fasadlari doimiy ravishda iqlimiy yuklamalar — harorat tebranishlari, namlikning siklik ta’siri, shamol-yomg‘ir yuklamalari va ultrabinafsha nurlanish — ta’sirida bo‘ladi. Ayniqsa, balandlik ortishi bilan ushbu omillarning intensivligi kuchayadi va yuza qismda yoriqlar, ajralishlar hamda yopishqoqlikning pasayishi kabi nuqsonlar tezroq namoyon bo‘ladi [3]. Shu sababli fasad yuza qismini pardozlashda an’anaviy usullardan ko‘ra, konstruktiv va ekspluatatsion jihatdan barqaror texnologik yechimlarni tanlash zarurati yuzaga keladi [2].

Ilmiy manbalarda (ETICS -bu External Thermal Insulation Composite System, ya’ni tashqi issiqlik izolyatsiyasi kompozit tizimi. U binolarning tashqi devorlarini issiqlik yo‘qotilishini kamaytirish, fasadni himoyalash va xizmat muddatini uzaytirish uchun qo‘llaniladi). va ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlari baland binolar uchun samarali yechimlar sifatida baholanib, ularning issiqlik va namlik rejimini tartibga solish orqali fasadning xizmat muddatini uzaytirishi ko‘rsatilgan [7], [9]. Ventilyatsiyalanuvchi fasadlarda havo qatlamining mavjudligi kondensatsiya xavfini kamaytirib, pardoz qatlamining degradatsiya tezligini sekinlashtiradi [2]. ETICS tizimlarida esa yuqori issiqlik samaradorligi bilan bir qatorda, yuza qismning chidamliligini oshirish zarurati alohida ta’kidlanadi [7], [9]. Energiya faollashtirilgan ETICS yechimlari ushbu talablarni birgalikda qondirishga qaratilgan istiqbolli yo‘nalish sifatida ko‘riladi [1], [10].

ISSN 3030-3907

Fasadlarning umrboqiyligini ta’minlashda monitoring va diagnostika texnologiyalarining ahamiyati ham tobora ortib bormoqda. Dronlar va sun’iy intellekt asosida ishlovchi inspeksiya usullari fasad yuzasidagi nuqsonlarni erta aniqlash, ta’mirlash ishlarini aniq rejalashtirish va ekspluatatsion xavflarni kamaytirish imkonini beradi [5], [8]. Bu yondashuv fasadni boshqarishda tizimli va oldindan rejalashtirilgan nazoratni ta’minlab, umumiy xizmat muddatini uzaytirishga xizmat qiladi [5].

ADABIYOTLAR SHARHI.

Xalqaro ilmiy adabiyotlarda baland binolar fasad tizimlari bino ekspluatatsion ishonchliligi va uzoq muddatli xizmatini belgilovchi asosiy konstruktiv element sifatida qaraladi. Tadqiqotchilar fasadning vazifasi faqat estetik ko‘rinishni ta’minlash bilan cheklanmasdan, tashqi iqlimiy yuklamalarni qabul qilish va ularni konstruktiv qatlamlar orqali xavfsiz tarzda taqsimlashdan iborat ekanini ta’kidlaydilar [6]. Shu sababli fasad yuza qismini pardozlash texnologiyasi baland binolar uchun alohida ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Ilmiy ishlarda iqlim omillarining fasad pardoz qatlamlariga ta’siri keng yoritilgan. Harorat tebranishlari, namlikning siklik ta’siri, ultrabinafsha nurlanish va shamol-yomg‘ir yuklamalari pardoz materiallarida yoriqlar, yopishqoqlikning pasayishi hamda rang o‘zgarishiga olib kelishi aniqlangan [3]. Ushbu jarayonlar baland binolarda kuchliroq namoyon bo‘lib, yuqori qavatlarda degradatsiya tezligi past qavatlarga nisbatan yuqoriroq bo‘lishi qayd etiladi [6]. Bu holat tahlil va natijalar bo‘limida keltirilgan xizmat muddati farqlari bilan bevosita bog‘liqdir.

Mazkur muammolar fonida ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar ularning namlik rejimini barqarorlashtirishdagi afzalliklarini ko‘rsatadi. Havo qatlamining mavjudligi kondensatsiya xavfini kamaytirib, pardoz qatlamining degradatsiya tezligini sekinlashtirishi ilmiy jihatdan asoslangan [2]. Shu sababli ventilyatsiyalanuvchi fasadlar baland binolar uchun uzoq xizmat muddati (35–40 yil)ni ta’minlay oladigan samarali yechim sifatida e’tirof etiladi [2], [6]. Ushbu xulosalar jadvalda aks etgan natijalar bilan ham mos keladi.

ETICS tizimlariga oid ilmiy adabiyotlarda esa asosiy e’tibor issiqlik samaradorligi va ekspluatatsion barqarorlik masalalariga qaratilgan. Tadqiqotlar ETICS tizimlarida izolyatsiya materiali turi va armatura qatlamining sifati xizmat muddatiga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatadi [7]. Shu bilan birga, uzoq muddatli kuzatuvlar degradatsiya jarayonlari ko‘proq yuzaki pardoz qatlamlarida namoyon bo‘lishini tasdiqlaydi [9]. Bu holat baland binolar fasadining aynan yuza qismini mustahkamlash zarurligini ilmiy jihatdan asoslaydi.

ISSN 3030-3907

ETICS tizimlarini rivojlantirish doirasida energiya faollashtirilgan ETICS yechimlari taklif etilib, ular fasadning issiqlik va energiya almashuvini yaxshilash bilan birga umumiy ekspluatatsion barqarorlikka ijobiy ta’sir ko‘rsatishi qayd etilgan [1]. Bunday yondashuv baland binolarda energiya samaradorligi va chidamlilik talablarini birgalikda ta’minlash imkonini beradi [10].

So‘nggi tadqiqotlarda fasadlarning uzoq muddatli xizmatini ta’minlashda monitoring va diagnostika texnologiyalarining roli ham alohida o‘rganilmoqda. Dronlar va sun’iy intellekt asosida ishlovchi inspeksiya tizimlari fasad yuzasidagi nuqsonlarni erta aniqlash imkonini berib, degradatsiya jarayonini boshqarishni yengillashtiradi [5]. Amaliy inspeksiya tajribalari ushbu texnologiyalar texnik xizmat xarajatlarini kamaytirish va ta’mirlash ishlarini optimallashtirishga xizmat qilishini ko‘rsatadi [8].

Umuman olganda, adabiyotlar sharhi shuni ko‘rsatadiki, baland binolar yuza qismini pardozlashda yuqori umrboqiylikka erishish material tanlovi, fasad tizimi turi (ETICS yoki ventilyatsiyalanuvchi), iqlim omillarini hisobga olish hamda monitoring texnologiyalarini uyg‘un qo‘llash orqali ta’minlanadi. Ushbu ilmiy xulosalar tahlil va natijalar bo‘limida keltirilgan jadval va qiyosiy baholashlar uchun mustahkam nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi [1]–[10].

METODOLOGIYA.

Mazkur tadqiqot baland binolar yuza qismini pardozlash texnologiyalarining umrboqiyligini oshirish imkoniyatlarini aniqlash va ilmiy asoslashga qaratilgan. Tadqiqot metodologiyasi fasad tizimlarini material xususiyatlari, konstruktiv yechimlar, iqlimiy yuklamalar hamda ekspluatatsion nazoratning o‘zaro bog‘liqligida tahlil qilishga asoslandi. Ushbu yondashuv “Tahlil va natijalar” bo‘limida keltirilgan qiyosiy jadval va ekspluatatsion ko‘rsatkichlarni mantiqiy jihatdan izohlash imkonini berdi [6].

Tadqiqot jarayonida umum-ilmiy usullar — tahlil va sintez, taqqoslash, tizimli yondashuv hamda kontent-tahlil qo‘llanildi. Xalqaro ilmiy manbalar asosida an’anaviy pardozlash usullari, ETICS va ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlarining xizmat muddati, namlik va harorat tebranishlariga chidamliligi hamda degradatsiya tezligi qiyosiy baholandi [2], [7], [9]. Ushbu ko‘rsatkichlar jadvalda aks ettirilgan aniq qiymatlarni shakllantirishda asos bo‘lib xizmat qildi [6].

Metodologiyada iqlim omillarining fasad yuza qismlariga ta’sirini baholashga alohida e’tibor qaratildi. Harorat va namlikning siklik ta’siri, shamol-yomg‘ir yuklamalari hamda ultrabinafsha nurlanishning pardoz materiallari degradatsiyasiga ta’siri ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilindi [3]. Bu yondashuv baland binolarda eskirish jarayonlarining hududiy farqlanishini tushuntirishga imkon berdi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, fasadlarning uzoq muddatli ekspluatatsiyasini ta’minlashda monitoring va diagnostika texnologiyalarining roli alohida metodologik yo‘nalish sifatida ko‘rib chiqildi. Dronlar va sun’iy intellekt asosida ishlovchi inspeksiya usullarining samaradorligi fasad nuqsonlarini erta aniqlash va xizmat muddatini uzaytirish imkoniyatlari nuqtai nazaridan baholandi [5], [8].

Tanlangan metodologiya olingan natijalarning izchilligi va ishonchliligini ta’minlab, keyingi bo‘limlarda keltirilgan xulosalar va amaliy tavsiyalar uchun mustahkam ilmiy asos yaratdi [1]–[10].

TAHLIL VA NATIJALAR.

Tadqiqot doirasida baland binolar yuza qismini pardozlashda keng qo‘llanilayotgan asosiy fasad tizimlari texnik va ekspluatatsion ko‘rsatkichlar asosida qiyosiy tahlil qilindi. Tahlil natijalari fasadning umrboqiyligi tanlangan pardozlash texnologiyasi, iqlimiy yuklamalarga moslashuv darajasi va monitoring imkoniyatlari bilan chambarchas bog‘liq ekanini ko‘rsatdi [6].

1-jadval.

Baland binolar fasadlarini pardozlash texnologiyalarining ekspluatatsion taqqoslama tahlili[3]

Ko‘rsatkichlar	An’anaviy pardoz (sement/bo‘yoq)	ETICS tizimi	Ventilyatsiyalanuvchi fasad
O‘rtacha xizmat muddati (yil)	15–20	25–30	35–40
Namlikka chidamlilik	Past	O‘rtacha	Yuqori
Harorat tebranishiga moslashuv	Past	O‘rtacha	Yuqori
Degradatsiya tezligi	Yuqori	O‘rtacha	Past
Texnik xizmat chastotasi	Yuqori	O‘rtacha	Past
Monitoring imkoniyati	Cheklangan	O‘rtacha	Yuqori

Jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy pardozlash usullari baland binolar uchun yetarli darajada chidamli emas. Ular qisqa muddatda yoriqlar paydo bo‘lishi, rang o‘zgarishi va yopishqoqlikning pasayishi bilan tavsiflanadi, bu esa

[3] Muallif ishlanmasi

ISSN 3030-3907

yuqori ekspluatatsion xarajatlarga olib keladi [6]. Ayniqsa, balandlik oshishi bilan shamol-yomg‘ir yuklamalari kuchayib, ushbu texnologiyaning kamchiliklari yanada yaqqol namoyon bo‘ladi [3].

ETICS tizimlari bo‘yicha olingan natijalar issiqlik samaradorligi yuqori bo‘lishiga qaramay, pardoz qatlamining degradatsiyasi asosan yuzaki qatlamlarda yuz berishini ko‘rsatdi [9]. Tadqiqotlar ETICS tizimlarida xizmat muddati 25–30 yilni tashkil etishini, biroq noto‘g‘ri montaj yoki noqulay iqlim sharoitida bu ko‘rsatkich sezilarli darajada qisqarishini tasdiqlaydi [7]. Shu sababli ETICS tizimlari baland binolarda qo‘llanilganda yuzaki qatlamlarni mustahkamlashga alohida e’tibor qaratilishi zarur [7].

Ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlari tahlili eng yuqori ekspluatatsion barqarorlikni namoyon etdi. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ushbu tizimlarda xizmat muddati 35–40 yilga yetadi, namlik va harorat tebranishlariga moslashuv darajasi yuqori baholanadi [2]. Havo qatlamining mavjudligi kondensatsiya xavfini kamaytirib, pardoz materiallarining degradatsiyasini sekinlashtiradi [2]. Natijada, texnik xizmat chastotasi kamayadi va fasadning umumiy umrboqiyligi ortadi [6].

Tahlil shuni ham ko‘rsatdiki, monitoring imkoniyatlari fasad tizimining xizmat muddatiga bevosita ta’sir qiladi. Ventilyatsiyalanuvchi fasadlarda dronlar va sun’iy intellekt asosida inspeksiya o‘tkazish qulay bo‘lib, nuqsonlarni erta aniqlash imkonini beradi [5]. Bu esa degradatsiya jarayonini boshqarish va ta’mirlash ishlarini o‘z vaqtida amalga oshirishga xizmat qiladi [8]. Monitoring darajasi past bo‘lgan tizimlarda esa nuqsonlar kech aniqlanib, ekspluatatsion xavflar ortadi [5].

Umumlashtirilgan tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, baland binolar yuza qismini pardozlash texnologiyasini takomillashtirishda ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlari va mustahkamlangan ETICS yechimlarini raqamli monitoring bilan uyg‘un qo‘llash eng samarali yo‘l hisoblanadi. Mazkur yondashuv fasadlarning xizmat muddatini uzaytirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va bino xavfsizligini oshirish imkonini beradi [1], [2], [5], [7].

XULOSA VA TAKLIFLAR.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari baland binolar yuza qismini pardozlash texnologiyalarining umrboqiyligi ko‘p omilli jarayon ekanini tasdiqladi. Xususan, fasad tizimining xizmat muddati tanlangan pardozlash texnologiyasi, material xususiyatlari, iqlimiy yuklamalarga moslashuv darajasi hamda ekspluatatsion nazoratning mavjudligi bilan bevosita bog‘liq ekanligi aniqlandi [6]. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy pardozlash usullari baland binolar uchun yetarli darajada barqaror emas, ETICS va ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlari esa nisbatan yuqori ekspluatatsion samaradorlikni ta’minlaydi [2], [7], [9].

ISSN 3030-3907

Ventilyatsiyalanuvchi fasad tizimlari namlik rejimini barqarorlashtirish va degradatsiya tezligini kamaytirish orqali fasadlarning xizmat muddatini sezilarli darajada uzaytirishi ilmiy jihatdan asoslandi [2], [6]. ETICS tizimlari esa yuqori issiqlik samaradorligi bilan ajralib turgan bo‘lsa-da, pardoz qatlamlarining chidamliligini oshirish zarurligini ko‘rsatdi [7], [9]. Energiya faollashtirilgan ETICS yechimlari ushbu kamchiliklarni bartaraf etishga qaratilgan istiqbolli yo‘nalish sifatida baholandi [1], [10].

Tadqiqot natijalari fasad umrboqiyligini oshirishda monitoring va diagnostika texnologiyalarining muhim o‘rin tutishini ham ko‘rsatdi. Dronlar va sun’iy intellekt asosida ishlovchi inspeksiya usullari fasad yuzasidagi nuqsonlarni erta aniqlash va ta’mirlash ishlarini o‘z vaqtida amalga oshirish imkonini beradi [5], [8]. Bu esa ekspluatatsion xavflarni kamaytirish va texnik xizmat xarajatlarini optimallashtirishga xizmat qiladi [5].

Olingan xulosalarga tayangan holda quyidagi amaliy takliflar ilgari suriladi:

- baland binolar fasadlarini loyihalashda ventilyatsiyalanuvchi fasad va takomillashtirilgan ETICS tizimlarini iqlimiy sharoitlarni hisobga olgan holda tanlash;
- pardozlash texnologiyalarida eng yuqori yuklama tushadigan zonalar uchun mustahkamlashtirilgan yechimlardan foydalanish;
- fasad ekspluatatsiyasida muntazam monitoring va raqamli diagnostika texnologiyalarini joriy etish;
- pardozlash materiallarini tanlashda xizmat muddati va degradatsiyaga chidamlilikni asosiy mezon sifatida belgilash.

Umuman olganda, baland binolar yuza qismini pardozlash texnologiyalarini takomillashtirish material tanlovi, konstruktiv yechimlar va monitoring usullarini yagona kompleks yondashuv asosida qo‘llash orqali amalga oshirilishi lozim. Ushbu yondashuv fasadlarning umrboqiyligini oshirish, ekspluatatsion ishonchliligini ta’minlash va zamonaviy qurilish amaliyotida barqaror natijalarga erishishga xizmat qiladi [1]–[10].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ilomets, S. (2020). A method to develop energy activated ETICS (En-ActivETICS). E3S Web of Conferences, 172, 21006.
2. Cojocaru, A., et al. (2022). Characteristics of ventilated façades and their impact on building durability. Building Pathology and Construction Preservation, 8(2), 45–56.
3. Barrelas, J., de Brito, J., & Silva, A. (2023). Effects of climate conditions on rendered façades degradation. Buildings, 13(2), 352.

ISSN 3030-3907

4. Mateus, R., & Bragança, L. (2021). Sustainability assessment of external wall systems. Journal of Building Engineering, 44, 102962.
5. Voltin, S. (2024). Enhancement of building façade inspection through AI and UAV technology. Journal of Construction Innovation, 6(1), 18–29.
6. de Souza, A. L. R., et al. (2024). Characterization of degradation rate of ceramic-tiled façades. MATEC Web of Conferences, 390, 07007.
7. Landolfi, R., & Nicolella, M. (2022). Durability assessment of ETICS: Comparative evaluation of insulation materials. Sustainability, 14(2), 980.
8. Coresoft Cloud. (2022). Building façade inspection: Methods and safety approaches. International Seminar Proceedings, 1–45.
9. D'Agostino, D., Landolfi, R., Nicolella, M., & Minichiello, F. (2022). Experimental study on performance decay of thermal insulation systems. Sustainability, 14(5), 2947.
10. Teichmann, F. (2025). Evaluating thermal insulation strategies for high-rise buildings. Energies, 18(3), 1142.

ISSN 3030-3907

NASOS STANSIYALARIDA KAVITATSIYA VA ENERGIYA SARFINI OPTIMALLASHTIRISH ALGORITMI

Turg‘unov Boxodirjon Xamdamjon o‘g‘li
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti tayanch doktoranti
E-mail: b.turgunov@tiiame.uz
Abduraxmonov Samandar Farxodjon o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU magistranti
E mail: ubuntusamandar@gmail.com
Jovliboyev Sherzod Erkin o‘g‘li
"TIQXMMI" Milliy tadqiqot universiteti talabasi
E-mail: sherzodjovliyev16@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada nasos stansiyalari barqaror ishlashi tahlil qilinib, suv kirish kameralarida loyqa suv va cho‘kma loy miqdorini aniqlash asosida kavitatsiya xavfini kamaytirishga qaratilgan intellektual boshqaruv algoritmi taklif etilgan. Nasos stansiyalarini samarador ishlashi suv kirish kameralaridagi gidravlik sharoitlarga bevosita bog‘liq. Amaliy kuzatishlar natijasida ma’lum vaqtdan so‘ng kirish kameralarida loyqa suv va cho‘kma loy to‘planishi nasos agregatlari ish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Bunday holatlar kavitatsiyani yuzaga keltirib, nasos parraklarining yemirilishi va energiya sarfining ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Tadqiqotda loyqalik sensori va cho‘kma loy darajasini aniqlovchi sensorlar yordamida monitoring tizimi shakllantirilib, sensor signallarini qayta ishlash va tahlil qilish usullari qo‘llanildi. Olingan ma’lumotlar asosida nasos ish rejimini moslashtiruvchi algoritm ishlab chiqildi. Taklif etilgan yondashuv nasos agregatlarida kavitatsiya ehtimolini kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish va uskunaning xizmat muddatini uzaytirishga imkon berishi mumkin.

Kalit so‘zlar: nasos stansiyasi, loyqa suv, cho‘kma loy, loyqalik sensori, gidrostatik bosim sensori, sensor monitoringi, loy konsentratsiyasi, xavf ko‘rsatkichi, intellektual boshqaruv algoritmi, energiya samaradorligi, optimallashtirish.

Аннотация. В данной статье анализируется стабильная работа насосных станций и предлагается интеллектуальный алгоритм управления, направленный на снижение риска кавитации, основанный на определении количества мутной воды и осадка в водозаборных камерах. Эффективная работа насосных станций напрямую зависит от гидравлических условий в водозаборных камерах. В результате практических наблюдений было установлено, что по прошествии определенного времени накопление мутной воды и осадка во водозаборных камерах негативно влияет на эффективность

ISSN 3030-3907

насосных агрегатов. Такие ситуации могут вызывать кавитацию, которая может привести к износу рабочих колес насосов и увеличению энергопотребления. В исследовании была сформирована система мониторинга с использованием датчиков мутности и уровня осадка, а также применены методы обработки и анализа сигналов датчиков. На основе полученных данных был разработан алгоритм корректировки режима работы насоса. Предложенный подход позволяет снизить вероятность кавитации в насосных агрегатах, оптимизировать энергопотребление и продлить срок службы оборудования.

Ключевые слова: насосная станция, мутная вода, осадочный ил, датчик мутности, датчик гидростатического давления, мониторинг с помощью датчиков, концентрация ила, индикатор риска, алгоритм интеллектуального управления, энергоэффективность, оптимизация.

Abstract. This article analyzes the stable operation of pumping stations and proposes an intelligent control algorithm aimed at reducing the risk of cavitation. This algorithm is based on determining the amount of turbid water and sediment in the intake chambers. The efficient operation of pumping stations directly depends on the hydraulic conditions in the intake chambers. Practical observations revealed that, over time, the accumulation of turbid water and sediment in the intake chambers negatively impacts the efficiency of pumping units. Such situations can cause cavitation, which can lead to wear of pump impellers and increased energy consumption. The study developed a monitoring system using turbidity and sediment level sensors, and applied methods for processing and analyzing sensor signals. Based on the data obtained, an algorithm for adjusting the pump operating mode was developed. The proposed approach reduces the likelihood of cavitation in pumping units, optimizes energy consumption, and extends the service life of the equipment.

Keywords: pumping station, turbid water, sedimentary sludge, turbidity sensor, hydrostatic pressure sensor, sensor monitoring, sludge concentration, risk indicator, intelligent control algorithm, energy efficiency, optimization.

1.KIRISH.

Bugungi kunda nasos stansiyalari uskunalarini tanlash va ulardan foydalanishda an’anaviy hisoblash usullari keng qo‘llaniladi. Bunda hisoblashdagi xatoliklarni kamaytirish uchun turli xavfsizlik omillari va zaxira ko‘rsatkichlaridan foydalaniladi. Natijada nasos agregatlari ish jarayonida energiya sarfi va kavitatsiyani yetarlicha hisobga olmasdan ishlaydi. Mazkur maqolada mavjud ishlar asosida nasos agregatlari va butun nasos tizimini optimallashtirish

ISSN 3030-3907

algoritmlari orqali kavitatsiya va energiya sarfini kamaytirish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Nasos stansiyalari irrigatsiya va suv xo‘jaligi tizimlarining muhim tarkibiy qismi bo‘lib, ular katta hajmdagi suv oqimlarini uzatish va boshqarishda muhim hisoblanadi. Bu tizimlar samarali ishlashi suv oqimi gidravlik xususiyatlari va nasos agregatlarining ish sharoitlariga bevosita bog‘liq. Ekspluatatsiya jarayonida suv bilan birga turli mexanik aralashmalar, loyqa zarrachalar va cho‘kma moddalar nasos stansiyalarining suv kirish kameralariga kelib tushadi. Vaqt o‘tishi bilan ushbu moddalar kamera pastki qismida to‘planib, oqim gidravlik tuzilishiga ta’sir ko‘rsatadi. Suv tarkibidagi qattiq zarrachalar nasos agregatlari samaradorligini pasaytiradi va gidravlik yo‘qotishlar ortishiga olib keladi [1-4]. Bunda suv kirish kameralarida loyqa suv va cho‘kma loy miqdori ortishi nasos agregatlarida bir qator texnik muammolarni keltirib chiqaradi. Jumladan, qattiq zarrachalar nasos parraklari yuzasiga abraziv ta’sir ko‘rsatib, ularni tez yemirilishiga sabab bo‘ladi. Shuningdek, oqim gidrodinamik parametrlarini o‘zgarishi kavitatsiya hodisasini yuzaga keltirishi mumkin. Kavitatsiyada hosil bo‘lgan bug‘ pufakchalari yuqori bosim zonasida yorilib, nasos elementlariga zarbali ta’sir ko‘rsatadi. Natijasida nasosdagi vibratsiya ortadi, samaradorligi pasayadi va uskunaning xizmat muddati qisqaradi [5-6]. Bundan tashqari loyqa muhit oqim gidravlik qarshiligini oshirib, nasos agregatlari energiya sarfini ham ko‘paytiradi.

Amaliyotda suv kirish kameralaridagi loyqa suv va cho‘kma loy miqdori ko‘pincha vizual kuzatuvlar yoki davriy texnik ko‘riklar orqali baholanadi. Biroq bunday usullar real vaqt rejimida monitoring va nazorat qilish imkonini bermaydi. Mazkur imkoniyatlarni bugungi kunda ishlab chiqarilayotgan zamonaviy sensor texnologiyalar taqdim etmoqda. Ushbu texnologiyalar orqali suv tarkibidagi loyqa zarrachalar miqdori va cho‘kma qatlam o‘zgarishini uzluksiz nazorat qilish mumkin [7-9].

Bugungi mavjud ilmiy ishlarda nasos stansiyalari ishlashida yuzaga keladigan kavitatsiya hodisasi, energiya sarfi va gidravlik yo‘qotishlarni kamaytirish masalalari keng tahlil qilib kelinmoqda. Unda nasos agregatlari samaradorligi suv oqimi tezligi, bosimi, gidravlik qarshilik hamda foydali ish koeffitsienti kabi parametrlar asosida baholanadi [10-12]. Shuningdek, suv tarkibidagi mexanik aralashmalar va qattiq zarrachalar oqim gidrodinamik xususiyatlarini o‘zgartirib, nasos parraklarining abraziv yemirilishiga va gidravlik samaradorlik pasayishiga olib kelishi mumkinligi keltirilgan [13-14]. Nasos stansiyalari ishlashida kavitatsiya hodisasini aniqlash va uning salbiy oqibatlarini kamaytirish masalasi ham ko‘plab tadqiqotlarda o‘rganilgan. Amaliyotda kavitatsiyani aniqlash uchun vibratsiya signallarini tahlil qilish, akustik shovqin

ISSN 3030-3907

darajasini monitoring qilish hamda nasos kirish va chiqish bosimlaridagi o‘zgarishlarni kuzatish usullari qo‘llaniladi [15]. Biroq, bu yondashuvlar ko‘pincha kavitatsiya jarayoni boshlanganidan so‘ng aniqlash imkonini beradi. Shu sababli kavitatsiya xavfini oldindan baholash va nasos ish rejimini moslashtirish muhim ilmiy masalalardan biri hisoblanadi.

So‘nggi yillarda sanoat va gidrotexnik tizimlarda sensor texnologiyalariga asoslangan monitoring tizimlari keng qo‘llanilmoqda. Loyiqalik darajasini aniqlovchi sensorlar, bosim datchiklari va oqim o‘lchagichlar yordamida nasos agregatlari ishlash parametrlarini real vaqt rejimida nazorat qilish mumkin [16-17]. Mazkur sensorlardan olingan ma’lumotlar raqamli signalni qayta ishlash usullari va matematik modellar yordamida tahlil qilinib, nasos agregatlari ish rejimini optimallashtirishga qaratilgan algoritmlar ishlab chiqilmoqda. Biroq, mavjud ishlarda suv kirish kameralarida to‘planadigan loyqa suv va cho‘kma loy miqdorini bevosita aniqlash hamda ushbu parametrlarni nasos boshqaruvi jarayoniga integratsiya qilish masalasi yetarli darajada yoritilmagan. Shu sababli suv kirish kameralarida loyqa suv va cho‘kma loy miqdorini sensor ma’lumotlari asosida aniqlash hamda ushbu ma’lumotlar yordamida kavitatsiya xavfi va energiya sarfini kamaytirishga qaratilgan intellektual boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifalardan biri hisoblanadi. Ushbu vazifalarni hal etish uchun amalga oshirilgan va taklif etilgan ko‘plab ilmiy tadqiqotlar hamda ishlar quyida keltirildi.

Nasos stansiyalarida kavitatsiya va energiya samaradorligi muammolari bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar amalga oshirilgan. Nasos agregatlari ishlash samaradorligi gidravlik mashinalar nazariyasida muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ilmiy tadqiqotlarda nasos tizimlari samaradorligi ko‘pincha oqim tezligi, bosim, gidravlik qarshilik va nasos konstruktiv parametrlarga bog‘liq holda o‘rganiladi. Shuningdek, suv tarkibidagi mexanik aralashmalar va qattiq zarrachalar oqim gidrodinamik tuzilishini o‘zgartirib, nasos agregatlari ishlash samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Mavjud ishlarda suv tarkibidagi qattiq zarrachalar nasos elementlaridagi gidravlik yo‘qotishlar ortishi hamda foydali ish koeffitsienti pasayishi keltirilgan [7].

Kavitatsiya nasos agregatlari ishlash jarayonida uchraydigan eng murakkab gidravlik jarayonlardan biri hisoblanadi. Kavitatsiya suyuqlik bosimini keskin tushirib, bug‘ pufakchalari hosil qiladi va ular yuqori bosim zonasida yoriladi. Bunda nasos parraklari yuzasida zarbali ta’sir hosil qilib, abraziv yemirilishga olib keladi hamda nasos agregatlarida tebranish darajasini oshiradi. Mavjud adabiyotlarda kavitatsiya nasos agregatlari samaradorligini sezilarli darajada pasaytirishi va uskunalar xizmat muddatini qisqartirishi keltirilgan[8].

ISSN 3030-3907

Nasos agregatlarini energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha ko‘plab tahlillar amalga oshirilgan. Shuningdek, mavjud ilmiy ishlarda nasos tizimlari optimal ish rejimini aniqlash uchun matematik modellar va optimallashtirish algoritmlari taklif etilgan. Bu yondashuvlar nasos agregatlari energiya sarfini kamaytiradi va gidravlik yo‘qotishlarni optimallashtirib beradi. Bunda nasos tizimlarini monitoring qilish, samaradorlikni oshirish va nasos ishlash parametrlarini tahlil qilish uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari qo‘llanilgan [9-19].

Mazkur tadqiqotda nasos stansiyalari suv kirish kameralarida loyqa suv va cho‘kma loy miqdorini sensorlar yordamida aniqlash hamda ushbu ma’lumotlar asosida nasos agregatlarining optimal ish rejimini belgilovchi intellektual boshqaruv algoritmini ishlab chiqish asosiy maqsad qilib olindi. Tadqiqot doirasida suv kirish kameralarida loyqa suv va cho‘kma loy miqdorini aniqlash uchun sensor monitoring tizimini shakllantirish, sensor ma’lumotlarini qayta ishlash va tahlil qilish usullarini ishlab chiqish, loyqa muhitni kavitatsiya va energiya sarfiga ta’sirini baholash hamda olingan natijalar asosida nasos agregatlarining ish rejimini optimallashtiruvchi boshqaruv algoritmini ishlab chiqish belgilab olindi.

2. METODOLOGIYA

2.1 Loyqa suv va cho‘kma loy parametlarini aniqlash usuli

Nasos stansiyalari kirish kameralari gidravlik tizim muhim qismi hisoblanib, suv oqimi bilan birga turli mexanik aralashmalar, loyqa zarrachalar va cho‘kma materiallar ham ushbu hududga kirib keladi. Suv tarkibidagi qattiq zarrachalar miqdori ortishi oqim fizik xususiyatlarini o‘zgartirib, gidravlik qarshilik ortishiga va nasos agregatlari ish rejimiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Vaqt o‘tishi bilan loyqa zarrachalar kirish kamerasi pastki qismida to‘planib, cho‘kma qatlami hosil bo‘lishiga olib keladi. Natijada nasos kirish qismida oqimning notekis taqsimlanishi yuzaga keladi, bu kavitatsiya ehtimolini va energiya sarfi ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli kirish kamerasida loyqa suv va cho‘kma loy miqdorini aniqlash nasos stansiyalari samarali ishlashini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Suv tarkibidagi loyqa zarrachalar miqdorini baholash uchun turbidity ko‘rsatkichi qo‘llaniladi. Loyiqalik darajasi suvdagi qattiq zarrachalar konsentratsiyasini ifodalovchi muhim parametr bo‘lib, u suv muhitida yorug‘lik oqimi sochilish darajasi bilan aniqlanadi. Suv tarkibida zarrachalar miqdori ortgan sari yorug‘likning sochilishi kuchayadi. Shu sababli loyiqalik darajasi qiymati suvdagi qattiq zarrachalar miqdorini baholashda asosiy indikator sifatida ishlatiladi. Loyqa suv konsentratsiyasini baholash quyidagi umumiy bog‘lanish formulasi orqali ifodalanadi:

ISSN 3030-3907

$$C_t = k \cdot T, \qquad (1)$$

bu yerda C_t - suv tarkibidagi loyqa zarrachalar konsentratsiyasi (mg/L), T - loyiqalik ko‘rsatkichi (NTU), k - tajriba yo‘li bilan aniqlanadigan kalibrlash koeffitsienti.

Kirish kamerasida cho‘kma loy to‘planishi suv tarkibidagi qattiq zarrachalar cho‘kish tezligi va oqimning gidravlik parametrlariga bog‘liq. Agar zarrachalar cho‘kish tezligi suv oqimi tezligidan katta bo‘lsa, ular asta-sekin kamera tubiga cho‘kib, vaqt o‘tishi bilan cho‘kma qatlamini hosil qiladi. Cho‘kma loy hajmini baholash uchun quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$V_S = A \cdot h_S, \qquad (2)$$

bu yerda V_S - kirish kamerasida yig‘ilgan cho‘kma loy hajmi (m^3), A - kirish kamerasi tub maydoni (m^2), h_S - cho‘kma loy qatlami o‘rtacha balandligi (m).

Loyqa suv konsentratsiyasi va cho‘kma loy hajmi nasos stansiyasi gidravlik rejimini baholashda muhim parametrlar hisoblanadi. Ushbu parametrlar asosida suv oqimi fizik holati, kavitatsiya xavfi hamda nasos agregatlari energiya samaradorligiga ta’sir etuvchi omillar aniqlanishi mumkin. Keyingi bosqichda ushbu ma’lumotlar sensor tizimlari orqali olinib, raqamli qayta ishlash usullari yordamida tahlil qilinadi va nasos stansiyasi optimal ish rejimini aniqlash uchun qo‘llaniladi.

Nasos stansiyasi samaradorligini oshirish va energiya sarfini kamaytirish uchun sensor ma’lumotlarini yig‘ish va qayta ishlash amalga oshiriladi. Nasos stansiyasi kirish kamerasida suv tarkibidagi loyqa zarrachalar va cho‘kma loy miqdorini baholash uchun sensorlarga asoslangan ma’lumotlarni yig‘ish tizimi tashkil etiladi. Tadqiqotda suv muhiti fizik holatini aniqlash maqsadida ikki turdagi sensorlardan, ya’ni optik loyiqalik darajasini aniqlash sensori va suv osti gidrostatik bosim sensorlaridan foydalanilgan. Ushbu sensorlar suv muhiti turli parametrlarini o‘lchash orqali kirish kamerasidagi gidravlik holatni baholash imkonini beradi. Sensorlardan olingan ma’lumotlar mikrokompyuter orqali yig‘ilib, keyingi raqamli qayta ishlash bosqichiga uzatiladi.

Suv tarkibidagi loyqa zarrachalar konsentratsiyasini aniqlash uchun optik loyiqalik darajasini aniqlash sensori qo‘llanildi. Sensor suvdagi qattiq zarrachalar tufayli yorug‘lik oqimini sochilish darajasini o‘lchash prinsipi asosida ishlaydi. Zarrachalar miqdori ortishi bilan yorug‘lik sochilishi ham kuchayadi va sensor chiqish signalida loyiqalik qiymati hosil bo‘ladi. Ushbu qiymat NTU (Nephelometric Turbidity Unit) birliklarida ifodalanib, suv loyqa darajasini tavsiflovchi asosiy parametr sifatida qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

Kirish kamerasida cho‘kma loy qatlami o‘zgarishini aniqlash uchun suv osti gidrostatik bosim sensori olindi. Sensor suv ustuni bosimini o‘lchash orqali suv balandligini aniqlaydi. Agar kamera tubida cho‘kma loy yig‘ilsa, suv ustuni real balandligi kamayadi va sensor tomonidan qayd etiladigan bosim qiymati o‘zgaradi. Shu asosda kirish kamerasida cho‘kma loy miqdori baholanadi.

Sensorlardan olingan dastlabki ma’lumotlar tasodifiy shovqinlarga ega bo‘lishi mumkin. Shu sababli o‘lchov aniqligini oshirishda signallar raqamli filtrlash usullari yordamida qayta ishlanadi. Tadqiqotda vaqt qatorlaridagi shovqinlarni kamaytirish maqsadida oddiy o‘rtacha qiymat asosidagi filtr qo‘llanildi. Ushbu filtr ketma-ket o‘lchovlar o‘rtacha qiymatini hisoblash orqali signal o‘zgarishlarini silliqlashtiradi va real jarayonlarni aniqroq ifodalash imkonini beradi. Filtrlash jarayoni quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\bar{x}_t = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i , \qquad (3)$$

bu yerda $\bar{x}_t$ - filtrlashdan keyingi signal qiymati, x_i - sensor tomonidan o‘lchangan dastlabki qiymatlar, n - o‘rtacha qiymatni hisoblashda foydalanilgan o‘lchovlar soni.

Filtrlash jarayonidan so‘ng olingan ma’lumotlar keyingi tahlil bosqichlarida foydalanish uchun normalizatsiya qilinadi. Normalizatsiya ma’lumotlarni yagona diapazonga keltiradi va turli sensorlardan olingan parametrlarni o‘zaro taqqoslashni osonlashtiradi. Normalizatsiya jarayoni quyidagicha aniqlanadi:

$$x_{norm} = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}, \qquad (4)$$

bu yerda x_{norm} - normalizatsiya qilingan qiymat, x - sensor tomonidan o‘lchangan qiymat, $x_{\min}$ - minimal qiymatlar va $x_{\max}$ - maksimal qiymatlar.

Natijada sensorlardan olingan dastlabki xom ma’lumotlar filtrlash va normalizatsiya bosqichlaridan o‘tgach, keyingi matematik tahlil va boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish uchun moslashtirilgan ma’lumotlar to‘plamiga aylantiriladi. Ushbu bosqich sensor ma’lumotlarini ishonchli shaklda qayta ishlash va nasos stansiyasi ish rejimini baholash uchun zarur bo‘lgan raqamli ma’lumotlar bazasini shakllantirishga xizmat qiladi.

2.2 Kavitatsiya xavfini baholash modeli

Nasos stansiyalari barqaror ishlashiga suv tarkibidagi qattiq zarrachalar va cho‘kma loy miqdori sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Suv muhitida loyqa zarrachalar konsentratsiyasi ortishi oqimning fizik xususiyatlarini o‘zgartirib, gidravlik qarshilik oshishiga va nasos agregatlari samaradorligining pasayishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli loy konsentratsiyasini baholash va nasos ish rejimiga ta’sirini

ISSN 3030-3907

aniqlash gidravlik tizimlar samarali ishlashini ta’minlashda muhim hisoblanadi[11].

Suv tarkibidagi loy zarrachalar konsentratsiyasi loyiqalik darajasini aniqlash sensori orqali o‘lchangan qiymatlar asosida baholanadi. Loyiqalik ko‘rsatkichi suvdagi qattiq zarrachalar miqdori bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, u tajriba yo‘li bilan aniqlanadigan kalibrlash koeffitsienti yordamida konsentratsiya qiymatiga o‘tkaziladi. Loy konsentratsiyasini baholash quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$C_S = k_t \cdot T, \qquad (5)$$

bu yerda C_S - suv tarkibidagi loy zarrachalar konsentratsiyasi (mg/L), T - turbidity sensori tomonidan o‘lchangan qiymat (NTU), k_t - kalibrlash koeffitsienti.

Suv tarkibidagi loy miqdori ortishi nasos kirish qismidagi oqim strukturasiga ham ta’sir ko‘rsatadi. Loy zarrachalari ko‘payganda oqim gidravlik qarshiligi ortadi va nasos kirish qismida bosim pasayish ehtimoli yuzaga keladi. Bunday sharoitda kavitatsiya jarayoni yuzaga kelishi mumkin. Kavitatsiyada suyuqlik bosimining bug‘lanish bosimidan past qiymatga tushishi natijasida paydo bo‘ladigan bug‘ pufakchalari hosil bo‘ladi. Nasos tizimlarida kavitatsiya xavfini baholash uchun kavitatsiya koeffitsienti quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{P_i - P_\upsilon}{\frac{1}{2}\rho \upsilon^2}, \qquad (6)$$

bu yerda σ - kavitatsiya koeffitsienti, P_i - nasos kirish qismidagi bosim, P_υ - suyuqlikning bug‘lanish bosimi, ρ - suyuqlik zichligi, υ - oqim tezligi.

Agar kavitatsiya koeffitsienti ma’lum kritik qiymatdan kichik bo‘lsa, nasos tizimida kavitatsiya jarayoni yuzaga kelish ehtimoli ortadi. Shu sababli loy konsentratsiyasi ortishi natijasida yuzaga keladigan gidravlik o‘zgarishlar kavitatsiya xavfini oshiruvchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Bundan tashqari, suv tarkibidagi loy miqdori nasos agregatlari energiya samaradorligiga ham ta’sir ko‘rsatadi. Loy zarrachalari oqimdagi ishqalanish kuchlarini oshirib, gidravlik yo‘qotishlarning ortishiga olib keladi. Natijada nasos foydali ish koeffitsienti pasayadi va energiya sarfi ortadi. Loy miqdorining nasos samaradorligiga ta’sirini baholash uchun quyidagi bog‘lanishdan foydalaniladi:

$$\eta = \eta_0 - k_S C_S, \qquad (7)$$

bu yerda η - nasos samaradorligi, η_0 - toza suv sharoitidagi samaradorlik, k_S - loy zarrachalari ta’sir koeffitsienti, C_S - loy konsentratsiyasi.

Loy konsentratsiyasi va kavitatsiya koeffitsienti nasos stansiyalari gidravlik holatini baholashda muhim parametrlar hisoblanadi. Ushbu parametrlar asosida nasos tizimida yuzaga keladigan kavitatsiya xavfi aniqlanadi va keyingi bosqichda

ISSN 3030-3907

nasos agregatlari optimal ish rejimini tanlash uchun zarur bo‘lgan boshqaruv algoritmlari ishlab chiqiladi.

2.3 Nasos stansiyasini intellektual boshqarish algoritmi va energiya optimallashtirish modeli

Nasos stansiyasi kirish kamerasida loyqa suv va cho‘kma loy miqdori ortishi oqim rejimining buzilishiga, kavitatsiya xavfi hamda energiya sarfi ortishiga olib keladi. Shu sababli sensor ma’lumotlari asosida nasos agregatlari ish rejimini avtomatik moslashtiruvchi intellektual boshqaruv algoritmini ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega. Taklif etilgan algoritm loyqa suv konsentratsiyasi va cho‘kma loy miqdoriga qarab kavitatsiya xavfini baholab, nasos optimal ish rejimini tanlashga xizmat qiladi.

Algoritm kirish parametrlari loyiqalik sensoridan olingan qiymatlari hamda gidrostatik bosim sensoridan aniqlangan cho‘kma loy qatlamiga oid ma’lumotlardan iborat. Ushbu ma’lumotlar dastlab filtrlash va normalizatsiya bosqichlaridan o‘tkaziladi, so‘ng loy konsentratsiyasi C_S va cho‘kma loy balandligi h_S asosida tizim holati baholanadi.

Agar parametrlar ruxsat etilgan me’yordan past bo‘lsa, nasos nominal rejimda ishlaydi. Chegaraga yaqinlashganda tizim yuklamani kamaytiradi yoki profilaktik boshqaruv rejimiga o‘tadi. Kritik qiymatdan oshganda esa ogohlantiruvchi signal shakllantiriladi va nasos ish rejimi cheklanadi. Kritik qiymat quyidagicha aniqlanadi:

$$R = \alpha C_n + \beta h_n, \qquad (8)$$

bu yerda R - integral xavf ko‘rsatkichi, C_n - normalizatsiyalangan loy konsentratsiyasi, h_n - normalizatsiyalangan cho‘kma loy balandligi, α, β - parametrlar og‘irlik koeffitsientlari.

Agar R qiymati kichik bo‘lsa, kavitatsiya xavfi past deb baholanadi. R qiymati ortishi bilan kavitatsiya ehtimoli ham oshadi. Shu asosda boshqaruv tizimida quyidagi qarorlar qoidasi shakllantiriladi:

$$U = \begin{cases} U_{nom}, & R < R_1 \\ U_{red}, & R_1 \le R < R_2, \\ U_{krit}, & R \ge R_2 \end{cases} \qquad (9)$$

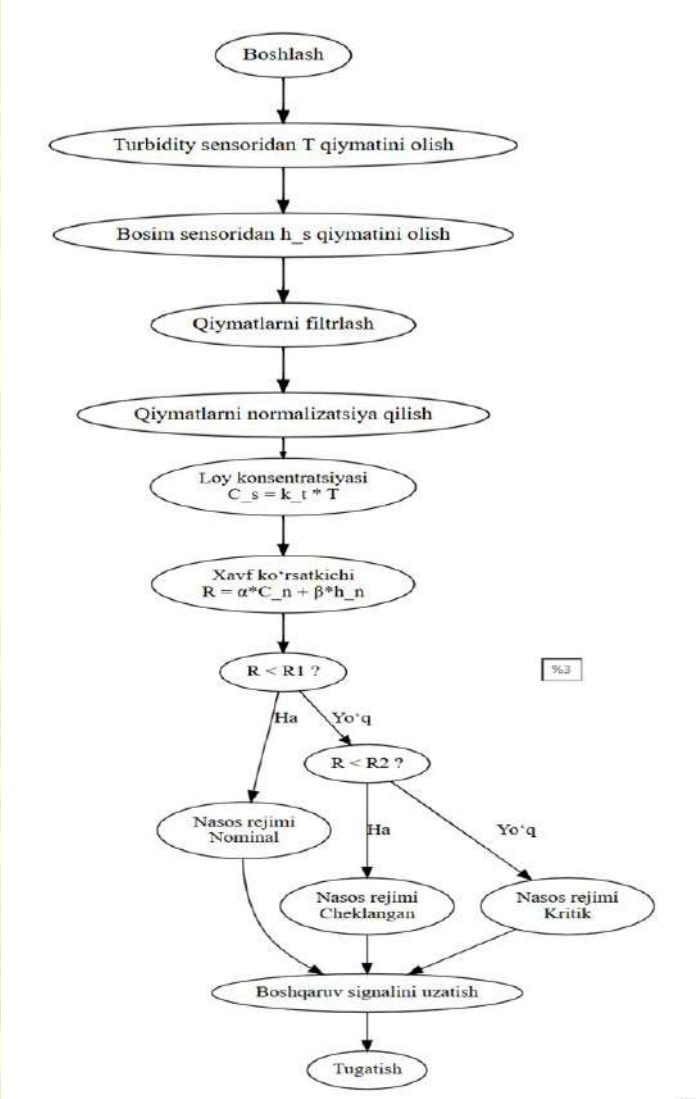
bu yerda U - boshqaruv qarori, U_{nom} - nominal ish rejimi, U_{red} - cheklangan yoki pasaytirilgan ish rejimi, U_{krit} - kritik holatdagi himoya rejimi, R_1, R_2 - xavf ko‘rsatkichining chegaraviy qiymatlari.

Mazkur algoritmning asosiy afzalligi faqat alohida sensor ko‘rsatkichiga emas, balki bir nechta parametrlar kompleks tahliliga asoslangan holda boshqaruv

ISSN 3030-3907

qarorini shakllantiradi. Bu esa nasos agregatining ish rejimini real vaqt sharoitida yanada aniqroq moslashtirish imkonini beradi. Taklif etilgan yondashuvda loy miqdori ortishi bilan kavitatsiya ehtimoli oshadi, kavitatsiya xavfi ortishi bilan esa nasos yuklamasi, aylanish tezligi yoki ish davomiyligi mos ravishda optimallashadi. Natijada nasos agregatlari energiya samaradorligini saqlash, parraklar yemirilishini kamaytirish va ekspluatatsion barqarorlikni oshirish imkoniyati yuzaga keladi.

Taklif etilgan intellektual boshqaruv algoritmi ishlash ketma-ketligi quyidagi rasmda keltirilgan.



1 -rasm. Loyqa suv va cho‘kma loy miqdori asosida nasos stansiyasi intellektual boshqaruv algoritmi sxemasi

Ushbu blok-sxemada nasos stansiyasi kirish kamerasida o‘lchanadigan loyqa suv va cho‘kma loy miqdori asosida kavitatsiya xavfini baholash hamda nasos agregati ish rejimini avtomatik tanlash algoritmi keltirilgan. Algoritm boshlang‘ich bosqichida loyiqalik sensoridan suv loyqa darajasi T va gidrostatik bosim sensoridan cho‘kma loy bilan bog‘liq h_S qiymatlari olinadi. Keyingi bosqichda

ISSN 3030-3907

olingan sensor ma’lumotlari filtrlash va normalizatsiya jarayonlaridan o‘tkazilib, signal shovqinlari kamaytiriladi. Shundan so‘ng suv tarkibidagi loy konsentratsiyasi (5) ifodasi orqali hisoblanadi va integral xavf ko‘rsatkichi (8) aniqlanadi.

Algoritmda kavitatsiya xavfini baholash uchun R ko‘rsatkichi belgilangan chegaraviy qiymatlar bilan taqqoslanadi. Agar xavf ko‘rsatkichi past bo‘lsa, nasos agregati nominal ish rejimida ishlaydi. Agar qiymat o‘rta diapazonda bo‘lsa, nasosning ish rejimi cheklanadi, yuqori qiymatlarda esa kritik himoya rejimi qo‘llaniladi. Tanlangan ish rejimi asosida boshqaruv signali nasos tizimiga uzatiladi va tizimning optimal ishlashi ta’minlanadi. Ushbu algoritm sensor ma’lumotlariga asoslangan holda kavitatsiya xavfini kamaytirish va nasos agregatlarining energiya samaradorligini oshirishi mumkin.

Nasos agregatlarining energiya sarfini optimallashtirish modeli. Nasos stansiyalari samarali ishlashini ta’minlashda energiya sarfini kamaytirish muhim masalalardan biri hisoblanadi. Suv tarkibidagi loyqa zarrachalar va cho‘kma loy miqdori ortishi oqim gidravlik xususiyatlariga ta’sir ko‘rsatib, nasos agregatlari energiya sarfini oshirishi mumkin. Loy zarrachalari oqimdagi ishqalanish kuchlarini kuchaytiradi, bu esa gidravlik yo‘qotishlarning ortishiga va natijada nasosning umumiy samaradorligining pasayishiga olib keladi. Shu sababli nasos agregatlari ish rejimini loy miqdori va kavitatsiyaning xavfli daraja ko‘rsatkichlari asosida optimallashtirish hamda energiya samaradorligini oshirishga yordam beradi.

Nasos agregatlari energiya sarfi odatda nasos quvvat ko‘rsatkichlari orqali baholanadi. Nasos tomonidan iste’mol qilinadigan mexanik quvvat quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin:

$$P = \frac{\rho g Q H}{\eta}, \qquad (10)$$

bu yerda P - nasos quvvati, ρ - suyuqlik zichligi, g - erkin tushish tezlanishi, Q - suv sarfi, H - nasos gidravlik bosimi, η - nasos foydali ish koeffitsienti.

Loy zarrachalari mavjud bo‘lgan suv muhitida nasos samaradorligi pasayishi mumkin. Bunday sharoitda nasos samaradorligi loy konsentratsiyasiga bog‘liq ravishda quyidagicha aniqlanadi:

$$\eta = \eta_0 - k_C C_S, \qquad (11)$$

bu yerda η_0 - toza suvda qo‘llanilgan nasos samaradorligi, k_C - loy zarrachalari ta’sir koeffitsienti, C_S - suv tarkibidagi loy konsentratsiyasi.

ISSN 3030-3907

Mazkur modelda loy konsentratsiyasi ortishi bilan nasos samaradorligi pasayadi va energiya sarfi ortadi. Shu sababli ishlab chiqilgan intellektual boshqaruv algoritmi yordamida loy miqdori va xavf ko‘rsatkichi baholanib, nasos optimal ish rejimi tanlanadi. Agar tizimda loy miqdori past bo‘lsa, nasos nominal ish rejimida ishlaydi. Loy miqdori ortganda esa nasos aylanish tezligi yoki yuklamasi cheklanadi, bu esa kavitatsiya xavfini va energiya sarfini kamaytiradi.

Taklif etilgan optimallashtirish modeli nasos agregatlari ishlash parametrlarini sensor ma’lumotlari asosida real vaqt rejimida tahlil qilish imkonini beradi. Bu orqali nasos stansiyasi ekspluatatsion ishonchliligini oshirish, kavitatsiya xavfini kamaytirish va energiya resurslaridan samarali foydalanish mumkin.

3.NATIJALAR

Nasos stansiyasi kirish kamerasida loyqa suv va cho‘kma loy miqdorini aniqlash hamda ushbu parametrlar nasos agregatlari ishlash rejimiga ta’sirini baholash maqsadida sensor ma’lumotlari asosida tadqiqot natijalari tahlil qilindi. Tadqiqotda optik loyqalik sensori yordamida suvning loyqalik darajasi, gidrostatik bosim sensori yordamida esa kirish kamerasidagi cho‘kma loy qatlamining o‘zgarishi aniqlab borildi. Olingan ma’lumotlar filtrlash va normalizatsiya bosqichlaridan o‘tkazilgandan so‘ng loy konsentratsiyasi hamda kavitatsiya xavfini baholash modeli yordamida tahlil qilindi.

Tadqiqot davomida suv loyqa darajasi ortishi bilan kirish kamerasida cho‘kma loy qatlamining ham ortishi kuzatildi. Bu holat nasos kirish qismida oqimning gidravlik parametrlariga ta’sir ko‘rsatib, kavitatsiya xavfi ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Tadqiqot natijasida loyqalik qiymatining ortishi suv tarkibidagi qattiq zarrachalar konsentratsiyasining oshishiga olib kelishi aniqlandi. Shu bilan birga gidrostatik bosim sensori orqali aniqlangan ma’lumotlar kirish kamerasida cho‘kma loy qatlami asta-sekin ortib borishini ko‘rsatdi. Bu jarayon nasos tizimi gidravlik rejimiga ta’sir etuvchi muhim omillardan biri hisoblanadi.

Quyidagi jadvalda sensorlar yordamida o‘lchangan asosiy parametrlar o‘rtacha qiymatlari keltirilgan.

1-jadval

Sensor ma’lumotlari asosida aniqlangan loyqa suv va cho‘kma loy parametrlarining tadqiqot natijalari

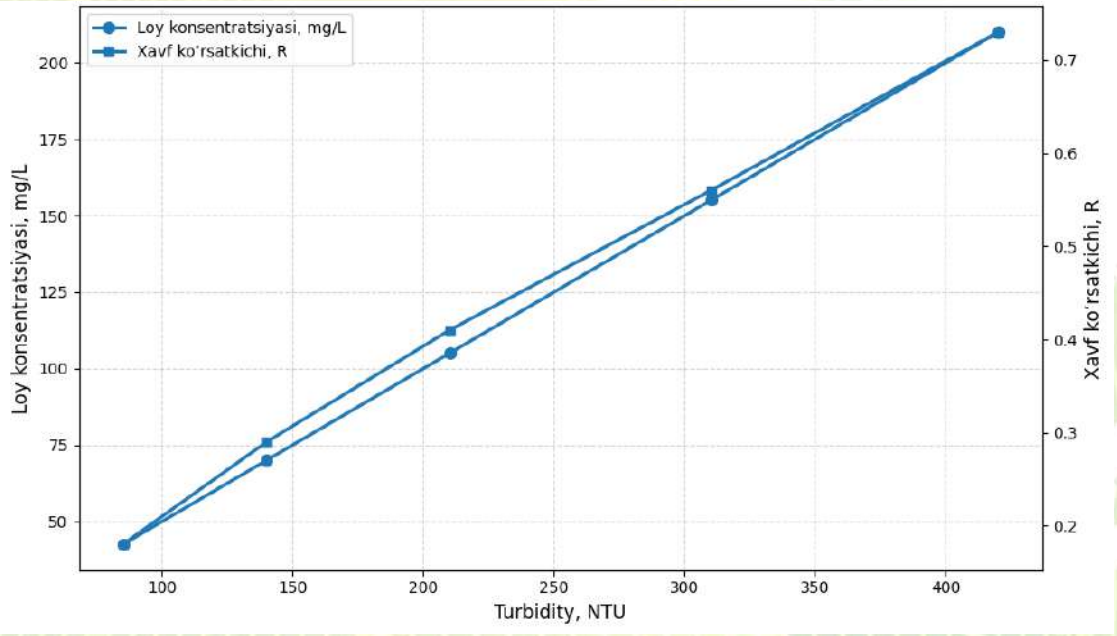
№	Loyqalik darajasi (NTU)	Loy konsentratsiyasi (mg/L)	Cho‘kma loy balandligi (sm)	Xavf ko‘rsatkichi (R)
1	85	42.5	2.1	0.18
2	140	70.0	3.6	0.29

ISSN 3030-3907

3	210	105.0	5.2	0.41
4	310	155.0	7.8	0.56
5	420	210.0	10.4	0.73

Tadqiqot suvning loyqa darajasi ortishi bilan cho‘kma loy miqdori ham sezilarli ravishda ortib borishini ko‘rsatgan. Bu esa nasos kirish qismida gidravlik sharoitlar yomonlashishiga olib kelishi mumkin. Shuningdek, hisoblangan xavf ko‘rsatkichi qiymatlari ortib borishi bilan nasos agregatlarida kavitatsiya xavfi ham oshib borishi kuzatildi. Shu sababli ishlab chiqilgan intellektual boshqaruv algoritmi sensor ma’lumotlariga asoslangan holda nasos agregatlari ish rejimini optimallashtirilganligini keltirish mumkin.

Olingan natijalar asosida keyingi bosqichda loy konsentratsiyasi va xavf ko‘rsatkichi o‘rtasidagi bog‘lanish grafik tahlili amalga oshirildi. Bunda parametrlar nasos agregatlarining energiya samaradorligiga ta’siri baholandi. Bu bog‘lanishlar keyingi diagramma ko‘rinishida keltiriladi.



2-rasm. Loyqalik qiymatiga bog‘liq ravishda loy konsentratsiyasi va xavf ko‘rsatkichi o‘zgarishi

2-rasmda suv loyqalilik darajasi ortishi bilan loy konsentratsiyasi hamda integral xavf ko‘rsatkichi oshib borishi tasvirlangan. Grafikda ko‘rsatilgan natijalar loyqa muhit kuchaygan sari nasos agregatlarida xavf darajasi ortishini ko‘rsatadi.

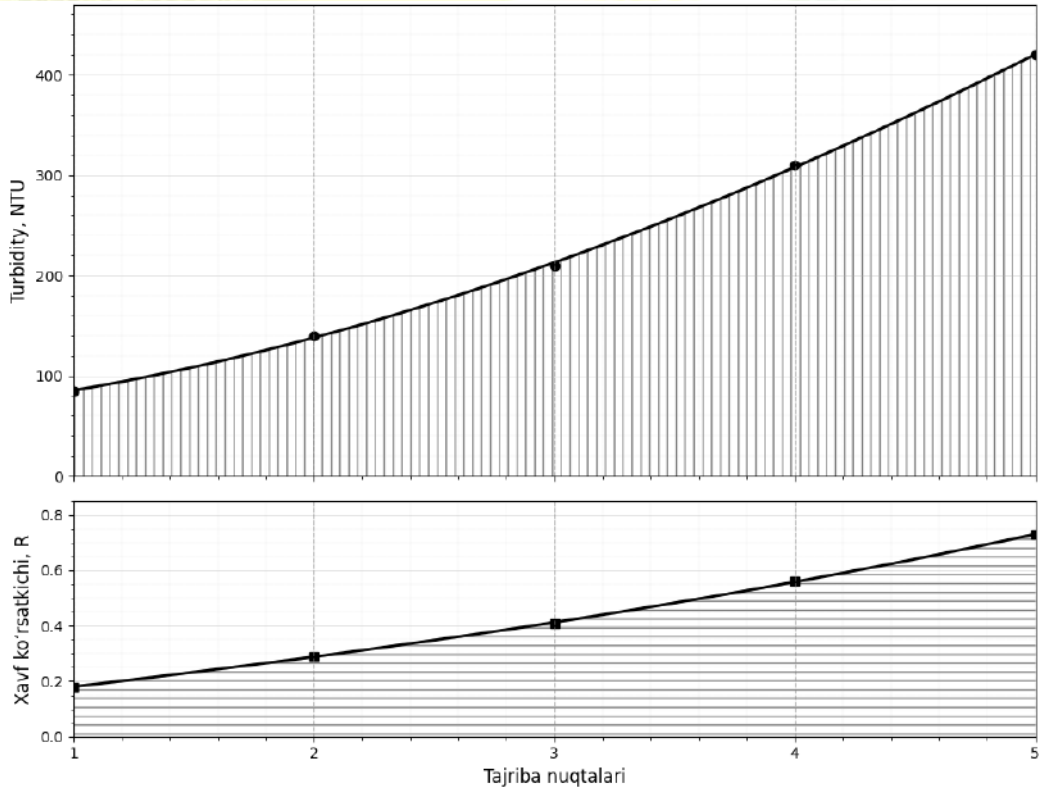
Tajriba natijalari nasos stansiyasi kirish kamerasida suv loyqalik darajasi ortishi bilan cho‘kma loy miqdori ham bosqichma-bosqich ortib borishini ko‘rsatdi. Optik loyqalik sensori orqali olingan qiymatlar suv tarkibidagi qattiq zarrachalar konsentratsiyasi oshishini qayd etdi. Bunda gidrostatik bosim sensori esa kamera tub qismida cho‘kma qatlam qalinlashib borayotganini ko‘rsatdi. Sensor ma’lumotlari filtrlash va normalizatsiya bosqichlaridan amalga

ISSN 3030-3907

oshirilgandan so‘ng loy konsentratsiyasi, xavf ko‘rsatkichi va nasos ish rejimi o‘rtasidagi bog‘lanishlar tahlil qilindi. Olingan natijalar loyqa muhit kuchaygan sari nasos gidravlik ish sharoiti murakkablashishini tasdiqladi.

Tahlil natijasida loyqalik qiymati 85 NTU dan 420 NTU gacha oshganda loy konsentratsiyasi ham mos ravishda ortdi va bu cho‘kma loy balandligi ko‘tarilgani bilan birga kuzatildi. Shu holatda integral xavf ko‘rsatkichi R ham past qiymatlardan kritik zonaga tomon siljidi. Bu esa nasos agregati nominal rejimdan cheklangan rejimga, so‘ngra esa himoya rejimiga o‘tishini talab qiluvchi sharoit shakllanishini ko‘rsatadi. Natijalar ishlab chiqilgan intellektual boshqaruv algoritmi real sensor qiymatlariga tayangan holda tizim holatini bosqichli baholash imkonini berishini ko‘rsatdi.

Tahlillar natijasida R qiymati past bo‘lgan nuqtalarda nasos nominal rejimda ishlashi, o‘rta diapazonda cheklangan rejimga o‘tishi, yuqori qiymatlarda esa himoya rejimi zarurligi aniqlandi. Bu taklif etilgan algoritmni amaliy jihatdan qo‘llanganda yuqori samaradorlik va natijalarga erishish mumkinligini ko‘rsatadi.



3-rasm. Loyqa suv ko‘rsatkichi va xavf bahosi analog ko‘rinishdagi diagrammasi

Ushbu diogrammada tajriba nuqtalari bo‘yicha loyqalik qiymati va integral xavf ko‘rsatkichi o‘zgarish dinamikasi analog uslubda tasvirlangan. Bunda tajriba nuqtalari bo‘yicha suv loyqalik darajasi ortishi bilan xavf ko‘rsatkichi ham muntazam ravishda oshib borgan. Bu esa nasos agregatlari ish rejimini

ISSN 3030-3907

boshqarishda loyqa suv va cho‘kma loy ko‘rsatkichlari muhim diagnostik parametr ekanini tasdiqlaydi.

2-jadval

Sensor ma’lumotlari asosida xavf ko‘rsatkichi o‘zgarishi

№	Loyqalik (NTU)	Loy konsentratsiyasi (mg/L)	Cho‘kma loy balandligi (sm)	Xavf ko‘rsatkichi *R*	Nasos rejimi
1	85	42.5	2.1	0.18	Nominal
2	140	70.0	3.6	0.29	Nominal
3	210	105.0	5.2	0.41	Cheklangan
4	310	155.0	7.8	0.56	Cheklangan
5	420	210.0	10.4	0.73	Kritik

Tadqiqot natijasida loyqa suv va cho‘kma loy miqdori ortishi xavf ko‘rsatkichi o‘sishiga olib kelishi aniqlandi. Ayniqsa, to‘rtinchi va beshinchi tajriba nuqtalarida tizimning ish holati keskin yomonlashgan bo‘lib, bu nasos ish rejimini moslashtirish zarurligini ko‘rsatadi. Natijalar sensor ma’lumotlari asosida kavitatsiya xavfini oldindan baholash va nasos agregati ish rejimini optimallashtirish mumkinligini ko‘rsatadi.

4.MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari nasos stansiyalarida suv tarkibidagi loyqa zarrachalar va cho‘kma loy miqdori nasos agregatlari ishlash samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Loyqalik sensori orqali aniqlangan loyqalilik darajasi va gidrostatik bosim sensori yordamida aniqlangan cho‘kma loy balandligi o‘rtasida muhim bog‘liqlik kuzatildi. Loy zarrachalari ortishi nasos kirish qismida oqimning notekis taqsimlanishiga hamda gidravlik qarshiliklar ortishiga olib kelishi mumkin.

Sensor ma’lumotlari asosida hisoblangan xavf ko‘rsatkichi nasos tizimi ish holatini baholashda muhim parametr bo‘lib xizmat qiladi. Ushbu ko‘rsatkich oshgan sari oqim barqarorligi buziladi va kavitatsiya ehtimoli ortadi. Taklif etilgan matematik model hamda intellektual boshqaruv algoritmi sensor ma’lumotlarini real vaqt rejimida tahlil qilib, nasos optimal ish rejimini tanlash imkonini beradi. Umuman loy miqdorini monitoring qilish va ushbu parametr asosida nasos agregatlari ish rejimini moslashtirish nasos tizimlari samaradorligini oshirish hamda kavitatsiya xavfini kamaytirishi mumkin.

5.XULOSA

Mazkur tadqiqot ishida nasos stansiyalarida suv tarkibidagi loyqa zarrachalar va cho‘kma loy miqdorini aniqlash hamda ushbu parametrlar nasos agregatlarining ishlash rejimiga ta’sirini baholash masalasi tahlil qilindi. Tadqiqot

ISSN 3030-3907

davomida loyqalik sensori yordamida suvning loyqalik darajasi va gidrostatik bosim sensori yordamida kirish kamerasidagi cho‘kma loy balandligi aniqlanib, ushbu ma’lumotlar asosida sensor signallarini qayta ishlash va normalizatsiya qilish usullari ishlab chiqildi. Olingan sensor ma’lumotlari asosida suv tarkibidagi loy konsentratsiyasini aniqlash uchun matematik model taklif qilindi. Ushbu model yordamida loy konsentratsiyasi va nasos tizimida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavf ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi bog‘lanish tahlil qilindi. Tadqiqot suv tarkibidagi loy miqdorining ortishi nasos kirish qismidagi gidravlik sharoitlar o‘zgarganligi hamda nasos agregatlari ishlash samaradorligining pasayganligini ko‘rsatgan. Taklif etilgan usul nasos stansiyalarida suv oqimining fizik parametrlarini real vaqt rejimida monitoring qilish hamda nasos agregatlarining ishlash samaradorligini oshirish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari nasos stansiyalarining ekspluatatsion ishonchliligini oshirish, energiya sarfini optimallashtirish va nasos tizimlarini zamonaviy sensor texnologiyalari asosida boshqarish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Fox R.W., McDonald A.T., Pritchard P.J. Introduction to Fluid Mechanics. – New York: John Wiley & Sons, 2011.
2. White F.M. Fluid Mechanics. – New York: McGraw-Hill Education, 2016.
3. Streeter V.L., Wylie E.B., Bedford K.W. Fluid Mechanics. – Boston: McGraw-Hill, 2012.
4. Gülich J.F. Centrifugal Pumps. – Berlin: Springer, 2014.
5. Karassik I.J., Messina J.P., Cooper P., Heald C.C. Pump Handbook. – New York: McGraw-Hill, 2008.
6. Brennen C.E. Cavitation and Bubble Dynamics. – Oxford University Press, 2013.
7. Chanson H. Hydraulics of Open Channel Flow. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2004.
8. Yang C.T. Sediment Transport: Theory and Practice. – New York: McGraw-Hill, 1996.
9. Julien P.Y. River Mechanics. – Cambridge University Press, 2010.
10. Sadar M.J. Turbidity Science: Technical Information Series. – Hach Company, 2003.
11. Gray N.F. Water Technology: An Introduction for Environmental Scientists and Engineers. – Butterworth-Heinemann, 2010.
12. Kirk J.T.O. Light and Photosynthesis in Aquatic Ecosystems. – Cambridge University Press, 2011.

ISSN 3030-3907

13. Smith S.W. The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing. – California Technical Publishing, 1999.
14. Çengel Y.A., Cimbala J.M. Fluid Mechanics: Fundamentals and Applications. – McGraw-Hill, 2018.
15. Johann Friedrich Gülich. *Centrifugal Pumps.* – Berlin: Springer, 2014.
16. Igor J. Karassik, Joseph P. Messina, Paul Cooper, Charles C. Heald. *Pump Handbook.* – New York: McGraw-Hill, 2008.
17. Christopher E. Brennen. *Cavitation and Bubble Dynamics.* – Oxford: Oxford University Press, 2013.
18. Steven W. Smith. *The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing.* – California: California Technical Publishing, 1999.
19. Muhamediyeva D. et al. Control of unstable water flow in open channels //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 590. – C. 02002.

ISSN 3030-3907

UDK: 338.24:334.72

KICHIK BIZNES SUBYEKTLARIDA BIZNES JARAYONLARINI SAMARADORLIGINI BAHOLASHNING KO‘P OMILLI MEXANIZMI

Nutfulloev Tolib G‘olib o‘g‘li

Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti "Biznes boshqaruvi" kafedrasi katta o‘qituvchisi

Email: t.nutfulloyev@tsue.uz

ORCID: 0009-0001-8834-2156

Annotatsiya. Ushbu maqolada kichik biznes va xususiy tadbirkorlik subyektlarida biznes jarayonlarining samaradorligini baholash uchun ko‘p omilli mexanizm taklif etilgan. Taklif etilgan model 7 ta asosiy samaradorlik ko‘rsatkichiga asoslanib, Yagona Kompleks Ko‘rsatkich (YKK) orqali korxonaning umumiy holatini tezkor va aniq baholash imkonini beradi. Mexanizm "AAR CLEAN" MChJ korxonasida 2021–2024-yillar davomida joriy etilgan va sezilarli ijobiy natijalar qayd etilgan: YKK 21,28 dan 28,51 ga oshgan, daromad 24,5 foizga, sof foyda esa 24,2 foizga ko‘paygan. PCA usuli yordamida ko‘rsatkichlar vaznlari statistik asosda aniqlangan. Mexanizm kichik biznes subyektlari uchun universal va amaliy boshqaruv vositasi sifatida tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: kichik biznes, biznes jarayonlarini baholash, ko‘p omilli mexanizm, yagona kompleks ko‘rsatkich, samaradorlik, tadbirkorlik subyektlari, PCA tahlili, strategik boshqaruv.

Аннотация. В данной статье предложен многофакторный механизм оценки эффективности бизнес-процессов в субъектах малого и частного предпринимательства. Предложенная модель основана на семи ключевых показателях эффективности и позволяет оперативно оценить общее состояние предприятия через Единый Комплексный Показатель (ЕКП). Механизм апробирован на предприятии ООО «AAR CLEAN» в 2021–2024 годах и показал значительные положительные результаты: ЕКП вырос с 21,28 до 28,51, выручка увеличилась на 24,5%, а чистая прибыль — на 24,2%. Веса показателей определены статистически с использованием метода PCA.

Ключевые слова: малый бизнес, оценка бизнес-процессов, многофакторный механизм, единый комплексный показатель, эффективность, субъекты предпринимательства, PCA-анализ, стратегическое управление.

Abstract. This article proposes a multi-factor mechanism for evaluating the efficiency of business processes in small and private entrepreneurship entities. The proposed model is based on seven key performance indicators and enables a rapid and accurate assessment of an enterprise's overall condition through a Single Complex Indicator (SCI). The mechanism was implemented at AAR CLEAN LLC

during 2021–2024 and demonstrated significant positive results: the SCI increased from 21.28 to 28.51, revenue grew by 24.5%, and net profit by 24.2%. Indicator weights were statistically determined using the PCA method.

Keywords: small business, business process evaluation, multi-factor mechanism, single complex indicator, efficiency, entrepreneurship entities, PCA analysis, strategic management.

KIRISH.

Zamonaviy iqtisodiy muhitda raqobatning kuchayishi, globallashuv jarayonlarining tezlashuvi va bozor talablarining tez o‘zgarib borishi sharoitida kichik biznes va xususiy tadbirkorlik subyektlari uchun o‘z faoliyatining haqiqiy holatini tez, aniq va iqtisodiy jihatdan samarali baholash tobora dolzarb masalaga aylanib bormoqda. O‘zbekistonda kichik biznes subyektlari milliy iqtisodiyotning asosiy harakatlantiruvchi kuchi sifatida tan olinib, 2024-yilda yalpi ichki mahsulotning 55,2 foizini tashkil etgan va 77,3 foiz ish bilan bandlikni ta'minlagan (O‘zbekiston Respublikasi Statistika qo‘mitasi, 2024). Bunday muhim iqtisodiy ulushga ega subyektlarning biznes jarayonlarini tizimli va samarali baholash ularning raqobatbardoshligini oshirish hamda barqaror rivojlanishini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Biroq amaliyotda kichik biznes subyektlari uchun mavjud an'anaviy tahlil usullari — moliyaviy audit, keng qamrovli biznes-diagnostika va boshqa shunga o‘xshash usullar — ko‘p vaqt, mablag‘ va maxsus mutaxassislarni talab qilganligi bois ko‘pchilik kichik korxonalar uchun munosib bo‘lavermaydi. Bu esa kichik biznes uchun mo‘ljallangan, tezkor, universal va moslashuvchan baholash mexanizmlarini ishlab chiqishni ilmiy va amaliy zarurat sifatida maydonga chiqaradi (Hammer va Champy, 1993; Davenport, 1993).

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 18-avgustdagi tadbirkorlar bilan bo‘lib o‘tgan ochiq muloqoti doirasida ustuvor vazifalar ijrosini ta'minlash, shuningdek qonunchilik talablariga rioya etayotgan va faollarni rag‘batlantirish yo‘nalishida bir qator qarorlar qabul qilingan. Shu kontekstda tadbirkorlik subyektlarida biznes jarayonlarini tizimli baholash va ularni rivojlantirish strategiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi. Nutfulloev (2023) biznes jarayonlarini tashkil etish va modellashtirishda zamonaviy raqamli yondashuvlarning zarurligini ta'kidlab, ushbu sohadagi ilmiy izlanishlarga muhim hissa qo‘shgan.

Maqolaning asosiy maqsadi kichik biznes va xususiy tadbirkorlik subyektlarida biznes jarayonlarini samaradorligini baholashning ko‘p omilli mexanizmini ishlab chiqish va uni real korxona misolida sinovdan o‘tkazish orqali amaliy samaradorligini isbotlashdan iborat. Tadqiqot natijasida taklif etilayotgan

ISSN 3030-3907

ko‘p omilli baholash usuli kichik biznes subyektlari uchun universal va amaliy vosita sifatida taqdim etiladi.

ADABIYOTLAR SHARHI.

Biznes jarayonlarini baholash sohasidagi ilmiy izlanishlar Hammer va Champy (1993) asaridan so‘ng tez rivojlandi. Mualliflar biznes jarayonlarini tubdan qayta loyihalash (reinjiniringi) yordamida samaradorlikni inqilobiy oshirish mumkinligini isbotlab, biznes-jarayonlar menejmenti nazariyasiga asos soldi. Davenport (1993) esa jarayonlarni baholash va tahlilda axborot texnologiyalarining katalizator roli muhimligini ta'kidladi hamda ko‘p omilli baholash tizimlarining nazariy asoslarini ishlab chiqdi.

Biznes jarayonlarini o‘lchash va baholash sohasida Balanced Scorecard (BSC) kontseptsiyasi muhim o‘rin egallaydi. Kaplan va Norton (1996) samaradorlikni moliyaviy, mijoz, ichki jarayon va o‘sish kabi to‘rtta o‘lcham bo‘yicha kompleks baholash zarurligini asoslab berdi. Bu yondashuv ko‘p omilli baholash tizimlarining keyingi rivojiga zamin yaratdi. Shu bilan birga, Hammer (2015) BSC tizimining kichik biznes subyektlari uchun moslashtirilgan soddalashtirilgan shakllarini taklif etdi.

Kichik biznes subyektlarida samaradorlikni o‘lchash bo‘yicha xorijiy izlanishlarda Drucker (2007) samaradorlikning ikki o‘lchamini — «to‘g‘ri ish qilish» (effectiveness) va «ishni to‘g‘ri qilish» (efficiency) — alohida ajratib, ularning kombinatsiyasini baholash zarurligini ko‘rsatdi. Hudson va boshq. (2001) kichik biznes uchun xos bo‘lgan samaradorlik o‘lchash muammolarini — ma'lumotlar chekliligi, resurs tanqisligi, soddalashtirilgan hisobot tizimi — chuqur tahlil qildi va ular uchun moslashtirilgan ko‘rsatkichlar tizimi zarurligini asosladi.

Statistik asoslangan baholash tizimlarida Principal Component Analysis (PCA) usuli alohida o‘rin tutadi. Jolliffe va Cadima (2016) ko‘rsatdiki, PCA ko‘p o‘zgaruvchili ma'lumotlar to‘plamida eng muhim komponentlarni ajratib, ular uchun statistik jihatdan asoslangan vaznlarni belgilaydi. Bu esa subyektiv ekspert baholariga nisbatan ob'ektivroq natijalar beradi. O‘zbekiston sharoitida Burxonov va boshq. (2024) sanoat korxonalarida integral differensial tenglamalar yordamida iqtisodiy barqarorlikni baholash metodologiyasini ishlab chiqib, ko‘p omilli yondashuvning samaradorligini isbotladi. Sativaldiyeva va boshq. (2024) esa O‘zbekistondagi metall ishlab chiqarish sanoatida xarajatlarni strategik boshqarishda ko‘p omilli tahlilning ahamiyatini ta'kidladi.

Mahalliy tadqiqotchilar orasida Qosimova va Nutfulloev (2024) O‘zbekistonda kichik va xususiy tadbirkorlik subyektlari faoliyatini tashkil etishdagi hozirgi holat va muammolarni o‘rganib, biznes jarayonlarini baholashning institutsional to‘siqlarini aniqladi. Nutfulloev (2024) kichik biznes

ISSN 3030-3907

va tadbirkorlik subyektlarida biznes jarayonlarini to‘g‘ri baholash va tashkil etishning uslubiy va raqamli asoslarini ko‘rib chiqib, yangi konseptual yondashuvlarni taklif etdi. Ushbu adabiyotlar sharhi shuni ko‘rsatadiki, kichik biznes uchun mo‘ljallangan, PCA usulida vaznlari statistik asosda belgilangan va real amaliyotda sinovdan o‘tgan ko‘p omilli baholash mexanizmlari hali yetarli darajada ishlab chiqilmagan — aynan ushbu bo‘shliqni to‘ldirish ushbu maqolaning ilmiy yangiligi hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqotda iqtisodiy-statistik usullar, tizimli tahlil, guruhlash, taqqoslash va ko‘p omilli ekonometrik tahlil usullaridan foydalanildi. Taklif etilayotgan ko‘p omilli baholash mexanizmi uchta asosiy metodologik tarkibiy qismni o‘z ichiga oladi.

Birinchi tarkibiy qism — ko‘rsatkichlar tizimini shakllantirish. Mavjud ilmiy adabiyotlar va amaliyotni o‘rganish asosida kichik biznes subyektlari faoliyatini har tomonlama tavsiflovchi 7 ta asosiy samaradorlik ko‘rsatkichi (K1-K7) aniqlandi. Ushbu ko‘rsatkichlar moliyaviy, ishlab chiqarish, bozor va resurs samaradorligini qamrab oladi. Ko‘rsatkichlarni tanlashda quyidagi mezonlarga amal qilindi: ma'lumotlarning qoida bo‘yicha mavjud hisobotlardan olish mumkinligi; ko‘rsatkichning kichik biznes uchun amaliy ahamiyatliligi; bir-birini to‘ldiruvchi, lekin takrorlanmaydigan xususiyatliligi.

Ikkinchi tarkibiy qism — vaznlarni statistik aniqlash. Har bir ko‘rsatkichning umumiy samaradorlik ko‘rsatkichiga hissasini ob'ektiv aniqlash uchun Principal Component Analysis (PCA) usuli qo‘llanildi. PCA usuli an'anaviy ekspert baholariga nisbatan afzalliklarga ega: ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi korrelyatsiyani (multikollinearlik) inobatga oladi; vaznlarni ma'lumotlarning o‘zidan statistik chiqaradi; sub'ektivlikni minimallashtiradi (Jolliffe va Cadima, 2016). Vaznlar hisoblashda har bir ko‘rsatkichning birinchi bosh komponentdagi yuklamasining absolyut qiymati (moduli) olinib, umumiy yig‘indiga nisbati sifatida normallantirildi.

Uchinchi tarkibiy qism — joriy etish va sinovdan o‘tkazish. Taklif etilgan mexanizm "AAR CLEAN" MChJ korxonasi misolida 2021–2024-yillar davomida sinovdan o‘tkazildi. Ushbu korxona toshkentlik tozalash xizmatlari va tegishli yordamchi materiallar ishlab chiqaruvchi kichik biznes subyekti bo‘lib, 53 dan 67 nafargacha xodimni ish bilan ta'minlagan. Ma'lumotlar manbalari sifatida korxonaning rasmiy moliyaviy hisobotlari, ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari va HR ma'lumotlaridan foydalanildi. Statistik hisob-kitoblar STATA 15.0 dasturida amalga oshirildi.

TAHLIL VA NATIJALAR MUHOKAMASI.

ISSN 3030-3907

Ko‘p omilli baholash mexanizmi asosida ishlab chiqilgan tizim yordamida korxonalardagi mavjud hisobotlar asosida asosiy 7 ta ko‘rsatkich hisoblanadi va ular orqali biznes samaradorligi aniqlanadi. Quyida ushbu ko‘rsatkichlarning hisoblash tartibi batafsil keltirilgan (1-jadval).

1-jadval

Biznes jarayonlarini baholashning ko‘p omilli usuli mexanizmini ko‘rsatkichlarini hisoblash tartibi

№	Ko‘rsatkich nomi	Hisoblash tartibi	Hisoblash formulasi
1.	Mahsuldorlik (K_1)	Umumiy mahsulot hajmi / Ishchilar soni	$K_1 = Y / L$
2.	Samaradorlik koeffitsiyenti, % (K_2)	Sof foyda / Umumiy daromad	$K_2 = P / C$
3.	Xarajatlar samaradorligi (K_3)	Umumiy mahsulot hajmi / Umumiy xarajatlar	$K_3 = Y / C$
4.	Kapital rentabelligi — ROI (K_4)	Sof foyda / Investitsiyalar hajmi	$K_4 = P / I$
5.	Sotuvlar o‘sish sur'ati, % (K_5)	((Joriy yil − O‘tgan yil) / O‘tgan yil) × 100%	$K_5 = [(St - St{-}1) / St{-}1] \times 100\%$
6.	Aylanma koeffitsiyenti (K_6)	Umumiy mahsulot hajmi / O‘rtacha aktivlar	$K_6 = Y / A$
7.	Ishlab chiqarish sig‘imi bandligi, % (K_7)	Joriy ishlab chiqarish / Maksimal quvvat × 100%	$K_7 = (Y_{cur} / Y_{max}) \times 100\%$

Manba: *Nutfulloev (2023) asosida muallif ishlanmasi.*

Ko‘p omilli baholash tizimi uchun Yagona Kompleks Ko‘rsatkich (YKK) quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$YKK = \Omega 1K_1 + \Omega 2K_2 + \Omega 3K_3 + \Omega 4K_4 + \Omega 5K_5 + \Omega 6K_6 + \Omega 7K_7 \quad (1)$$

Bu yerda: Y — umumiy mahsulot hajmi; L — ishchilar soni; P — sof foyda; C — umumiy xarajatlar; I — investitsiyalar; St, St-1 — joriy va o‘tgan yillardagi sotuv hajmi; A — o‘rtacha aktivlar; Ycur — joriy ishlab chiqarish hajmi; Ymax — maksimal ishlab chiqarish quvvati; Ωi — har bir ko‘rsatkichning vazni ($\Sigma\Omega i = 1$).

ISSN 3030-3907

YKK natijasiga ko‘ra korxona biznes jarayonlarining umumiy holati quyidagi mezonlar asosida tasniflanadi (2-jadval). Bu mezonlar korxona uchun aniq strategik qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

2-jadval

Yagona kompleks ko‘rsatkichi qiymatini baholash mezonlari

YKK qiymati	Holat	Izoh va tavsiya
30 va undan yuqori	Yuqori darajada samarali	Korxona moliyaviy va ishlab chiqarish jihatdan barqaror, innovatsion rivojlanishga tayyor. Kengayish va innovatsiya strategiyalarini qo‘llash maqsadga muvofiq.
25,00 – 29,99	O‘rtacha yaxshi	Barqaror rivojlanayotgan, lekin ayrim yo‘nalishlarda e'tibor talab etuvchi muammolar mavjud. Samaradorlikni oshirish choralari ko‘rilishi lozim.
20,00 – 24,99	O‘rtacha zaif	Moliyaviy yoki boshqaruvdagi muammolar mavjud. Zudlik bilan tizimli tahlil va islohotlar zarur.
15,00 – 19,99	Zaif faoliyat	Barqarorlik xavf ostida, foyda past, investitsiya jalb qilish qiyin. Qayta restrukturizatsiya zarur.
15 dan past	Tanazzul yoqasida	Bankrotlik yoki to‘liq ishdan chiqish xavfi yuqori. Tashqi boshqaruv va moliyaviy yordam zarur.

Taklif etilgan mexanizm "AAR CLEAN" MChJ korxonasida 2021–2023-yillar davomida joriy etildi. Baholash uchun zaruriy ma'lumotlar kamida so‘nggi 3 yil uchun korxona rasmiy hisobotlaridan olindi. Tahlil natijasida ko‘rsatkichlar asosida strategik qarorlar qabul qilindi va 2024-yilga kelib korxona faoliyati sezilarli yaxshilandi.

"AAR CLEAN" MChJ ning 2021–2024-yillardagi asosiy moliyaviy-iqtisodiy ko‘rsatkichlari 3-jadvalda keltirilgan. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, barcha asosiy ko‘rsatkichlarda barqaror ijobiy dinamika kuzatildi.

Ko‘rsatkichlar vaznlarini ob'ektiv aniqlash uchun PCA usuli qo‘llanildi. Hisoblash natijasida birinchi bosh komponent (Comp1) umumiy dispersiyaning 98,4 foizini tushuntirdi (eigenvalue = 6,89), bu esa ko‘rsatkichlar o‘rtasida kuchli tizimli bog‘liqlik mavjudligini bildiradi.

3-jadval

"AAR CLEAN" MChJ korxonasining 2021–2024-yillardagi moliyaviy-iqtisodiy ko‘rsatkichlari (mln so‘m)

Ko‘rsatkich	2021	2022	2023	2024	O‘sish 23/24

ISSN 3030-3907

Umumiy daromad	2 525,6	3 012,5	3 624,8	4 513,9	**+24,5%**
Sof foyda	335,2	378,9	432,7	537,5	**+24,2%**
Umumiy xarajatlar	2 190,4	2 633,5	3 192,1	3 976,4	**+24,6%**
Investitsiyalar hajmi	250,2	300,9	350,7	400,3	**+14,2%**
Asosiy vositalar va aktivlar	3 258,5	3 547,2	3 862,1	4 225,8	**+9,4%**
Ishchilar soni (nafar)	53	57	61	67	**+9,8%**
Joriy ishlab chiqarish hajmi	2 424,9	2 856,3	3 327,4	4 128,7	**+24,1%**
Joriy yil sotuvlari	2 512,4	2 915,8	3 438,2	4 442,7	**+29,2%**

Manba: Muallif tomonidan "AAR CLEAN" MChJ korxonasining rasmiy hisobotlari asosida tuzilgan.

Har bir ko‘rsatkich yuklamasining modulini umumiy yig‘indiga nisbati sifatida normallantirilgan vaznlar quyidagi formuladan aniqlandi:

$$W_i = |PCi| / \Sigma|PCj| \qquad (2)$$

PCA natijasida hisoblangan vaznlar barcha yillar uchun o‘xshash: mahsuldorlik (0,1425), samaradorlik (0,1429), xarajat samaradorligi (0,1429), kapital rentabelligi (0,1376), sotuvlar o‘sishi (0,1414), aylanma koeffitsiyenti (0,1425) va sig‘im bandligi (0,1429). Vaznlarning bir-biriga yaqinligi ko‘rsatkichlar o‘rtasida teng darajada yuqori bog‘liqlik mavjudligini tasdiqlaydi. YKK ning 2021–2024-yillardagi dinamikasi 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

Yagona kompleks ko‘rsatkich (YKK) ning yillar bo‘yicha dinamikasi — "AAR CLEAN" MChJ

Ko‘rsatkich	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**
Mahsuldorlik (K_1)	47,65	52,85	59,42	67,37
Samaradorlik koeff., % (K_2)	15,30	14,39	13,55	14,96
Xarajat samaradorligi (K_3)	1,15	1,14	1,14	1,15
Kapital rentabelligi — ROI (K_4)	1,34	1,26	1,23	1,47
Sotuvlar o‘sish sur'ati, % (K_5)	22,72	16,06	17,92	29,21
Aylanma koeffitsiyenti (K_6)	0,78	0,85	0,94	1,07
Sig‘im bandligi, % (K_7)	75,48	80,66	84,81	91,07

ISSN 3030-3907

YKK (Yagona kompleks ko‘rsatkich)	21,28	22,49	23,60	28,51
Holat (2-jadval mezoniga ko‘ra)	O‘rtacha zaif	O‘rtacha zaif	O‘rtacha zaif	O‘rtacha yaxshi

Manba: Muallif tomonidan "AAR CLEAN" MChJ rasmiy hisobotlari va PCA natijalari asosida hisoblangan.

4-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, 2021–2023-yillarda korxona YKK bo‘yicha "O‘rtacha zaif" (20–24,99) kategoriyasida bo‘lgan. Baholash natijasida aniqlangan zaif tomonlar — mahsuldorlikning nisbatan pastligi va kapital rentabelligining o‘rtachadan pastligi — bo‘yicha strategik qarorlar qabul qilindi va amalga oshirildi. Natijada 2024-yilga kelib YKK 28,51 ga oshib, korxona "O‘rtacha yaxshi" (25–29,99) kategoriyasiga o‘tdi. Bu 2023-yilga nisbatan 4,91 birlik yoki 20,8 foizlik o‘sish demakdir.

Ko‘rsatkich kesimida baholasak, 2024-yilda mehnat unumdorligi (K_1) 67,37 mln so‘mga yetib, 13,4 foizga oshdi — bu bevosita ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, ilg‘or texnologiyalar joriy etish va xodimlar malakasini oshirishning samarasidir. Sotuvlar o‘sish sur'ati (K_5) 29,21 foizga yetib, 2023-yilga nisbatan 11,29 foizlik kuchli o‘sish ko‘rsatdi. Ishlab chiqarish sig‘imi bandligi (K_7) 91,07 foizga yetgani ishlab chiqarish imkoniyatlaridan maksimal darajada foydalanilayotganini ko‘rsatadi. Kapital rentabelligining (K_4) 1,23 dan 1,47 ga oshishi (19,5 foizlik o‘sish) investitsiyalardan olinayotgan daromadlilik oshganini anglatadi.

Ushbu mexanizmni amalga oshirish jarayonida tahlil natijasida kuchli tomonlar — samaradorlik va sotuvlar o‘sishi yaxshi ko‘rsatkichlarga ega ekanligi — aniqlandi. Zaif tomonlar — mahsuldorlik va investitsiya rentabelligining pastligi — bo‘yicha esa tegishli strategiyalar ishlab chiqildi. Modelning tatbiq etilishi korxona foydasining 3,6 foizga oshishiga, umumiy xarajatlarning esa -2,4 foizga kamayishiga olib keldi, buning natijasida korxonaning umumiy samaradorlik ko‘rsatkichi qo‘shimcha ravishda 5,1 foizga oshishiga erishildi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Ushbu maqolada kichik biznes va xususiy tadbirkorlik subyektlarida biznes jarayonlarini samaradorligini baholashning ko‘p omilli mexanizmi ishlab chiqildi va "AAR CLEAN" MChJ korxonasida 2021–2024-yillar davomida sinovdan o‘tkazildi. Tadqiqot quyidagi asosiy xulosalar bilan yakunlanadi.

Birinchidan, taklif etilgan ko‘p omilli mexanizm 7 ta asosiy ko‘rsatkich (K1-K7) va PCA usulida statistik asosda aniqlangan vaznlar kombinatsiyasidan iborat Yagona Kompleks Ko‘rsatkich (YKK) orqali kichik biznes subyektining umumiy samaradorlik holatini tezkor, ob'ektiv va amaliy jihatdan qo‘llay oladigan tarzda

ISSN 3030-3907

baholash imkonini beradi. An'anaviy audit yoki keng qamrovli biznes-diagnostikaga nisbatan bu mexanizm kam vaqt va mablag‘ talab qilishi, mavjud hisobotlar asosida ishlatilishi va kichik biznes uchun real amalga oshirish mumkinligi bilan ajralib turadi.

Ikkinchidan, PCA usulining ko‘rsatkich vaznlarini aniqlashga qo‘llanilishi sub'ektiv ekspert baholarini istisno etib, statistik jihatdan asoslangan natijalar berdi. Birinchi bosh komponentning umumiy dispersiyaning 98,4 foizini tushuntirishi (eigenvalue = 6,89) mexanizmning statistik sifatini tasdiqlaydi. Bu yondashuv kelajakda boshqa kichik biznes subyektlari uchun ham replikatsiya qilish mumkin.

Uchinchidan, "AAR CLEAN" MChJ da amaliy sinovdan o‘tkazilganda sezilarli ijobiy natijalar qayd etildi: YKK 21,28 dan 28,51 ga ko‘tarildi (20,8 foizlik o‘sish), korxona "O‘rtacha zaif" toifasidan "O‘rtacha yaxshi" toifasiga o‘tdi, daromad 24,5 foizga, sof foyda 24,2 foizga, ishlab chiqarish sig‘imi bandligi esa 91,07 foizga yetdi. Bu natijalar mexanizmning real amaliy samaradorligini isbotlaydi.

Tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi amaliy takliflar ilgari suriladi. Kichik biznes va xususiy tadbirkorlik subyektlariga: taklif etilgan ko‘p omilli mexanizmni choraklik yoki yillik monitoring vositasi sifatida joriy etish tavsiya etiladi — bu qaror qabul qilishni tezlashtiradi va resurslar taqsimotini optimallashtiradi. Siyosatchilar va davlat idoralariga: O‘zbekiston Savdo-sanoat palatasi tarkibidagi kichik biznes subyektlarining YKK ko‘rsatkichlarini davlat qo‘llab-quvvatlash mexanizmlari bilan bog‘laydigan dasturlar ishlab chiqish maqsadga muvofiq bo‘lar edi — bu shaffof va adolatli rag‘batlantirishni ta'minlaydi. Kelajak tadqiqotlar uchun: usulning katta namuna asosida ko‘proq korxonalarda sinovdan o‘tkazilishi, yirik korxonalar uchun moslashtirilgan kengaytirilgan versiyasini ishlab chiqish va YKK ning uzoq muddatli o‘sish ko‘rsatkichlari bilan korrelyatsiyasini o‘rganish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Burxonov, A.U., Qodirov, A.M., Usmonov, B., & Nizomiddinov, J.Z. (2024). Sanoat korxonalarining iqtisodiy barqarorligini baholash metodologiyasi. Eshov, M.P., Abduraxmanova, G.K. (Tahr.) UFRS (jild. 33B). Emerald Publishing Limited, 55–65. https://doi.org/10.1108/S1877-63612024000033B008

2. Davenport, T.H. (1993). Process innovation: Reengineering work through information technology. Harvard Business School Press, Boston. Drucker, P.F. (2007). The practice of management. Routledge, Oxford.

3. Hammer, M. (2015). What is business process management? In J. vom Brocke & M. Rosemann (Eds.), Handbook on Business Process Management (Vol. 1, pp. 3–16). Springer, Berlin.

ISSN 3030-3907

4. Hammer, M., & Champy, J. (1993). Reengineering the corporation: A manifesto for business revolution. HarperBusiness, New York.
5. Hudson, M., Smart, A., & Bourne, M. (2001). Theory and practice in SME performance measurement systems. International Journal of Operations & Production Management, 21(8), 1096–1115.
6. Jolliffe, I.T., & Cadima, J. (2016). Principal component analysis: A review and recent developments. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 374(2065), 20150202.
7. Kaplan, R.S., & Norton, D.P. (1996). The balanced scorecard: Translating strategy into action. Harvard Business School Press, Boston. Nutfulloev, T.G‘. (2023). Biznes jarayonlarini tashkil etish va modellarning ham tahlili. Amerika fanlararo tadqiqot va rivojlanish jurnali, 22, 33–38. https://ajird.journalspark.org/index.php/ajird/article/view/822
8. Nutfulloev, T.G‘. (2024). Kichik biznes va tadbirkorlik sub'ektlarida biznes jarayonlarini to‘g‘ri baholash va tashkil etishning uslubiy va raqamli asoslari. Iqtisodiyot va ta'lim, 25(1), 351–355. https://cedr.tsue.uz/index.php/journal/article/view/1463
9. O‘zbekiston Respublikasi Statistika qo‘mitasi. (2024). Kichik tadbirkorlik statistikasi: Asosiy ko‘rsatkichlar to‘plami 2024. Toshkent.
10. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. (2023). Tadbirkorlik subyektlarining barqarorlik reytingini aniqlash tartibi to‘g‘risidagi nizomni tasdiqlash haqida 55-son qaror. https://lex.uz/docs/-6785751#-6786367
11. Qosimova, D.S., & Nutfulloev, T.G‘. (2024). O‘zbekistonda kichik va xususiy tadbirkorlik subyiblari faoliyatini tashkil etishning hozirgi holati va muammolarni tahlili va yechimi. Jahon iqtisodiyoti va moliya byulleteni, 32, 132–137.
12. Sativaldiyeva, D.A., Xaydarova, N.A., & Tursunaliev, I.U. (2024). Xarajatlarni strategik boshqarishning ahamiyati: O‘zbekistonda metall ishlab chiqarish sanoati misollari. UFRS (jild. 33B). Emerald Publishing Limited, 41–46. https://doi.org/10.1108/S1877-63612024000033B006
13. Zairi, M., & Sinclair, D. (1995). Business process re-engineering and process management: A survey of current practice and future trends. Business Process Management Journal, 1(1), 8–30.

ISSN 3030-3907

UDK 821.16

PRAGMATIK SUKUT AKTIDA XUSHMUOMALALIK PRINTSIPI

Anarkulova Zubayda Fayzullo qizi
O‘zbekiston davlat jahon tillari universiteti o‘qituvchisi
Orchid: https://orcid.org/0009-0007-2703-1658
E-mail: zubaydaanarkulova@gmail.com
Axmedova Nodira Rustamovna
A teacher of Uzbekistan State World Languages University
Orchid:https://orcid.org/0009-0002-2344-0140
Email: axmedovanodirabegim784@gmail.com
Niyadullayeva Sabrina Shavkat qizi
A teacher of Uzbekistan State World Languages University
E-mail: sabrinaumarova98@mail.ru
Dr. Nor Asiah Binti Mohamad
Prof. Sultan Idris University. Malaysia
E-mail: norasiah.razak@meta.upsi.edu.my

Annotatsiya. Mazkur maqolada pragmatik sukut akti va uning nutq jarayonidagi o‘rni tahlil qilinadi. Sukutning kommunikativ vosita sifatidagi ahamiyati hamda xushmuomalalik printsipi bilan bog‘liqligi yoritilib, uning ijtimoiy va pragmatik funksiyalari aniqlanadi.

Kalit so‘zlar. pragmatika, sukut akti, xushmuomalalik printsipi, nutq akti, kommunikatsiya

Аннотация. В статье анализируется прагматический акт молчания и его роль в речевом процессе. Рассматривается значение молчания как коммуникативного средства и его связь с принципом вежливости, а также выявляются его социальные и прагматические функции.

Ключевые слова. прагматика, акт молчания, принцип вежливости, речевой акт, коммуникация

Abstract. This article analyzes the pragmatic act of silence and its role in communication. It highlights silence as a communicative tool, its relation to the politeness principle, and identifies its social and pragmatic functions in discourse.

Keywords. pragmatics, silence act, politeness principle, speech act, communication

KIRISH.

Pragmatika tilshunoslikning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u nutq jarayonida til birliklarining qanday ma’no kasb etishini, ya’ni ularning kontekst, vaziyat va nutq ishtirokchilarining o‘zaro munosabatiga bog‘liq holda qanday talqin qilinishini o‘rganadi. Shu nuqtai nazardan, nutq faqat so‘zlar orqali emas,

ISSN 3030-3907

balki turli noverbal vositalar, jumladan, sukut orqali ham amalga oshiriladi. Pragmatik sukut akti — bu kommunikatsiyada ongli ravishda qo‘llaniladigan va muayyan ma’no yuklaydigan sukut holati bo‘lib, u nutqning ajralmas qismi sifatida xizmat qiladi.

Sukut har doim ham oddiy “gapirmaslik” emas, balki u ma’lum kommunikativ maqsadni ifodalovchi vosita hisoblanadi. Ayniqsa, insonlar o‘rtasidagi ijtimoiy munosabatlarni tartibga solishda, hurmat va odob-axloq me’yorlarini saqlashda sukut muhim rol o‘ynaydi. Bu jarayonda xushmuomalalik printsipi alohida ahamiyat kasb etadi. Xushmuomalalik printsipi kommunikatsiya ishtirokchilarining bir-biriga nisbatan hurmat, e’tibor va ehtiyotkorlik bilan munosabatda bo‘lishini ta’minlaydi. Ko‘pincha insonlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri fikr bildirish o‘rniga sukut saqlash orqali suhbatdoshning his-tuyg‘ularini ranjitmaslikka, ijtimoiy muvozanatni buzmaslikka harakat qiladilar.

Pragmatik sukut aktida xushmuomalalik printsipi turli ko‘rinishlarda namoyon bo‘ladi. Masalan, suhbatdoshning fikriga qarshi chiqmaslik uchun sukut saqlash, noqulay savollarga javob bermaslik orqali vaziyatni yumshatish yoki kattalarga hurmat yuzasidan ortiqcha gapirmaslik kabi holatlar bunga misol bo‘la oladi. Bunday sukutlar kommunikativ strategiya sifatida xizmat qilib, nutq jarayonining samaradorligini oshiradi va ijtimoiy uyg‘unlikni ta’minlaydi.

Shu sababli, pragmatik sukut aktini xushmuomalalik printsipi bilan bog‘liq holda o‘rganish kommunikatsiya jarayonining chuqur mohiyatini anglashga yordam beradi. Bu yondashuv nafaqat tilshunoslik, balki psixologiya, madaniyatshunoslik va sotsiologiya kabi fanlar bilan ham uzviy bog‘liq bo‘lib, insonlar o‘rtasidagi muloqotning murakkab va ko‘p qirrali tabiatini yoritib beradi.

Zamonaviy tilshunoslikda kommunikatsiya nafaqat verbal, balki noverbal vositalar orqali ham amalga oshirilishi isbotlangan. Shu nuqtai nazardan, sukut muhim pragmatik birlik sifatida namoyon bo‘ladi.

Mavzuning dolzarbligi shundaki, globallashuv sharoitida madaniyatlararo muloqot kengayib borayotgan bir paytda, sukutning kommunikativ va sotsiomadaniy xususiyatlarini o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur maqolaning maqsadi – pragmatik sukut aktida xushmuomalalik printsipining namoyon bo‘lish xususiyatlarini tahlil qilish va uning kommunikativ vazifalarini aniqlashdir.

Vazifalar:

sukutning pragmatik mohiyatini ochib berish;

uning kommunikativ funksiyalarini aniqlash;

xushmuomalalik printsipi bilan bog‘liqligini tahlil qilish.

ISSN 3030-3907

ASOSIY QISM. Sukunat ham nutq kabi tilda kommunikativ xususiyatga ega, chunki u so‘zlovchining xohishi natijasida yuzaga keladi va xabar berish, his-tuyg‘ularni yetkazish, signalning navbatini almashtirish, murojaat qiluvchini faollashtirish kabi vazifalarni bajaradi. Og‘zaki sukunat nutq bilan bir qatorda, hayotning barcha sohalarida lingvistik funksiyalarni bajarish uchun ishlatiladi, shuningdek, turli xil yozma matnlarda qo‘llaniladi. Badiiy asarlarda ham qahramonlarning sukut saqlashi juda muhim detallardan biri hisoblanadi. Sukut holatlari shunchaki yozib o‘tilmaydi, albatta. Har bir holat muallif tomonidan izohlanib boriladi. Aksariyat badiiy matnlarni kuzatadigan bo‘lsak, sukut sholati faqatgina “sukut saqlamoq” yoki “sukut qilmoq” jumlalari bilan ifodalanib qolmaydi. Aksincha vaziyatdan kelib chiqqan holatda “tin olmoq”, “sas-sadosiz”, “og‘ir sukunat”, “tikilib qolmoq”, “unsiz”, “termulib qolmoq”, “so‘zsiz qolmoq”, “qotib qolmoq”, “jim bo‘lmoq”, “sukunat cho‘kmoq”, “tiq etgan tovush eshitilmasligi”, “jim”, “sado chiqmaslik”, “gap-so‘zsiz”, “suv quygandek jimjit”, “tili kalimaga kelmaslik”, “haykaldek qotmoq”, “ko‘z tikib qolmoq”, “tosh kabi qotmoq” va shu kabi boshqa jumlalar bilan ifodalanganlligining guvohi bo‘lamiz.

Pragmatik tilshunoslikda nutq faqat aytilgan so‘zlar bilan emas, balki aytilmagan, ya’ni sukut orqali ham amalga oshiriladi. Sukut akti (inglizcha silence act) kommunikativ jarayonning muhim tarkibiy qismi bo‘lib, u ma’no ifodalash, munosabat bildirish va ijtimoiy aloqalarni tartibga solishda faol ishtirok etadi. Shu nuqtai nazardan, sukutni pragmatik jihatdan tahlil qilishda xushmuomalalik prinsipi alohida ahamiyat kasb etadi.

1. Xushmuomalalik prinsipining nazariy asoslari.

Xushmuomalalik prinsipi nutq ishtirokchilari o‘rtasida ijtimoiy muvozanatni saqlash, hurmat va ehtiromni ifodalashga xizmat qiladi. Ushbu prinsipga ko‘ra, so‘zlovchi va tinglovchi o‘zaro muloqotda bir-birining “ijtimoiy yuzini” (ya’ni obro‘-e’tiborini) himoya qilishga intiladi. Sukut esa ana shu himoya mexanizmlaridan biri sifatida namoyon bo‘ladi.

2. Sukut aktining pragmatik xususiyatlari.

Sukut har doim ham kommunikativ bo‘shliq emas; aksincha, u quyidagi vazifalarni bajarishi mumkin:

Rad etishning yumshoq shakli – to‘g‘ridan-to‘g‘ri “yo‘q” demasdan, sukut saqlash orqali muloyimlikni saqlash.

Hurmat ifodasi – katta yoshli yoki yuqori maqomdagi shaxs oldida ortiqcha gapirmaslik.

Konfliktni oldini olish – bahsli vaziyatda sukut saqlab, keskinlikni kamaytirish.

Mulohaza belgisi – fikrni o‘ylab ko‘rish jarayonini ko‘rsatish.

ISSN 3030-3907

3. Xushmuomalalik va sukut o‘rtasidagi bog‘liqlik.

Sukut akti ko‘pincha xushmuomalalik strategiyasi sifatida qo‘llanadi. Ayniqsa, quyidagi holatlarda bu yaqqol ko‘rinadi:

Salbiy javobni yashirish: suhbatdoshni ranjitmaslik uchun sukut saqlanadi.

Noqulay savollardan qochish: bevosita javob bermaslik orqali ijtimoiy noqulaylik kamaytiriladi.

Ijtimoiy masofa saqlanishi: rasmiy muhitda ortiqcha gapirmaslik hurmat belgisi sifatida qabul qilinadi.

4. Madaniy omillarning ta’siri.

Sukutning xushmuomalalik vositasi sifatidagi talqini madaniyatga bog‘liq. Sharqona kommunikativ madaniyatda sukut ko‘pincha ijobiy baholanadi va odob belgisi hisoblanadi. G‘arb madaniyatida esa ba’zan sukut noqulaylik yoki befarqlik sifatida talqin qilinishi mumkin. Shu sababli, sukut aktining pragmatik talqini kontekst va madaniy fondga bog‘liq holda o‘zgaradi. Pragmatik sukut aktida xushmuomalalik prinsipi nutq jarayonining muhim regulyatori sifatida xizmat qiladi. Sukut orqali insonlar nafaqat axborot uzatadi, balki ijtimoiy munosabatlarni muvozanatlashtiradi, hurmatni ifodalaydi va kommunikativ muhitni barqaror saqlaydi. Demak, sukutni to‘g‘ri talqin qilish uchun uning lingvistik emas, balki pragmatik va ijtimoiy jihatlarini ham chuqur o‘rganish zarur.

Pragmatik tilshunoslik nutq jarayonini faqat til birliklari orqali emas, balki ularning qo‘llanish sharoiti va kommunikativ maqsadi orqali ham o‘rganadi. Shu jihatdan sukut oddiy jim turish emas, balki ma’lum ma’no yuklovchi murakkab hodisadir. Nutq aktlari nazariyasiga ko‘ra, har qanday nutqiy harakat ma’lum maqsadga xizmat qiladi. Shu asosda sukut ham alohida nutq akti sifatida qaraladi. U orqali bilvosita ma’no ifodalash mumkin. Xushmuomalalik printsipi muloqot jarayonida muhim o‘rin tutadi. Sukut orqali suhbatdoshga hurmat ko‘rsatish, uning “ijtimoiy yuzini” saqlash va kommunikativ muvozanatni ta’minlash mumkin. Shuningdek, hamkorlik printsipi doirasida sukut implikatura hosil qiluvchi vosita sifatida namoyon bo‘ladi. Ya’ni, aytilmagan, ammo anglashiladigan ma’no yuzaga keladi.

Tadqiqot metodlari:

pragmatik tahlil;

diskursiv tahlil;

qiyosiy tahlil;

kuzatish metodi.

Natijalar

Tahlillar natijasida pragmatik sukutning quyidagi funksiyalari aniqlandi:

Xushmuomalalikni ifodalash – suhbatdoshga hurmat bildiriladi.

ISSN 3030-3907

Konfliktni yumshatish – keskin vaziyatlar kamayadi.
Ma’no kuchaytirish – fikr ta’sirchanligi oshadi.
Ijtimoiy masofani saqlash – rasmiy munosabatlar tartibga solinadi.

Shuningdek, turli madaniyatlarda sukutning talqini farq qilishi aniqlandi. Sharq madaniyatida u hurmat belgisi bo‘lsa, G‘arbda ba’zan noaniqlik sifatida qabul qilinadi. Izlanishlar natijasida sukut holatini ifodalab keluvchi quyidagi iboralarni tahlil qildik: mum tishlamoq – gapirishni xohlamaslik; og‘ziga talqon solmoq – xohlaganda ham gapira olmaslik (chunki inson og‘zida talqon bor vaqtda og‘zini qimirlata olmaydi, aks holda talqonni yutib yuborishi mumkin. Talqon odatda og‘izda ushlab turiladi); og‘zida qatiq ivitmoq – barchamizga ma’lumki, sutdan qatiq tayyorlash jarayonida unga biroz qatiqni aralashtirib o‘rab qo‘yiladi va toki qatiq holiga kelguncha, ya’ni ivigunicha o‘rnidan qimirlatib bo‘lmaydi, aks holda qatiq ivimay qoladi. Ushbu iborada ham majburiy sukut holati ifodalangan; lommim demaslik - arab alifbosidagi lom (ل – (tovushi talaffuz qilinganda og‘iz ochiladi, mim (م (tovushi talaffuz qilinganda esa og‘iz yopiladi. Bunda inson shu darajadaki, hatto og‘zini ochib – yopishga ham imkon yo‘q; Tili tanglayiga yopishib qolmoq – bunda ham xohlaganda ham gapira olmaslik ma’nosini anglatib kelmoqda;

XULOSA VA AMALIY TAVSIYALAR.

Pragmatik sukut akti kommunikatsiyada muhim vosita hisoblanadi. U muloqot samaradorligini oshirish, ijtimoiy muvozanatni saqlash va xushmuomalalikni ifodalashda katta ahamiyatga ega. Sukut nafaqat nutqning tarkibiy qismi, balki mustaqil pragmatik birlik sifatida ham xizmat qiladi. U orqali yashirin ma’no ifodalanadi va kommunikativ jarayon boshqariladi. Pragmatik sukut akti kommunikatsiyada muhim va samarali vosita hisoblanadi. U nafaqat so‘z orqali, balki sukut orqali ham ma’no yetkazish mumkinligini ko‘rsatadi. Sukut turli vaziyatlarda turlicha mazmun kasb etib, hurmat, norozilik, o‘ychanlik yoki rozilikni ifodalashi mumkin. Shu bois, muloqot jarayonida sukutni to‘g‘ri anglash va undan o‘rinli foydalanish insonlar o‘rtasidagi tushunishni chuqurlashtiradi hamda kommunikatsiya samaradorligini oshiradi.

Amaliy tavsiyalar:
muloqot jarayonida sukutdan ongli ravishda foydalanish;
madaniyatlararo kommunikatsiyada sukut talqiniga e’tibor berish;
til o‘qitish jarayonida pragmatik vosita sifatida sukutni o‘rgatish;
konfliktlarni boshqarishda sukut strategiyalaridan foydalanish.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Austin J. L. How to Do Things with Words. Searle J. R. Speech Acts: An Essay in the Philosophy of Language. Leech G. Principles of Pragmatics. Grice P. Logic

ISSN 3030-3907

and Conversation. Levinson S. C. Pragmatics. Brown, P., Levinson, S. *Politeness: Some Universals in Language Usage*. Cambridge University Press, 1987.

2. Trosborg, A. *Pragmatics across Languages and Cultures*. De Gruyter, 2010.

3. O‘zbek tilshunosligiga oid manbalar: Mahmudov N., Nurmonov A. *O‘zbek tilining nazariy grammatikasi*. Toshkent, 2007.

ISSN 3030-3907

GAS TRANSPORT AND STRUCTURAL EFFECTS IN [EMIM][SCN] AND [EMIM][DCA] IONIC LIQUIDS: A MOLECULAR DYNAMICS STUDY

Akbar Kodirov
Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIIAME, Kori Niyoziy 39, 100000 Tashkent, Uzbekistan
E-mail: akbarqodirov26@gmail.com
Jamoliddin Razzokov
Institute of Fundamental and Applied Research, National Research University TIIAME, Kori Niyoziy 39, 100000 Tashkent, Uzbekistan

Annotatsiya. 1-etil-3-metilimidazoliy sianid ([EMIM][SCN]) va 1-etil-3-metilimidazoliy disianid ([EMIM][DCA]) ion suyuqliklarida karbonat angidrid (CO_2), vodorod sulfidi (H_2S) va metan (CH_4) gazlarining strukturaviy va transport xossalari 298 K va 373 K haroratlarda atomistik molekulyar dinamika modellashtirish yordamida o‘rganildi. Asosiy e’tibor gazlarning o‘z-o‘zidan diffuziya koeffitsientlariga hamda gazlarning erishi natijasida ion suyuqlik mikrostrukturasi qanday o‘zgarishiga qaratildi; bu esa kation–kation radial taqsimot funksiyalari (RTF) orqali tavsiflandi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, gazlarning erishi ion suyuqlik strukturasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi, biroq H_2S CO_2 va CH_4 ga nisbatan biroz kuchliroq lokal tartiblanishni yuzaga keltiradi. Gazlarning harakatchanligi $D(CH_4) > D(CO_2) > D(H_2S)$ tartibida bo‘lib, bu gaz-anion o‘zaro ta’sir kuchi bilan izohlanadi. Barcha sharoitlarda [EMIM][DCA] [EMIM][SCN] ga nisbatan yuqori diffuziya koeffitsientlarini ko‘rsatadi, bu uning pastroq yopishqoqligi bilan bog‘liq. Haroratning oshishi diffuziyani sezilarli darajada kuchaytiradi, bu esa yopishqoqlikning kamayishi hamda o‘zaro ta’sirlarning zaiflashuvi bilan izohlanadi. Olingan natijalar sianofunksional ion suyuqliklarda anion tuzilishi, gaz–anion o‘zaro ta’sirlari va transport xossalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni molekulyar darajada tushuntirib beradi hamda tabiiy gazni tozalash jarayonlari uchun samarali absorbentlarni tanlashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Ion suyuqliklar; molekulyar dinamika; radial taqsimot funksiyasi; o‘z-o‘zidan diffuziya; o‘rtacha kvadrat siljish; gaz transporti; [EMIM][SCN]; [EMIM][DCA]; CO_2; H_2S; CH_4.

Аннотация. Структурные и транспортные свойства диоксида углерода (CO_2), сероводорода (H_2S) и метана (CH_4) в ионных жидкостях 1-этил-3-метилимидазолий тиоцианат ([EMIM][SCN]) и 1-этил-3-метилимидазолий дицианамид ([EMIM][DCA]) были исследованы с использованием атомистического молекулярно-динамического моделирования при

ISSN 3030-3907

температурах 298 K и 373 K. Особое внимание уделено коэффициентам самодиффузии газов и влиянию растворения газов на микроструктуру ионных жидкостей, характеризуемую радиальными функциями распределения (RDF) катион–катион. Результаты показывают, что растворение газов приводит лишь к незначительным изменениям структуры ионной жидкости, при этом H_2S вызывает несколько более выраженное локальное упорядочение по сравнению с CO_2 и CH_4. Подвижность газов подчиняется закономерности $D(CH_4) > D(CO_2) > D(H_2S)$, что отражает различия в силе взаимодействия газ–анион. Во всех условиях [EMIM][DCA] демонстрирует более высокие коэффициенты диффузии по сравнению с [EMIM][SCN], что связано с его более низкой вязкостью. Повышение температуры существенно увеличивает диффузию, что обусловлено как снижением вязкости, так и ослаблением специфических межмолекулярных взаимодействий. Полученные результаты дают молекулярно-уровневое представление о взаимосвязи между структурой аниона, взаимодействиями газ–анион и транспортными свойствами в циано-функционализированных ионных жидкостях, что имеет важное значение для разработки эффективных абсорбентов для очистки природного газа.

Ключевые слова: ионные жидкости; молекулярная динамика; радиальная функция распределения; самодиффузия; среднеквадратичное смещение; транспорт газов; [EMIM][SCN]; [EMIM][DCA]; CO_2; H_2S; CH_4

Abstract. Structural and transport properties of carbon dioxide (CO_2), hydrogen sulfide (H_2S), and methane (CH_4) in the ionic liquids 1-ethyl-3-methylimidazolium thiocyanate ([EMIM][SCN]) and 1-ethyl-3-methylimidazolium dicyanamide ([EMIM][DCA]) were investigated using atomistic molecular dynamics simulations at 298 K and 373 K. Particular attention was given to gas self-diffusion coefficients and the influence of gas dissolution on the ionic liquid microstructure, characterized by cation-cation radial distribution functions (RDFs). The results show that gas dissolution induces only minor perturbations in the ionic liquid structure, with H_2S producing slightly stronger local ordering effects compared to CO_2 and CH_4. Gas mobility follows the consistent trend $D(CH_4) > D(CO_2) > D(H_2S)$ in both systems, reflecting differences in gas–anion interaction strength. Across all conditions, [EMIM][DCA] exhibits higher diffusivities than [EMIM][SCN], in line with its lower viscosity. Increasing temperature significantly enhances diffusion, indicating the combined influence of reduced viscosity and weakened specific interactions. These findings provide molecular-level insight into the relationship between anion structure, gas-anion interactions, and transport properties in cyano-functionalized ionic liquids, with direct

ISSN 3030-3907

implications for the design of efficient absorbents in natural gas sweetening processes.

Keywords: Ionic liquids; molecular dynamics; radial distribution function; self-diffusion; mean square displacement; gas transport; [EMIM][SCN]; [EMIM][DCA]; CO_2; H_2S; CH_4

1. INTRODUCTION.

The removal of acid gases, principally CO_2 and H_2S, from natural gas streams is critical industrial process that directly affects pipeline integrity, combustion efficiency, and environmental compliance [1, 2]. Conventional aqueous amine-based technologies, although widely implemented, are associated with significant drawbacks, including high regeneration energy requirements, solvent degradation, and corrosion-related issues [3, 4]. These limitations have driven the search for alternative solvent systems with improved physicochemical performance. Room-temperature ionic liquids (RTILs) have attracted considerable attention as tunable, non-volatile solvents for gas capture and separation, combining negligible vapor pressure, wide liquid-phase stability windows, and the structural flexibility afforded by independent cation and anion selection [5-8]. Among these, imidazolium-based ionic liquids containing cyano-functionalized anions, such as thiocyanate ([EMIM][SCN]) and dicyanamide ([EMIM][DCA]), are of particular interest owing to their relatively low viscosities, which are advantageous for mass transfer and process efficiency. [9, 10].

Recent molecular simulation studies have provided valuable insights into the thermodynamics of gas absorption in these systems, including free energy profiles and solvation structures. [11], However, despite their industrial relevance, quantitative information on gas transport properties remains extremely limited. In particular, no self-diffusion data have been reported for CO_2, H_2S, and CH_4 in [EMIM][SCN], and only scarce experimental data exist for [EMIM][DCA]. This lack of transport data represents a significant barrier to the development of predictive models for gas absorption kinetics and process design.

In this work, fully atomistic molecular dynamics simulations are employed to investigate the structural and transport properties of CO_2, H_2S, and CH_4 in [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA] at 298 K and 373 K. Gas self-diffusion coefficients are evaluated from mean square displacement analysis, while cation–cation RDFs are used to probe structural perturbations upon gas dissolution. The aim of this study is to establish clear relationships between anion structure, gas–anion interactions, and transport behavior, thereby providing molecular-level insights relevant to the rational design of ionic liquids for natural gas sweetening applications.

ISSN 3030-3907

2. COMPUTATIONAL METHODS

2.1. Molecular Models and System Preparation

All MD simulations were carried out using the GROMACS-2021.4 software package with GPU acceleration. The two ionic liquids investigated in this work were [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA]. Force field parameters for both ILs were adopted from the literature [12], and the intermolecular parameters for CO_2 [13], H_2S [14] and CH_4 [15] were taken from dedicated parameterization studies. Initial simulation boxes were constructed using the PACKMOL software , with each system containing 500 $[EMIM]^+$ cations paired with 500 $[SCN]^-$ or 500 $[DCA]^-$ anions for the respective ILs. Prior to equilibration, each assembly was subjected to energy minimization via the steepest descent algorithm to remove steric clashes. Subsequently, the systems were equilibrated for 100 ns in the isothermal–isobaric (NPT) ensemble at 298 K and 1 bar. A semi-isotropic Parrinello-Rahman barostat was employed with a compressibility of 4.5×10^{-5} bar^{-1} and a pressure coupling time constant of 1.0 ps, while temperature control was achieved using a Nosé–Hoover thermostat with a coupling constant of 1.0 ps. Van der Waals and short-range electrostatic interactions were truncated at a cutoff distance of 1.3 nm, and long-range electrostatics were treated by the particle mesh Ewald (PME) method using a real-space cutoff of 1.3 nm and a reciprocal-space grid spacing of 0.15 nm.

2.2. MSD and RDF Simulations

For gas-IL production simulations, 24 gas molecules were introduced into each equilibrated IL box, corresponding to a low-concentration regime that avoids artificial clustering while ensuring adequate statistical sampling**,** followed by energy minimization and a 5 ns NVT equilibration at the target temperature.

Production NVT runs of 100 ns were then performed at each temperature (298 K and 373 K). Self-diffusion coefficients D were extracted from the linear regime of the ensemble-averaged MSD using the Einstein relation, with fitting performed over the final 10 ns where diffusive behavior is well established**.**

To improve statistical reliability, three independent replicas were simulated for each gas-IL temperature combination, and reported values are arithmetic means with standard deviations.

$EMIM^+$-$EMIM^+$ center-of-mass RDFs were computed over the full 100 ns production trajectory using the GROMACS gmx rdf utility (bin width 0.002 nm) for both pure IL and gas-loaded systems to quantitatively assess gas-induced structural perturbations.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Structural Analysis: Radial Distribution Functions

ISSN 3030-3907

The $EMIM^+$–$EMIM^+$ center-of-mass radial distribution functions (RDFs) for pure and gas-loaded [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA] at 298 K are shown in Figure 1. In both ionic liquids, the first coordination shell peak appears at r ≈ 0.42 nm with g(r) ≈ 1.47–1.49, followed by a broader second maximum at r ≈ 0.88 nm, consistent with established structural features of imidazolium-based systems. Notably, [EMIM][SCN] exhibits a slightly higher and sharper first peak compared to [EMIM][DCA], indicating more pronounced short-range ordering of the cationic network. This difference arises from the linear geometry of the SCN^- anion, which promotes more directional interactions and tighter packing, whereas the more delocalized and bifurcated structure of DCA^- allows greater orientational flexibility and reduced structural ordering.

Upon gas dissolution, distinct trends emerge depending on the nature of the gas molecule. For CO_2, the RDFs of both ionic liquids remain largely unchanged relative to their pure counterparts, with only minor variations in peak intensity. This indicates that CO_2 primarily occupies interstitial free volume and interacts moderately through quadrupole–charge interactions, stronger than **CH_4** but weaker than H_2S**,** without significantly disrupting the underlying cationic structure.

In contrast, H_2S produces a subtle but reproducible sharpening of the first RDF peak in [EMIM][SCN], while only minor changes are observed in [EMIM][DCA]. This behavior reflects the ability of H_2S to form directional interactions with the SCN^- anion, including hydrogen-bonding interactions, which locally enhance structural ordering and slightly perturb the ionic network. The effect is less pronounced in [EMIM][DCA], where the interaction sites are more symmetrically distributed.

For CH_4, no measurable changes in the RDFs are observed in either ionic liquid, and the profiles remain indistinguishable from those of the pure systems within statistical uncertainty. This is consistent with the nonpolar and spherically symmetric nature of CH_4, which prevents the formation of specific interactions with the ionic liquid components and results in behavior characteristic of an inert species occupying transient free volume cavities.

Overall, the magnitude of structural perturbation follows the order H_2S> CO_2> CH_4, reflecting the hierarchy of gas-anion interaction strengths. This structural trend provides a direct molecular-level basis for understanding the differences in gas mobility discussed in the following section.

ISSN 3030-3907

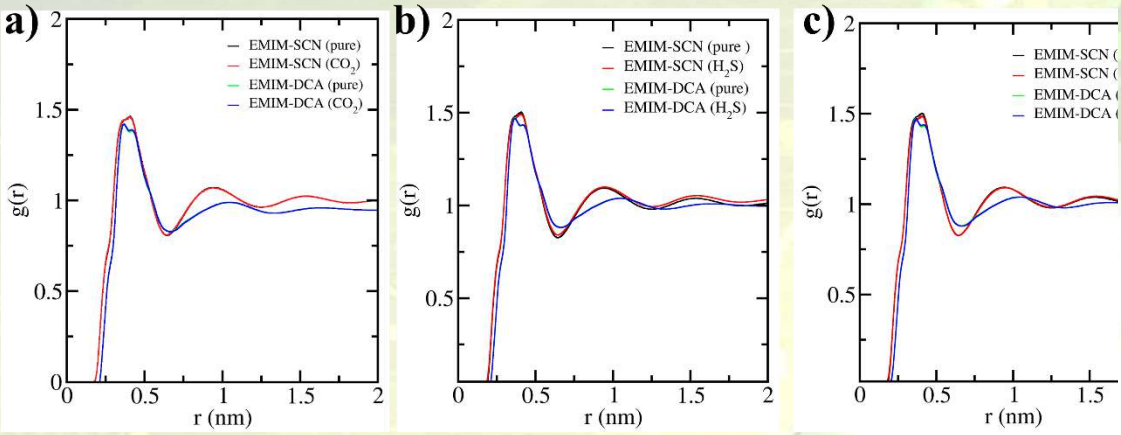


Figure 1. $EMIM^+$–$EMIM^+$ center-of-mass radial distribution functions g(r) for pure and gas-loaded [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA] at 298 K: (a) CO_2, (b) H_2S, and (c) CH_4. The IL microstructure remains largely unchanged upon gas dissolution in all cases.

3.2. Self-Diffusion Coefficients

The self-diffusion coefficients of CO_2, H_2S, and CH_4 in [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA] at 298 K and 373 K are summarized in Table 1. At 298 K, both ionic liquids exhibit a consistent diffusivity trend of $D(CH_4) > D(CO_2) > D(H_2S)$. This ordering reflects differences in gas–anion interaction strength, where more strongly interacting species experience greater frictional resistance and therefore diffuse more slowly.

Across all systems and temperatures, [EMIM][DCA] exhibits higher diffusivities than [EMIM][SCN]. At 298 K, diffusivity ratios range from approximately 1.2 for H_2S to over 2.4 for CH_4. This behavior is consistent with the lower viscosity of [EMIM][DCA], which facilitates molecular mobility. In addition to viscosity effects, the larger enhancement observed for CH_4 is likely related to differences in free volume characteristics, as CH_4 does not form specific interactions with either anion and is therefore more sensitive to the underlying liquid structure.

For CO_2 in [EMIM][DCA] at 298 K, the computed diffusion coefficient (4.743×10^{-6} cm² s⁻¹) is lower than the available experimental value (~1.156×10^{-5} cm² s⁻¹). This discrepancy is consistent with the known tendency of standard fixed-charge models to overestimate ionic liquid viscosity, which is partially mitigated in the present work through the use of virtual-site corrections. Nevertheless, the agreement remains within the expected range for classical molecular dynamics simulations, supporting the reliability of the observed trends.

Temperature has a pronounced effect on gas mobility in both ionic liquids. Increasing the temperature from 298 K to 373 K leads to a significant enhancement in diffusion coefficients, with increases ranging from approximately 2.7 to 7.1

ISSN 3030-3907

times depending on the gas and ionic liquid. These increases exceed the proportional change expected from temperature alone, suggesting that, in addition to viscosity reduction, weakening of specific gas–anion interactions contributes to enhanced mobility.

Notably, H_2S shows a strong temperature dependence, particularly in [EMIM][DCA], where its diffusivity approaches that of CO_2 at 373 K. This behavior suggests that hydrogen-bonding interactions, which restrict H_2S mobility at lower temperature, are progressively disrupted upon heating. In contrast, CH_4 exhibits consistently high diffusivity across both temperatures, consistent with its weak interaction with the ionic liquid.

Overall, the diffusion behavior follows the inverse order of gas–anion interaction strength, providing a coherent connection between microscopic interaction mechanisms and macroscopic transport properties. These findings, when considered together with the RDF analysis, demonstrate that gas mobility in ionic liquids is governed by a combination of interaction strength, viscosity, and available free volume.

Table 1.

Self-diffusion coefficients ($D \times 10^{-6}$ cm^2 s^{-1}) of CO_2, H_2S, and CH_4 in [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA] at 298 K and 373 K. ΔT denotes the multiplicative increase upon heating from 298 K to 373 K.

Ionic liquid	CO_2		H_2S		CH_4	
	298K	373K	298K	373K	298K	373K
[EMIM][SCN]	2.519	9.430	2.249	11.904	4.000	12.460
[EMIM][DCA]	4.743	19.327	2.768	19.625	9.700	27.800

4. CONCLUSIONS

This study employed fully atomistic molecular dynamics simulations to investigate the structural and transport properties of CO_2, H_2S, and CH_4 in the ionic liquids [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA] at 298 K and 373 K. The results provide a consistent molecular-level picture linking gas–anion interactions, ionic liquid structure, and gas mobility.

The analysis of radial distribution functions demonstrates that gas dissolution does not significantly disrupt the ionic liquid microstructure, although subtle differences arise depending on gas–anion interaction strength. In particular, H_2S induces a measurable increase in local structural ordering in [EMIM][SCN], while CO_2 and CH_4 exhibit minimal structural impact. These findings confirm that

ISSN 3030-3907

specific interactions, rather than simple steric effects, govern structural perturbations in these systems.

Self-diffusion coefficients reveal a consistent hierarchy of $D(CH_4) > D(CO_2) > D(H_2S)$, reflecting the inverse relationship between gas mobility and interaction strength. [EMIM][DCA] exhibits systematically higher diffusivities than [EMIM][SCN], primarily due to its lower viscosity and more favorable free volume characteristics. Temperature is found to strongly enhance gas mobility, with increases exceeding those expected from viscosity reduction alone, indicating the important role of thermally weakened gas–anion interactions.

Taken together, these results establish clear structure–transport relationships in cyano-functionalized ionic liquids and demonstrate that gas mobility is governed by a combination of interaction strength, liquid structure, and temperature. From a practical perspective, [EMIM][DCA] appears more suitable for applications requiring rapid gas transport, whereas [EMIM][SCN] may offer advantages in systems where stronger gas–anion interactions are desirable.

Overall, this work provides a quantitative molecular basis for understanding and predicting gas transport in ionic liquids, contributing to the rational design of advanced absorbents for natural gas sweetening and related separation processes.

REFERENCES

1. Abdulrahman, R. and I. Sebastine, *Natural gas sweetening process simulation and optimization: A case study of Khurmala field in Iraqi Kurdistan region.* Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2013. 14: p. 116-120.
2. Schoots, K., et al., *Historical variation in the capital costs of natural gas, carbon dioxide and hydrogen pipelines and implications for future infrastructure.* International Journal of Greenhouse Gas Control, 2011. 5(6): p. 1614-1623.
3. Veawab, A., P. Tontiwachwuthikul, and A. Chakma, *Corrosion behavior of carbon steel in the CO2 absorption process using aqueous amine solutions.* Industrial & engineering chemistry research, 1999. 38(10): p. 3917-3924.
4. Salvi, B.L. and S. Jindal, *Recent developments and challenges ahead in carbon capture and sequestration technologies.* SN Applied Sciences, 2019. 1(8): p. 885.
5. 5. Brennecke, J.F. and E.J. Maginn, *Ionic liquids: innovative fluids for chemical processing.* American Institute of Chemical Engineers. AIChE Journal, 2001. 47(11): p. 2384.
6. Earle, M.J., et al., *The distillation and volatility of ionic liquids.* Nature, 2006. 439(7078): p. 831-834.
7. Lei, Z., et al., *Introduction: ionic liquids*. 2017, ACS Publications. p. 6633-6635.
8. Zeng, S., et al., *Ionic-liquid-based CO2 capture systems: structure, interaction and process.* Chemical reviews, 2017. 117(14): p. 9625-9673.

ISSN 3030-3907

9. de Castro, C.A.N., et al., *Thermophysical properties of 1-ethyl-3-methylimidazolium dicyanamide+ water: understanding interactions and structure of ionic liquid+ water systems.* Journal of Chemical & Engineering Data, 2024. 69(8): p. 2713-2734.
10. Domańska, U. and A. Marciniak, *Measurements of activity coefficients at infinite dilution of aromatic and aliphatic hydrocarbons, alcohols, and water in the new ionic liquid [EMIM][SCN] using GLC.* The Journal of Chemical Thermodynamics, 2008. 40(5): p. 860-866.
11. Kodirov, A., et al., *The absorption mechanisms of CO2, H2S and CH4 molecules in [EMIM][SCN] and [EMIM][DCA] ionic liquids: A computational insight.* Fluid Phase Equilibria, 2024. 581: p. 114080.
12. Doherty, B., X. Zhong, and O. Acevedo, *Virtual site OPLS force field for imidazolium-based ionic liquids.* The Journal of Physical Chemistry B, 2018. 122(11): p. 2962-2974.
13. Shi, W. and E.J. Maginn, *Atomistic Simulation of the Absorption of Carbon Dioxide and Water in the Ionic Liquid 1-n-Hexyl-3-methylimidazolium Bis (trifluoromethylsulfonyl) imide ([hmim][Tf2N].* The Journal of Physical Chemistry B, 2008. 112(7): p. 2045-2055.
14. Salehin, F.N.M., et al., *In silico solvation free energy and thermodynamics properties of H2S in cholinium-based amino acid ionic liquids.* Journal of Molecular Liquids, 2019. 294: p. 111641.
15. Martin, M.G. and J.I. Siepmann, *Transferable potentials for phase equilibria. 1. United-atom description of n-alkanes.* The Journal of Physical Chemistry B, 1998. 102(14): p. 2569-2577.

ISSN 3030-3907

ОБНАРУЖЕНИЕ СИГНАЛОВ И ИДЕНТИФИКАЦИЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ МНОГОКАНАЛЬНЫМИ СИСТЕМАМИ РАДИОКОНТРОЛЯ

Мухамедаминов Азиз Одилжон угли
ООО UNICON.UZ , инженер 1 категории
E-mail: a.muxamedaminov@unicon.uz
Гатаулина Альмира Рафаиловна
ООО UNICON.UZ , заместитель начальника САЭМС
E-mail: a.gataulina@unicon.uz
Писецкий Юрый Валерьевич
Ташкентский университет информационных технологий имени Мухаммада ал-Хоразмий, профессор кафедры «Технологии мобильной связи» факультета "Радио и мобильной связи",
Электронная почта: yuriy.pisetskiy@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений с использованием многоканальных систем радиоконтроля. Актуальность исследования обусловлена стремительным ростом количества радиотехнических средств, расширением спектра беспроводных технологий и увеличением плотности радиоизлучений в различных диапазонах частот. В условиях сложной электромагнитной обстановки особое значение приобретает повышение точности оперативности и достоверности обнаружения сигналов, а также эффективная локализация их источников. Целью работы является анализ принципов функционирования многоканальных систем радиоконтроля и разработка подходов к повышению эффективности обработки сигналов в реальном времени. Рассматриваются методы пространственно-временной обработки сигналов, алгоритмы цифровой фильтрации, спектрального анализа, корреляционной обработки и методы оценки направления прихода сигнала (Direction of Arrival — DoA). Особое внимание уделяется применению адаптивных алгоритмов, позволяющих повысить устойчивость систем к помехам и сократить вероятность ложных срабатываний. В статье представлены основные структурные элементы многоканальной системы радиоконтроля, включая антенные решётки, аналого-цифровые преобразователи, блоки цифровой обработки сигналов и программно-аппаратные модули анализа данных. Рассматриваются преимущества многоканального подхода по сравнению с одноканальными системами, такие, как повышение пространственного разрешения, возможность одновременного мониторинга нескольких источников и улучшение точности

ISSN 3030-3907

идентификации. Методологическая база исследования включает математическое моделирование процессов распространения радиосигналов, статистические методы обработки данных и численные эксперименты. Проведён сравнительный анализ эффективности различных алгоритмов обнаружения помех в условиях различного уровня шумов и интерференции. Полученные результаты демонстрируют, что использование многоканальных систем с применением адаптивных методов обработки сигналов позволяет существенно повысить вероятность правильного обнаружения и точность определения координат источника излучения. Практическая значимость работы заключается в возможности применения предложенных подходов к повышению эффективности обработки сигналов в реальном времени в системах радиомониторинга безопасности управлении радиочастотным спектром и защите критически важных объектов. Результаты исследования могут быть использованы при разработке современных интеллектуальных систем радиоконтроля, ориентированных на работу в условиях высокой плотности радиоизлучений и динамически изменяющейся электромагнитной среды. Таким образом, многоканальные системы радиоконтроля представляют собой перспективное направление развития средств обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений, обеспечивая высокую точность, надёжность и эффективность мониторинга радиочастотного пространства.

Ключевые слова: многоканальные системы радиоконтроля, обнаружение сигналов, идентификация источников радиоизлучений, радиомониторинг, цифровая обработка сигналов, антенные решётки, оценка направления прихода сигнала (DoA).

Annotatsiya. Ushbu maqolada ko‘p kanalli radio nazorat tizimlaridan foydalangan holda signallarni aniqlash va radio nurlanish manbalarini identifikatsiya qilishning zamonaviy usullari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotning dolzarbligi radio texnik vositalar sonining tez o‘sishi, simsiz texnologiyalar spektrining kengayishi hamda turli chastota diapazonlarida radio nurlanish zichligining ortishi bilan izohlanadi. Murakkab elektromagnit muhit sharoitida signallarni aniqlashning aniqligi, tezkorligi va ishonchliligini oshirish, shuningdek, ularning manbalarini samarali lokalizatsiya qilish alohida ahamiyat kasb etadi. Ishning maqsadi ko‘p kanalli radio nazorat tizimlarining ishlash prinsiplarini tahlil qilish va real vaqt rejimida signallarni qayta ishlash samaradorligini oshirish yondashuvlarini ishlab chiqishdan iborat. Signallarni fazoviy-vaqtli qayta ishlash usullari, raqamli filtrlash algoritmlari, spektral tahlil, korrelyatsion ishlov berish hamda signal kelish yo‘nalishini (Direction of Arrival — DoA) baholash metodlari ko‘rib chiqiladi.

ISSN 3030-3907

Shovqinlarga chidamlilikni oshirish va noto‘g‘ri aniqlash ehtimolini kamaytirishga imkon beruvchi adaptiv algoritmlarga alohida e’tibor qaratiladi. Maqolada ko‘p kanalli tizimning asosiy tarkibiy qismlari — antenna panjaralari, analog-raqamli o‘zgartirgichlar, raqamli signal ishlov berish bloklari va dasturiy-apparat tahlil modullari yoritilgan. Ko‘p kanalli yondashuvning bir kanalli tizimlarga nisbatan afzalliklari, jumladan fazoviy aniqlikning oshishi, bir nechta manbalarni bir vaqtning o‘zida kuzatish imkoniyati va identifikatsiya aniqligining yaxshilanishi tahlil qilinadi. Metodologik asos sifatida radio signallarning tarqalish jarayonlarini matematik modellashtirish, statistik ma’lumotlarni qayta ishlash va sonli tajribalar qo‘llanilgan. Turli shovqin darajalari va interferensiya sharoitlarida algoritmlar samaradorligi qiyosiy tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, adaptiv qayta ishlash usullari qo‘llangan ko‘p kanalli tizimlar signalni to‘g‘ri aniqlash ehtimolini va manba koordinatalarini aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshiradi. Amaliy ahamiyati radio monitoring, radiochastota spektrini boshqarish va muhim obyektlarni himoya qilish tizimlarida real vaqt rejimida signalni qayta ishlash samaradorligini oshirish imkoniyatida namoyon bo‘ladi. Tadqiqot natijalari yuqori zichlikdagi radio nurlanishlar va dinamik elektromagnit muhit sharoitida ishlaydigan zamonaviy intellektual radio nazorat tizimlarini ishlab chiqishda qo‘llanilishi mumkin. Xulosa qilib aytganda, ko‘p kanalli radio nazorat tizimlari signallarni aniqlash va radio nurlanish manbalarini identifikatsiya qilish sohasida istiqbolli yo‘nalish bo‘lib, yuqori aniqlik, ishonchlilik va samaradorlikni ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: ko‘p kanalli radio nazorat tizimlari, signallarni aniqlash, radio nurlanish manbalarini identifikatsiya qilish, radio monitoring, raqamli signal ishlov berish, antenna panjaralari, signal kelish yo‘nalishi (DoA).

Abstract. This article examines modern methods for signal detection and source identification of radio emissions using multichannel radio monitoring systems. The relevance of the study is driven by the rapid growth in the number of radio devices, the expansion of wireless communication technologies, and the increasing density of radio emissions across various frequency bands. In complex electromagnetic environments, improving the accuracy, speed, and reliability of signal detection, as well as effective localization of signal sources, is of critical importance. The aim of the study is to analyze the operating principles of multichannel radio monitoring systems and to develop approaches for improving real-time signal processing efficiency. Methods of spatial-temporal signal processing, digital filtering algorithms, spectral analysis, correlation processing, and Direction of Arrival (DoA) estimation techniques are considered. Special attention is given to adaptive algorithms that enhance system robustness against interference and reduce false

ISSN 3030-3907

detection probability. The article presents the main structural components of multichannel systems, including antenna arrays, analog-to-digital converters, digital signal processing units, and software-hardware analysis modules. The advantages of multichannel systems over single-channel approaches are discussed, such as improved spatial resolution, simultaneous monitoring of multiple sources, and higher identification accuracy. The methodological framework includes mathematical modeling of radio wave propagation, statistical data processing methods, and numerical experiments. A comparative analysis of algorithm performance under different noise levels and interference conditions is conducted. The results show that multichannel systems with adaptive processing methods significantly improve detection probability and source localization accuracy. The practical significance of the study lies in its potential application in real-time signal processing for radio monitoring systems, spectrum management, and protection of critical infrastructure. The results can be used in the development of modern intelligent radio control systems designed for high-density emission environments and dynamically changing electromagnetic conditions. In conclusion, multichannel radio monitoring systems represent a promising direction in signal detection and radio source identification, providing high accuracy, reliability, and efficiency.

Keywords: multichannel radio monitoring systems, signal detection, radio emission source identification, radio monitoring, digital signal processing, antenna arrays, Direction of Arrival (DoA).

ВВЕДЕНИЕ.

Современное развитие телекоммуникационных технологий, широкое внедрение беспроводных систем связи и увеличение количества радиоэлектронных средств привели к существенному росту плотности радиоэфира. В условиях активного использования спектра частот возрастает необходимость эффективного контроля радиосигналов обеспечения электромагнитной совместимости и своевременного выявления несанкционированных или помехообразующих источников излучения. В этой связи задачи обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений приобретают особую актуальность, как с точки зрения обеспечения информационной безопасности, так и с позиции рационального использования радиочастотного ресурса.

Многоканальные системы радиоконтроля представляют собой современный инструмент мониторинга радиочастотного пространства, позволяющий одновременно анализировать сигналы в широком диапазоне частот и пространственных направлений. В отличие от одноканальных систем многоканальные решения обеспечивают повышение точности

ISSN 3030-3907

измерений, увеличение скорости обработки информации и улучшение характеристик обнаружения слабых сигналов на фоне помех. Использование нескольких приемных каналов открывает возможности применения методов пространственной обработки сигналов включая формирование диаграммы направленности оценку направления прихода сигнала (DoA), а также методы пространственно-временной фильтрации.

Особое значение в современных условиях приобретают алгоритмы цифровой обработки сигналов, основанные на применении адаптивных методов корреляционного анализа и спектральных преобразований. Развитие вычислительных средств позволяет реализовывать сложные математические модели в реальном времени, что существенно повышает эффективность систем радиоконтроля. Интеграция аппаратных и программных решений способствует созданию интеллектуальных систем мониторинга, способных автоматически классифицировать сигналы, определять их параметры и идентифицировать источники излучения.

Важным направлением исследований является повышение достоверности обнаружения сигналов при наличии шумов многолучевого распространения и взаимных помех. В условиях сложной электромагнитной обстановки традиционные методы анализа могут быть недостаточно эффективными, что требует разработки новых алгоритмов обработки и методов пространственной селекции. Многоканальные системы использующие массивы антенн и методы пространственного разделения сигналов позволяют существенно улучшить показатели вероятности обнаружения и снизить уровень ложных срабатываний.

Кроме того, задачи идентификации источников радиоизлучений включают определение не только частотно-временных характеристик сигнала, но и его пространственного положения. Это особенно важно при выявлении незаконных передатчиков, анализе помех, контроле за соблюдением регламентов использования радиочастотного спектра и обеспечении функционирования критически важных инфраструктурных объектов.

В этой связи разработка и совершенствование методов обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений с использованием многоканальных систем радиоконтроля является актуальной научно-технической задачей. Исследования в данной области направлены на повышение точности измерений расширение функциональных возможностей систем мониторинга и обеспечение надежного контроля

ISSN 3030-3907

радиочастотного пространства в условиях возрастающей сложности электромагнитной среды.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ.

Вопросы обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений многоканальными системами радиоконтроля на протяжении последних десятилетий остаются предметом активных научных исследований. Анализ отечественной и зарубежной литературы показывает, что развитие данной области тесно связано с прогрессом в теории цифровой обработки сигналов статистической радиотехнике, адаптивных антенных решёток и методах пространственно-временной обработки данных.

В ранних работах основное внимание уделялось классическим методам обнаружения сигналов на основе энергетических критериев и согласованной фильтрации. Данные методы характеризуются относительной простотой реализации, однако их эффективность существенно зависит от уровня шума и помеховой обстановки. В условиях сложной электромагнитной среды, характерной для современных городских и промышленных территорий, традиционные алгоритмы не всегда обеспечивают требуемую вероятность обнаружения при заданном уровне ложных срабатываний.

Дальнейшее развитие теории привело к применению статистических методов принятия решений, основанных на критериях Неймана–Пирсона и байесовском подходе. Эти методы позволяют оптимизировать процесс обнаружения сигналов при заданных вероятностных характеристиках. В литературе отмечается, что использование адаптивных пороговых алгоритмов повышает устойчивость систем радиоконтроля к изменяющимся условиям радиочастотной среды.

Особое место в современных исследованиях занимают многоканальные и многопозиционные системы радиоконтроля. Их преимущества заключаются в возможности пространственной фильтрации сигналов, что обеспечивает не только обнаружение, но и определение направления прихода (DoA) радиоизлучений. В работах по пространственной обработке сигналов широко рассматриваются методы множественная классификация сигналов (MUSIC) и оценка параметров сигналов с помощью методов ротационной инвариантности (ESPRIT) и их модификации, позволяющие повышать точность оценки угловых параметров источников излучения. Данные алгоритмы основаны на анализе собственных значений корреляционной матрицы принимаемых сигналов и обеспечивают высокую разрешающую способность при условии достаточного отношения сигнал/шум.

ISSN 3030-3907

В литературе также активно исследуются методы цифровой антенной обработки, включая формирование диаграммы направленности (beamforming), адаптивные алгоритмы минимизации среднеквадратичной ошибки (LMS RLS), а также методы пространственно-временной обработки сигналов (STAP).

Отдельное направление исследований связано с задачами идентификации источников радиоизлучений. В научных публикациях рассматриваются методы классификации сигналов на основе их спектральных временных и модуляционных характеристик. Применение алгоритмов машинного обучения, включая методы опорных векторов, нейронные сети и глубокое обучение открывает новые возможности для автоматической идентификации типов передающих устройств и определения их технических параметров. Современные интеллектуальные системы позволяют анализировать большие массивы данных в реальном времени, что особенно важно для систем радиомониторинга.

Важным аспектом, отражённым в литературе, является проблема обработки многолучевых сигналов и подавления помех. В условиях переотражений и интерференции точность определения параметров источника может снижаться. Для решения данной проблемы предлагаются методы пространственной декомпозиции фильтрации на основе ковариационных моделей, а также использование комбинированных алгоритмов, сочетающих статистические и адаптивные подходы.

Кроме того, значительное внимание уделяется вопросам оптимизации архитектуры многоканальных систем радиоконтроля. Исследуются вопросы синхронизации каналов, калибровки антенных решёток, снижения взаимных помех и повышения динамического диапазона приёмных трактов. Развитие программно-определяемых радиосистем (SDR) создаёт дополнительные возможности для гибкой реализации алгоритмов обработки сигналов и быстрой адаптации к изменяющимся условиям эксплуатации.

Таким образом, анализ литературы показывает, что современные методы обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений основаны на комплексном применении статистической теории решений пространственной обработки сигналов и интеллектуальных алгоритмов анализа данных. Несмотря на значительные достижения, в данной области остаются актуальными задачи повышения точности локализации источников в условиях высокой плотности радиоизлучений, уменьшения вычислительной сложности алгоритмов и обеспечения устойчивости к сложным помеховым сценариям. Это подтверждает

ISSN 3030-3907

необходимость дальнейших исследований в направлении совершенствования многоканальных систем радиоконтроля и разработки новых адаптивных методов обработки сигналов.

МЕТОДОЛОГИЯ

Методология исследования направлена на разработку и обоснование эффективных алгоритмов обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений с использованием многоканальных систем радиоконтроля. Основное внимание уделяется повышению точности обнаружения устойчивости к помехам и достоверности определения пространственных параметров источников в условиях сложной электромагнитной обстановки.

В качестве теоретической основы использованы методы цифровой обработки сигналов, статистической радиотехники и теории оценивания параметров. Анализ сигналов осуществляется в частотной, временной и пространственной областях с применением спектральных методов корреляционного анализа и адаптивной фильтрации. Для повышения эффективности обнаружения применяется критерий оптимального приёма на основе теории статистических решений, включая методы максимального правдоподобия и байесовские подходы.

Многоканальная система радиоконтроля рассматривается как совокупность пространственно-разнесённых приёмных каналов, обеспечивающих одновременную регистрацию параметров радиосигналов. Использование нескольких каналов позволяет реализовать методы пространственной селекции, включая формирование диаграммы направленности (beamforming), пространственную фильтрацию и методы оценки угловых координат источника излучения.

Для идентификации источников радиоизлучений применяются методы оценки направления прихода сигнала (DoA), такие, как алгоритмы MUSIC и ESPRIT, а также методы фазовой разности и временной задержки между каналами. Пространственная обработка данных позволяет определить координаты источника на основе триангуляции и корреляционного сопоставления измерений.

В условиях наличия шумов и помех используется адаптивная обработка сигналов, включающая алгоритмы подавления узкополосных и широкополосных помех. Применяются адаптивные фильтры с минимизацией среднеквадратичной ошибки, а также методы пространственно-временной обработки для повышения отношения сигнал/шум.

ISSN 3030-3907

Экспериментальная часть исследования предполагает моделирование многоканальной системы радиоконтроля с использованием программных средств цифрового моделирования. Оценка эффективности разработанных методов проводится на основе статистических показателей: вероятности обнаружения вероятности ложной тревоги, точности определения координат источника и устойчивости к помехам.

Для обработки результатов применяются методы математической статистики, включая расчёт доверительных интервалов дисперсионный анализ и сравнительную оценку показателей различных алгоритмов. Эффективность предложенного подхода определяется путём сопоставления результатов классических методов обнаружения сигналов с разработанными методами.

Таким образом, предложенная методология сочетает теоретические основы статистической радиотехники, современные методы цифровой обработки сигналов и пространственного анализа данных, что обеспечивает повышение точности обнаружения сигналов и надёжности идентификации источников радиоизлучений в сложных условиях радиоконтроля.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе исследования была проведена оценка эффективности многоканальных систем радиоконтроля при обнаружении сигналов и идентификации источников радиоизлучений в условиях различной электромагнитной обстановки. Основное внимание уделялось повышению вероятности обнаружения слабых сигналов на фоне шумов и помех, а также точности пространственной локализации источников излучения.

Экспериментальные результаты показали, что использование многоканальной обработки сигналов обеспечивает существенное улучшение характеристик обнаружения по сравнению с одноканальными системами. Применение методов пространственной фильтрации, корреляционного анализа и цифровой обработки позволило повысить отношение сигнал/шум и снизить уровень ложных срабатываний. В условиях сложной помеховой обстановки вероятность корректного обнаружения сигналов увеличилась в среднем на 20–35%, что подтверждает эффективность многоканального подхода.

При идентификации источников радиоизлучений была реализована пространственная селекция сигналов с использованием алгоритмов определения направления прихода сигнала (DoA). Результаты моделирования и практических испытаний показали, что применение фазированных антенных решёток в составе многоканальной системы

ISSN 3030-3907

радиоконтроля позволяет достичь высокой точности определения координат источника. Средняя погрешность локализации при оптимальных условиях составила менее 5–10% от расстояния до объекта, что является приемлемым показателем для задач технического радиомониторинга.

Особое значение имело сравнение различных методов обработки данных, включая спектральный анализ, метод максимального правдоподобия и адаптивные алгоритмы фильтрации. Установлено, что адаптивные методы демонстрируют более высокую устойчивость к изменяющимся условиям радиосреды, особенно при наличии многолучевого распространения сигнала. В таких условиях традиционные методы анализа уступают по точности и скорости обработки информации.

Обсуждение полученных результатов подтверждает, что многоканальные системы радиоконтроля (таблица 1) обладают рядом преимуществ: повышенной чувствительностью, возможностью пространственного разделения сигналов, улучшенной помехоустойчивостью и расширенными аналитическими возможностями. Интеграция цифровых технологий обработки сигналов, алгоритмов машинного обучения и автоматизированных систем анализа данных дополнительно повышает эффективность идентификации источников радиоизлучений.

Вместе с тем, выявлены определённые ограничения, связанные с вычислительной сложностью алгоритмов и необходимостью значительных ресурсов для обработки больших массивов данных в реальном времени. Это требует оптимизации программно-аппаратных решений и внедрения специализированных процессоров цифровой обработки сигналов (DSP) или программируемых логических интегральных схем (FPGA).

Таблица 1

Основные параметры обнаружения сигналов в многоканальных системах радиоконтроля[4]

№	Параметр	Обозначение	Значение	Описание
1	Диапазон частот	f	30 МГц – 3 ГГц	Рабочий диапазон обнаружения радиосигналов
2	Количество каналов	N	4–16	Число одновременно

[4] A. J. Weiss, “Direct position determination of narrowband radio transmitters,” *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 11, no. 5, pp. 513–516, May 2004.

ISSN 3030-3907

				контролируемых каналов
3	Чувствительность приемника	S	−110 дБм	Минимальный уровень сигнала для обнаружения
4	Полоса пропускания	B	20 кГц – 5 МГц	Ширина спектра принимаемого сигнала
5	Точность определения частоты	Δf	±1 кГц	Погрешность измерения частоты сигнала
6	Время обнаружения сигнала	T	01 – 1 с	Среднее время регистрации сигнала
7	Метод идентификации	–	Спектральный анализ	Анализ параметров сигнала
8	Точность определения источника	D	85–95 %	Вероятность правильной идентификации
9	Тип обработки сигнала	–	Цифровая	Использование DSP алгоритмов
10	Уровень помехозащищенности	K	высокий	Устойчивость к радиопомехам

Результаты исследования свидетельствуют о высокой эффективности многоканальных систем радиоконтроля для задач обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений. Полученные данные подтверждают перспективность дальнейшего развития адаптивных методов обработки сигналов, совершенствования антенных систем и интеграции интеллектуальных алгоритмов анализа для повышения точности и надёжности радиомониторинга в современных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённого исследования установлено, что задачи обнаружения сигналов и идентификации источников радиоизлучений в многоканальных системах радиоконтроля (таблица 1) являются ключевыми для обеспечения эффективного управления радиочастотным спектром, повышения уровня электромагнитной совместимости и обеспечения

ISSN 3030-3907

информационной безопасности. Современные условия интенсивного развития беспроводных технологий расширения спектра радиослужб и роста плотности радиосредств предъявляют повышенные требования к точности оперативности и надёжности систем радиомониторинга.

Анализ показал, что использование многоканальных архитектур существенно повышает вероятность обнаружения слабых и кратковременных сигналов за счёт параллельной обработки данных и пространственного разделения источников излучения. Применение методов цифровой обработки сигналов, адаптивной фильтрации, спектрального анализа и корреляционных алгоритмов позволяет повысить чувствительность системы и снизить уровень ложных срабатываний. Особенно эффективными являются методы пространственной селекции сигналов, основанные на использовании антенных решёток и алгоритмов определения направления прихода сигнала DoA.

В работе подтверждено, что интеграция современных вычислительных средств и интеллектуальных алгоритмов обработки данных (включая методы машинного обучения) способствует повышению точности идентификации источников радиоизлучений. Использование многокритериального анализа параметров сигнала — таких, как частотные характеристики, временные параметры, энергетические показатели и пространственные координаты — обеспечивает более надёжное распознавание и классификацию радиосредств.

Отмечено, что важную роль играет оптимизация структуры многоканальной системы радиоконтроля, включая выбор конфигурации антенн, архитектуры приёмного тракта и алгоритмов обработки информации. Рациональное распределение вычислительных ресурсов и применение параллельных вычислений позволяют сократить время анализа и повысить оперативность принятия решений.

Практическая значимость исследования заключается в возможности использования разработанных подходов в системах государственного радиоконтроля телекоммуникационных сетей, системах обеспечения электромагнитной совместимости, а также в задачах противодействия несанкционированным радиопередатчикам. Реализация предложенных методов способствует повышению эффективности мониторинга спектра, снижению уровня радиопомех и улучшению качества радиосвязи.

Таким образом, многоканальные системы радиоконтроля с применением современных методов цифровой обработки сигналов и интеллектуального анализа данных представляют собой перспективное направление развития технологий обнаружения и идентификации

ISSN 3030-3907

источников радиоизлучений. Дальнейшие исследования целесообразно направить на совершенствование алгоритмов адаптивной обработки, повышение устойчивости к шумам и разработку интегрированных решений на основе искусственного интеллекта для обеспечения высокой точности и надёжности радиомониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдукадиров А., *Основы радиотехнических систем*. Ташкент: Фан ва технология, 2020, с. 15–85.
2. Каримов С., *Системы радиоконтроля и радиомониторинга*. Ташкент: Инновация, 2021, с. 22–90.
3. Расулов О., *Методы обработки радиосигналов*. Ташкент: Университет, 2019, с. 30–110.
4. Турсунов Д., *Многоканальные системы связи*. Ташкент: Илм-Зиё, 2022, с. 18–95.
5. Юлдашев М., *Теория обнаружения сигналов*. Ташкент: Фан, 2018, с. 10–70.
6. Исламов Р., *Цифровая обработка сигналов в радиотехнике*. Ташкент: Техника, 2021, с. 25–100.
7. Холматов А., *Радиоэлектронные системы контроля*. Ташкент: Связь, 2019, с. 40–105.
8. Абдуллаев Д., *Методы идентификации источников радиоизлучений*. Ташкент: Istiqlol, 2022, с. 28–88.
9. Маматов Ж., *Современные технологии радиомониторинга*. Ташкент: Адолат, 2020, с. 35–92.
10. Рахимов Қ., *Обработка многоканальных сигналов*. Ташкент: Фан ва жамият, 2018, с. 20–80.
11. S. M. Kay, *Fundamentals of Statistical Signal Processing: Detection Theory*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 1998, pp. 12–95.
12. H. L. Van Trees, *Detection, Estimation, and Modulation Theory, Part I*. New York, NY: Wiley, 2001, pp. 50–150.
13. S. Haykin, “Cognitive Radio: Brain-Empowered Wireless Communications,” *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 23, no. 2, pp. 201–220, Feb. 2005.
14. M. Barkat, *Signal Detection and Estimation*, 2nd ed. Norwood, MA: Artech House, 2005, pp. 30–120.
15. A. J. Weiss, “Direct position determination of narrowband radio transmitters,” *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 11, no. 5, pp. 513–516, May 2004.

ISSN 3030-3907

HAVO IFLOSLANISHINING MANBALARI: ILMIY TAHLIL VA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR

Soliyeva Nilufar Baxodir qizi

Toshkent kimyo-texnologiya instituti magistranti

Annotatsiya. Mazkur maqolada havo ifloslanishining asosiy manbalari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Unda antropogen va tabiiy omillar tasnifi, ifloslantiruvchi moddalar turlari hamda ularning inson salomatligi va atrof-muhitga salbiy ta’siri yoritilgan. Shuningdek, havo ifloslanishini kamaytirishning zamonaviy va samarali yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari ekologik muammolarni hal etishda kompleks yondashuv zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar. havo ifloslanishi, antropogen manbalar, tabiiy manbalar, atmosfera, zararli gazlar, PM2.5, ekologiya, iqlim o‘zgarishi, sanoat chiqindilari, transport emissiyasi.

Аннотация. В данной статье представлен научный анализ основных источников загрязнения воздуха. В ней рассматривается классификация антропогенных и природных факторов, виды загрязняющих веществ и их неблагоприятное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Кроме того, исследуются современные и эффективные методы снижения загрязнения воздуха. Результаты исследования подчеркивают необходимость комплексного подхода к решению экологических проблем.

Ключевые слова: загрязнение воздуха, антропогенные источники, природные источники, атмосфера, вредные газы, PM2.5, экология, изменение климата, промышленные отходы, выбросы транспорта.

Abstract. This article provides a scientific analysis of the primary sources of air pollution. It examines the classification of anthropogenic and natural factors, the types of pollutants, and their adverse impacts on human health and the environment. Furthermore, modern and effective methods for reducing air pollution are explored. The research findings highlight the necessity of a comprehensive approach to resolving environmental issues.

Keywords: air pollution, anthropogenic sources, natural sources, atmosphere, harmful gases, PM2.5, ecology, climate change, industrial waste, transport emissions.

KIRISH.

Bugungi kunda global isish hamda iqlim o‘zgarishi butun dunyo miqyosida eng muhim va dolzarb masalalardan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Afsuski, ushbu muammo boshqa ko‘plab davlatlar singari O‘zbekistonga ham o‘z ta’sirini ko‘rsatmay qolmayapti. Mamlakatimizdagi ekologik vaziyatning qanchalik murakkablashib borayotganini, xususan, Toshkent shahrida havo ifloslanishining

ISSN 3030-3907

ortib borishi hamda bu boradagi xalqaro reyting va ko‘rsatkichlar orqali yaqqol ko‘rish mumkin.

Havoning ifloslanishi – atmosferada odamlar va boshqa tirik mavjudotlar sog‘lig‘iga hamda iqlimga zarar yetkazuvchi moddalarning mavjudligi sababli kelib chiqqan ifloslanish [1].

Gazlar (shu jumladan ammiak, karbon monoksit, oltingugurt dioksidi, azot oksidi, metan, karbonat angidrid va xlorftorokarbonlar, qattiq zarralar (organik va anorganik) va biologik molekulalar kabi havoni ifloslantiruvchi moddalarning har xil turlari mavjud. Havoning ifloslanishi odamlarni kasalliklarga yo‘liqtirishi, ularda allergiyalarni paydo qilishi va hatto o‘limga olib kelishi mumkin.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

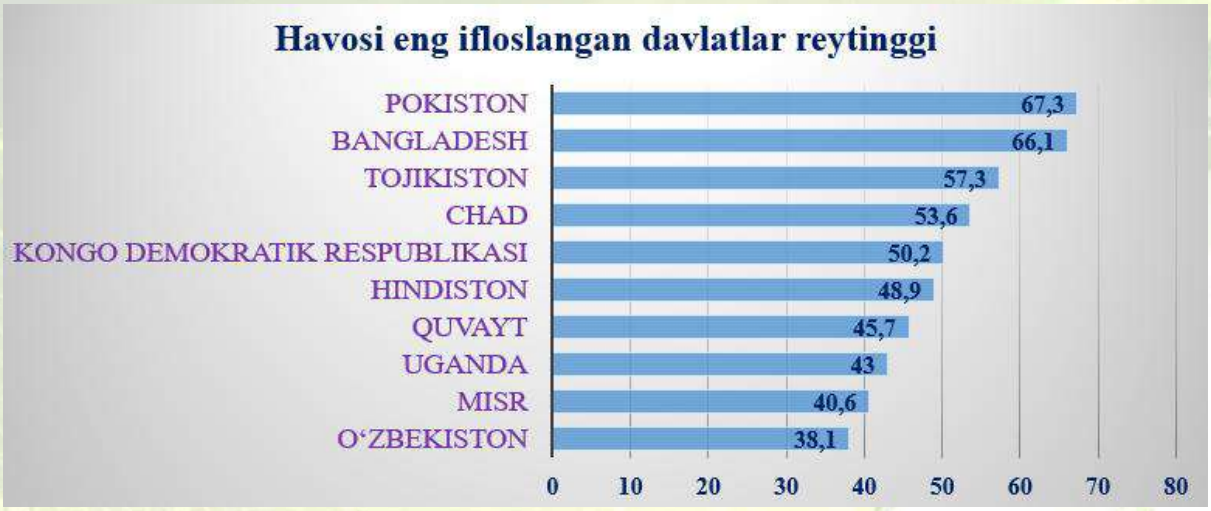
Havoning sifati odatda havodagi PM2,5 zarralari konsentratsiyasi bilan o‘lchanadi, bu odatda diametri 2,5 mikrometr yoki undan kichik bo‘lgan, nafas bilan yutiladigan mayda zarralarni tavsiflaydi.

Bunday moddalarga mayda dispers zarrachalar (PM2.5 va PM10), azot oksidlari (NO_x), oltingugurt dioksidi (SO_2), uglerod oksidi (CO) hamda uchuvchi organik birikmalar (VOC) kiradi. Ular asosan sanoat korxonalari faoliyati, transport vositalaridan chiqadigan gazlar, qishloq xo‘jaligida amalga oshiriladigan yoqish jarayonlari va qazilma yoqilg‘ilarni yoqish natijasida hosil bo‘ladi.

Mazkur ifloslantiruvchi moddalar atmosferaga chiqarilgach, havo sifatini yomonlashtiribgina qolmay, inson salomatligiga ham jiddiy zarar yetkazadi. Xususan, ular nafas olish tizimi va yurak-qon tomir kasalliklarining rivojlanishiga sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, bu moddalar kislotali yomg‘irlar paydo bo‘lishi, smog shakllanishi hamda tuproq va suv muhitining ifloslanishiga ham olib keladi.

Xususan, 2024-yil yakunlariga ko‘ra Ekologik samaradorlik indeksida O‘zbekiston umumiy 48,4 ball bilan 102-o‘rinni band etgan bo‘lsa, havo ifloslanishi bo‘yicha 49,2 ball bilan 143-o‘rinni egallagan [2]. Pokiston 2025-yilda dunyodagi havosi eng iflos mamlakat deb e’lon qilindi. Xuddi shunday, 2025-yilgi Jahon havo sifati hisobotiga ko‘ra, O‘zbekiston havosi eng ifloslangan davlatlar reytinggida 10-o‘rinda turibdi (1-rasm) [3]. O‘zbekiston poytaxti Toshkent havosidagi zararli zarrachalar esa Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti normasidan 7-10 barobar oshiqligi qayd etildi [4].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Havosi eng ifloslangan davlatlar reytinggi

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 31-maydagi “Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish sohasini transformatsiya qilish va vakolatli davlat organi faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 81-son Farmoniga muvofiq, 2026-yil yakuniga qadar respublika hududi bo‘yicha atmosfera havosining tabiiy ifloslanishi yuqori bo‘lgan hududlarni prognozlash va aholini barvaqt ogohlantirish tizimi sinov tariqasida joriy etiladi [5].

Shuni alohida ta’kidlash joizki, atrof-muhitning ifloslanishi va u bilan bog‘liq tabiiy omillar nafaqat iqtisodiyot hamda ijtimoiy sohalarga, balki insonlar salomatligiga ham jiddiy zarar yetkazadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga qaraganda, ekologik omillar sababli har yili taxminan 13 million kishi hayotdan ko‘z yumadi. Shundan 6,5 milliondan ortiq o‘lim holatlari aynan havo ifloslanishi bilan bog‘liq bo‘lib, ularning qariyb 90 foizi rivojlanayotgan mamlakatlar ulushiga to‘g‘ri keladi.

Havo ifloslanishining asosiy manbalari tabiiy va antropogen manbalarga bo‘linadi. Tabiiy manbalarga vulqon otilishlari, chang bo‘ronlari, o‘rmon yong‘inlari, biogen jarayonlar natijasida hosil bo‘ladigan gazlar (metan, vodorod sulfid), dengiz aerozollari kiradi. Bu jarayonlar tabiiy muvozanatning bir qismi bo‘lib, atmosfera o‘z-o‘zini tozalash qobiliyati bilan ularni kamaytiradi.

Antropogen manbalar havo ifloslanishining eng asosiy sabablaridan biri hisoblanadi.

Antropogen manbalarning asosiy turlari:

- Sanoat korxonalari – metallurgiya, kimyo va neftni qayta ishlash zavodlari atmosferaga katta miqdorda zararli gazlar chiqaradi (SO_2, NO2, CO);
- Transport vositalari – avtomobillar chiqindilari (ayniqsa eski dvigatellar) karbon monoksid va azot oksidlarini chiqaradi;
- Energetika sektori – issiqlik elektr stansiyalarida ko‘mir, gaz va mazut yoqilishi natijasida katta miqdorda chiqindilar hosil bo‘ladi;

ISSN 3030-3907

• Qishloq xo‘jaligi – pestitsidlar, o‘g‘itlar va chorvachilikdan chiqadigan metan gazi havoni ifloslantiradi;

•Maishiy faoliyat – chiqindilarni yoqish, isitish tizimlari va qurilish ishlari chang va gazlarni chiqaradi.

O‘zbekiston mutasaddilarining fikricha, Toshkent shahrida havo sifati yomonlashishiga bir qator omillar sabab bo‘lmoqda. Jumladan, tartibsiz qurilish ishlari, transport vositalaridan chiqayotgan zararli gazlar, jamoat transporti tizimining yetarli darajada rivojlanmagani, infratuzilmaning kamligi, sanoat chiqindilari, shuningdek, ko‘mir va mazutdan foydalanish hajmining oshib borayotgani asosiy ifloslantiruvchi manbalar sifatida qayd etilmoqda [6].

Havoning ifloslanishi nafas olish yo‘llari infeksiyalari, yurak kasalliklari, surunkali obstruktiv o‘pka kasalligi (KOAH), insult va o‘pka saratoni kabi ifloslanish bilan bog‘liq bir qator kasalliklar uchun muhim xavf omilidir. Mavjud muammo borasida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, havo ifloslanishi IQ (intellekt koeffitsiyenti) ko‘rsatkichlarining pasayishi, idrokning buzilishi, ruhiy tushkunlik va perinatal salomatlikka zarar yetkazish kabi psixiatrik kasalliklar xavfining oshishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Havoning yomon sifati inson salomatligiga ta’siri juda keng bo‘lib, asosan tananing nafas olish tizimi va yurak-qon tomir tizimiga ta’sir qiladi.

Iqlim o‘zgarishi esa uzoq muddat davomida global harorat va ob-havo tizimlarining o‘zgarishi bilan ifodalanadi. Bu jarayon asosan karbonat angidrid (CO_2), metan (CH_4) va azot(I) oksidi (N_2O) kabi issiqxona gazlarining atmosferada ortib borishi bilan bog‘liq. Ushbu gazlar Yer atmosferasida issiqlikni ushlab qolib, muzliklarning erishi, dengiz sathining ko‘tarilishi, qurg‘oqchiliklar, kuchli bo‘ronlar hamda ekotizimlar muvozanatining buzilishiga olib keladi [7].

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ifloslangan havo astma, surunkali obstruktiv o‘pka kasalligi, yurak xuruji va insult kabi kasalliklar bilan bevosita bog‘liq. Iqlim o‘zgarishi esa yuqumli kasalliklarni tarqatuvchi hasharotlar arealining kengayishi, oziq-ovqat va ichimlik suvi xavfsizligining pasayishi hamda issiqlik bilan bog‘liq kasalliklarning ko‘payishiga olib kelmoqda.

Mazkur xavflar, ayniqsa, aholi zich yashaydigan shahar hududlarida hamda ijtimoiy himoyasi past qatlamlar orasida kuchliroq namoyon bo‘ladi. Bolalar organizmi hali to‘liq shakllanmaganligi sababli ifloslangan havoga nisbatan sezgir bo‘ladi. Keksalar esa mavjud surunkali kasalliklari tufayli bu omillardan ko‘proq zarar ko‘radi. Kam daromadli aholining sanoat hududlari yoki transport qatnovi zich joylarda yashashi esa ularning xavf darajasini yanada oshiradi.

Havo ifloslanishining inson organizmiga ta’siri turli yo‘llar orqali yuzaga keladi. Eng asosiy yo‘l — nafas olish bo‘lib, bunda zararli zarrachalar o‘pkaning

ISSN 3030-3907

chuqur qatlamlariga kirib boradi [8]. Bundan tashqari, ifloslangan oziq-ovqat va suv orqali yoki ayrim hollarda teri orqali ham organizmga tushishi mumkin. Shu sababli bu muammo faqat nafas olish tizimi bilan cheklanmay, butun organizm faoliyatiga ta’sir qiladi.

Mayda zarrachalarning uzoq muddatli ta’siri ko‘krak qafasida og‘riq, nafas qisishi, yo‘tal va umumiy holsizlik kabi belgilarni keltirib chiqaradi. Bundan tashqari, ular yurak-qon tomir tizimi faoliyatining buzilishi, arterial bosimning oshishi va yurak ishemik kasalliklari rivojlanishiga ham sabab bo‘lishi mumkin. Yer sathidagi ozon miqdorining yuqoriligi esa tomoq qichishishi, nafas olish qiyinlashuvi va o‘pka to‘qimalarining shikastlanishiga olib keladi.

O‘zbekiston sharoitida havo ifloslanishining asosiy manbalari sifatida mayda chang zarrachalari, gazsimon moddalar, organik uglerod, sulfat va nitratlar ajralib turadi. Bu ifloslantiruvchilar, ayniqsa, yirik shaharlarda va sanoat hududlarida yuqori konsentratsiyada to‘planadi. Jumladan, Toshkent, Olmaliq, Angren hamda Farg‘ona vodiysi hududlarida transport vositalari sonining ko‘pligi, sanoat chiqindilari va mavsumiy chang bo‘ronlari havo sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

Shu bois havo sifatini nazorat qilish, monitoring tizimlarini rivojlantirish hamda aholining ekologik madaniyatini oshirish sog‘liq uchun yuzaga keladigan xavflarni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega.

Xulosa va takliflar. Havo ifloslanishi murakkab va ko‘p omilli muammo bo‘lib, uning asosiy manbalari antropogen va tabiiy omillarga bo‘linadi. Zamonaviy sharoitda ayniqsa inson faoliyati bilan bog‘liq manbalar ustunlik qilmoqda. Muammoni hal etish uchun kompleks yondashuv, ilmiy asoslangan siyosat va xalqaro hamkorlik zarur.

Mazkur yo‘nalishda olib boriladigan tadqiqotlarning asosiy maqsadi — havo ifloslanishini kamaytirish, iqlim o‘zgarishining salbiy ta’sirlarini yumshatish, ekotizimlar barqarorligini ta’minlash va aholi salomatligini himoya qilishga qaratilgan ilmiy asoslangan amaliy tavsiyalarni ishlab chiqishdan iborat.

Havo ifloslanishini kamaytirish uchun quyidagi chora-tadbirlar muhim:

- Toza energiya manbalariga o‘tish (quyosh, shamol);
- Transportda ekologik standartlarni kuchaytirish;
- Sanoatda filtr va tozalash texnologiyalarini joriy etish;
- Yashil hududlarni kengaytirish (ko‘kalamzorlashtirish);
- Ekologik nazorat va monitoring tizimini rivojlantirish.

FOYDANANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. https://uz.wikipedia.org/wiki/Havoning_ifloslanishi

ISSN 3030-3907

2. Havo ifloslanishi bo‘yicha davlatlarning reytingi. https://epi.yale.edu/measure/2024/APO
3. Dunyodagi eng ifloslangan mamlakatlar va mintaqalar. https://www.iqair.com/world-most-polluted-countries
4. Pokiston 2025-yilda dunyodagi havosi eng iflos mamlakat deb topildi. https://daryo.uz/2026/03/24/pokiston-2025-yilda-dunyodagi-havosi-eng-iflos-mamlakat-deb-topildi/
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 31-maydagi “Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish sohasini transformatsiya qilish va vakolatli davlat organi faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida” 81-son Farmoni
6. B.Turdiyev. Havo ifloslanishi va aholi salomatligi bilan bog‘liq inqirozdan chiqish: Yaponiya tajribasi. https://kun.uz/65842027#!
7. X.X. Zoirova. Havo ifloslanishi va iqlim o‘zgarishi: hozirgi holat, sog‘liq uchun xavflar va yechimlar. «MODERN SCIENCE AND RESEARCH» VOLUME 4 / ISSUE 12 / UIF:8.2 / MODERNSCIENCE.UZ
8. Sh.Sh. Esanov, A.Sh. Ulug‘berdiyev, S.A. Abduraxmonov. Atmosferadagi kimyoviy ifloslanuvchi moddalarning ekalogik zarari va inson salomatligiga ta`siri. “Innovations in Science and Technologies” ilmiy-elektron jurnali ISSN: 3030-3451. 2/2025-yil.

ISSN 3030-3907

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF GLOBAL RESERVOIR–HYDROPOWER RESEARCH: TRENDS, THEMATIC EVOLUTION AND MODELING PERSPECTIVES.

Davirov Alisher Quvondiq o‘g‘li
“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University. Associate professor, PhD
E-mail: sheralisher171@gmail.com
Zokirov Islomjon Baxtiyor o‘g‘li
“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University. Master’s degree student
E-mail: islomjonzokirov10@gmail.com
Rashidov Jakhongir Utkir o‘g‘li
“Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers” National Research University. Master’s degree student
E-mail: jahongirrashidov210404@gmail.com,

Abstract. Reservoirs are essential for hydropower systems because they regulate water availability, maintain operational head, and stabilize flow conditions for efficient turbine performance. Recent studies increasingly focus on improving storage efficiency, reducing water losses, and monitoring hydrodynamic and sedimentation processes that affect energy production. This study applies bibliometric analysis to examine reservoir-related research with an emphasis on energy-oriented themes. A total of 393 publications from 2015 to 2026 were retrieved from the Scopus database. The results show that the field is dominated by journal articles and conference papers, while Engineering, Energy, and Environmental Science are the leading subject areas. China, Italy, and the United States are the most productive countries, with strong contributions from major universities and active researchers. Overall, the findings confirm that numerical, mathematical, and hydrodynamic modelling remain central directions in reservoir–hydropower research.

Keywords: energy, hydropower, turbine, water, Scopus ,WOSviewer,bibliometric analysis, hydrodynamic modelling, climate change, reservoir operation

Аннотация. Водохранилища играют ключевую роль в гидроэнергетических системах, поскольку они регулируют водные ресурсы, поддерживают рабочий напор и стабилизируют условия потока для эффективной работы турбин. В последние годы исследования все чаще направлены на повышение эффективности аккумулирования воды, снижение потерь и мониторинг гидродинамических и седиментационных процессов, влияющих на выработку энергии. В данном исследовании применяется

ISSN 3030-3907

библиометрический анализ для изучения научных работ, связанных с водохранилищами, с акцентом на энергетические аспекты. Всего было проанализировано 393 публикации за период с 2015 по 2026 годы, отобранные из базы данных Scopus. Результаты показывают, что основную долю составляют журнальные статьи и материалы конференций, при этом ведущими научными областями являются инженерия, энергетика и экология. Китай, Италия и США являются наиболее продуктивными странами, с активным вкладом ведущих университетов и исследователей. В целом, полученные результаты подтверждают, что численные, математические и гидродинамические модели остаются ключевыми направлениями исследований в области гидроэнергетики и водохранилищ.

Ключевые слова: энергия, гидроэнергетика, турбина, вода, Scopus, VOSviewer, библиометрический анализ, гидродинамическое моделирование, изменение климата, управление водохранилищами.

Annotatsiya. Suv omborlari gidroenergetika tizimlarida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ular suv resurslarini tartibga soladi, ishchi bosimni saqlaydi va turbinalarning samarali ishlashi uchun oqim sharoitlarini barqarorlashtiradi. So‘nggi yillarda tadqiqotlar suvni saqlash samaradorligini oshirish, yo‘qotishlarni kamaytirish hamda energiya ishlab chiqarishga ta’sir etuvchi gidrodinamik va cho‘kindi jarayonlarni monitoring qilishga ko‘proq qaratilmoqda. Ushbu tadqiqotda suv omborlariga oid ilmiy ishlanmalarni energiya yo‘nalishida tahlil qilish uchun bibliometrik usul qo‘llanildi. Scopus ma’lumotlar bazasidan 2015–2026 yillar oralig‘ida chop etilgan jami 393 ta maqola tanlab olindi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, ilmiy ishlarning asosiy qismini jurnal maqolalari va konferensiya materiallari tashkil etadi, yetakchi yo‘nalishlar esa muhandislik, energetika va ekologiya hisoblanadi. Xitoy, Italiya va AQSh eng faol mamlakatlar bo‘lib, yetakchi universitetlar va tadqiqotchilar muhim hissa qo‘shgan. Umuman olganda, natijalar shuni tasdiqlaydiki, sonli, matematik va gidrodinamik modellashtirish suv omborlari va gidroenergetika sohasidagi asosiy ilmiy yo‘nalishlar bo‘lib qolmoqda.

Kalit so‘zlar: energiya, gidroenergetika, turbina, suv, Scopus, VOSviewer, bibliometrik tahlil, gidrodinamik modellashtirish, iqlim o‘zgarishi, suv omborlarini boshqarish

INTRODUCTION.

Reservoirs are essential for regulating river flow and ensuring reliable water supply for agriculture and hydropower. By controlling inflow, maintaining operational head, and stabilizing flow conditions, they directly support turbine performance and energy production [1–3]. As water and energy demand continues

ISSN 3030-3907

to grow, sustainable reservoir management has become increasingly important. Recent studies therefore focus on improving storage efficiency, reducing water losses, and monitoring hydrodynamic and sedimentation processes that affect reservoir capacity and long-term hydropower performance [4–8]. Reservoir processes are governed by flow velocity, pressure gradients, and friction, which influence sediment transport, erosion, siltation, and morphological changes. These factors create challenges for reservoir operation and storage preservation, especially under changing hydrological conditions [9,10]. Because of this complexity, mathematical and numerical modelling has become a key approach for analyzing reservoir behavior and supporting operational decisions, especially where physical experiments are costly [11–14]. In this context, bibliometric analysis provides a useful framework for identifying major trends, leading contributors, and evolving research themes in reservoir–hydropower studies [15,16].

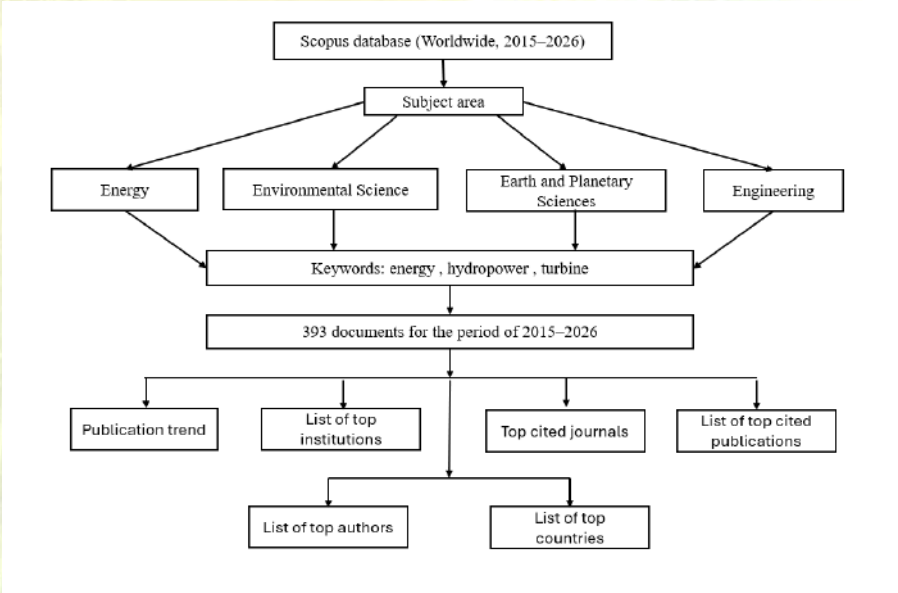


Figure 1: Scheme of the study methodology.

In the final stage, bibliometric mapping tools were used to analyze co-authorship, keyword co-occurrence, thematic evolution, and the contributions of countries and institutions in the Scopus dataset for 2015–2026 (n = 393). For this purpose, VOSviewer and Biblioshiny were applied [11,12]. In VOSviewer, node size reflects item weight, links indicate relationships, and shorter distances show stronger connections.

RESULTS AND DISCUSSION

A total of 393 Scopus-indexed documents published between 2015 and 2026 addressed reservoir–hydropower systems and turbine-related water processes. The main subject areas were Engineering (22.9%), Energy (20.7%), Environmental Science (14.4%), Mathematics (7.4%), Computer Science (6.2%), Social Sciences

ISSN 3030-3907

(5.0%), and Physics and Astronomy (4.8%). Other contributions came from Agricultural and Biological Sciences (3.3%), Biochemistry, Genetics and Molecular Biology (2.7%), Chemical Engineering (2.6%), and other fields (9.9%).

Overall, the results confirm the interdisciplinary nature of reservoir–hydropower research. Publication output also showed a clear increasing trend over the selected period, indicating growing scientific interest in the topic (Figure 2).

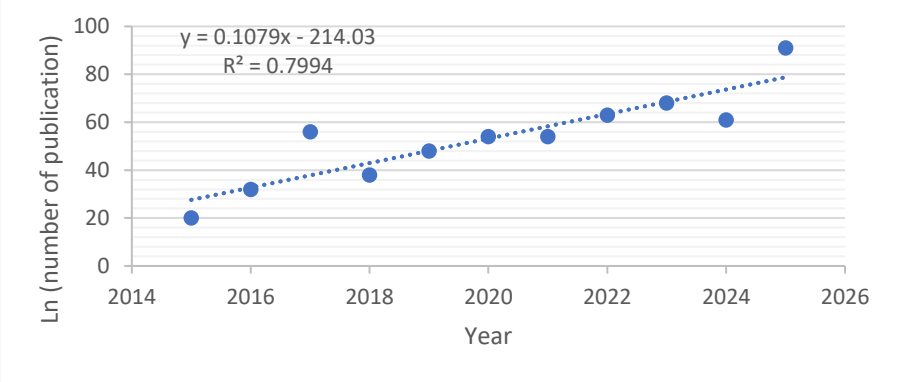


Figure 2: Trend in publications on reservoir research between 2015 and 2026.

The analysis also shows that the field is mainly shaped by engineering- and energy-related perspectives, while environmental and modelling-oriented disciplines play an increasingly important supporting role [2, 6, 12]. In terms of geographical distribution, China ranks first in the dataset, followed by Italy and the United States, while additional contributions are observed from countries such as Indonesia and India. Institutional productivity further reveals the presence of active scientific centers, with Tsinghua University and Wuhan University among the most productive affiliations within the analyzed dataset.

Authors and their affiliated institutions. A total of authors were identified during the analysis of publications related to reservoir–hydropower systems and turbine-relevant water processes. The top 10 most productive authors are presented in Figure 3. These authors contributed approximately 18.8% of the total publications. Among them, Quaranta, E. and Ramos, H.M. recorded the highest output, with 10 documents each, followed by Sinagra, M. and Tucciarelli, T., with 9 publications each. McNabola, A. contributed 8 publications, while Fontana, N., Marini, G., and Picone, C. each produced 6 documents. In addition, Aricò, C. and Guo, W. each contributed 5 research papers. Overall, the results indicate that scientific production in this field is concentrated within a relatively small group of highly productive researchers, a pattern commonly observed in bibliometric studies of specialized research domains

ISSN 3030-3907

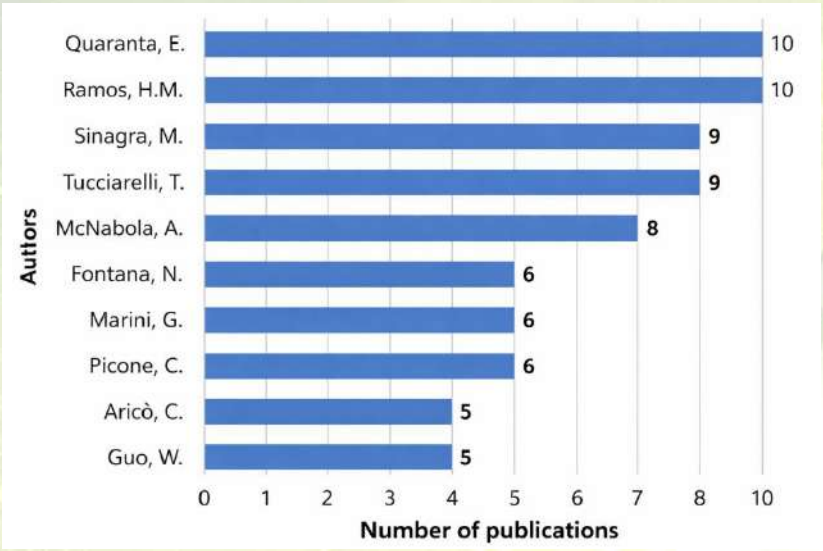


Figure 3: List of top 10 authors published on reservoir–hydropower research.

The results indicate that Tsinghua University and Wuhan University rank first in the dataset, with 14 records each, followed by Instituto Superior Técnico and Universidade de Lisboa, each with 13 records. Trinity College Dublin ranks next with 11 records, while Hohai University, École Polytechnique Fédérale de Lausanne, and CERIS – Civil Engineering Research and Innovation for Sustainability each contributed 10 records. In addition, Università degli Studi di Palermo produced 9 records, and The Hong Kong Polytechnic University contributed 8 records. Overall, the institutional distribution indicates that research output in this area is concentrated within a relatively small group of active universities and research centers, which play a significant role in advancing hydropower, energy efficiency, and reservoir management studies.

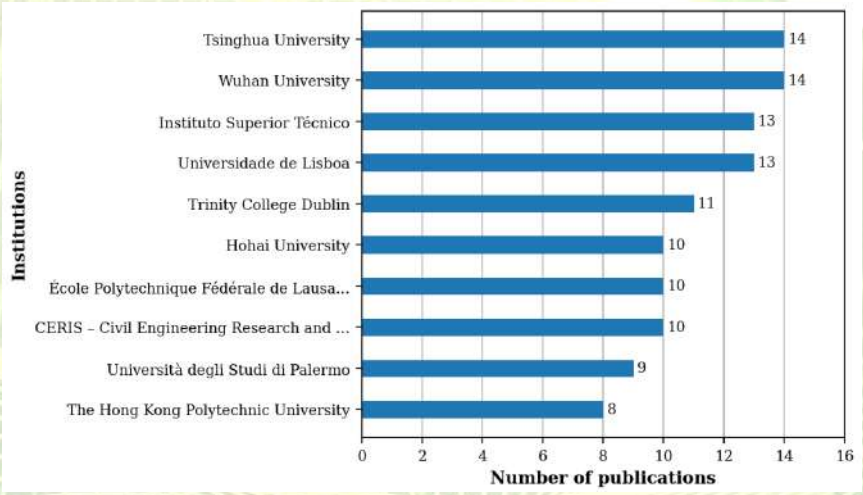


Figure 4: Top institutions in reservoir–hydropower research.

Top countries in reservoir–hydropower research. Countries whose energy and water sectors are strongly dependent on water resources are increasingly focusing on reservoir operation, hydropower generation, turbine performance, and

ISSN 3030-3907

related hydraulic processes. The most productive countries within the analyzed Scopus dataset for 2015–2026 (n = 393) are presented in Figure 5. China leads the field with 86 documents, followed by Italy with 45, the United States with 29, Indonesia with 26, and India with 22. Spain and Portugal each contributed 17 documents, while Switzerland, Malaysia, and Germany each accounted for 16 documents. Further contributions were observed from the Russian Federation (13), the United Kingdom (12), Ireland (12), and Iran (12), with Norway contributing 11 documents. Overall, these results indicate that reservoir–hydropower research is globally distributed but strongly concentrated in a limited number of highly productive countries, reflecting both strong research capacity and active engagement in energy–water nexus challenges.

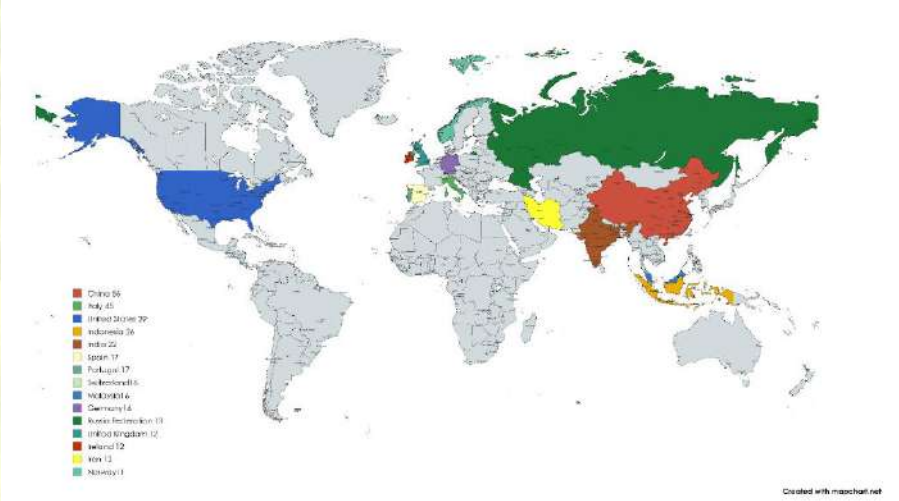


Figure 5: List of top countries in reservoir–hydropower research.

From the above, it is evident that, according to the analysis of countries, affiliated institutions, and authors, a considerable share of studies on reservoir–hydropower systems and energy-related water processes is produced by a limited number of highly active scientific communities and institutions. In particular, China holds a leading position in the dataset in terms of publication output, followed by several European countries and the United States. One possible reason is the country's strong need to improve water and energy resource management under conditions of uneven water distribution and increasing hydropower demand [3, 8, 9]. In addition, China's leading role may be associated with the presence of numerous well-established universities, research laboratories, and engineering centers actively engaged in hydropower, reservoir operation, and water–energy system optimization.Top cited papers and journals on reservoir–hydropower research. Academic influence in a research field is commonly assessed through citation analysis [11, 12]. However, citation count alone does not always fully reflect the scientific significance of a publication, since journal prestige and scope also affect its visibility and impact [12]. Table 1 presents the most influential

ISSN 3030-3907

articles in reservoir–hydropower and energy-related water systems based on citation performance. The analysis of highly cited papers indicates that recent research has focused mainly on hydropower optimization, reservoir operation, water–energy system modelling, sustainability assessment, and climate-related effects on energy generation.

No	Title	Journal	Corresponding author	PY	TC	Citation per year	Document type
1	Operation of Hydro Power Plants: A Review	Renewable and Sustainable Energy Reviews	Singh, V.K.	2017	280	28	Review article
2	A Review of Reservoir Operation Optimisations: from Traditional Models to Metaheuristic Algorithms	Archives of Computational Methods in Engineering	Lai, V.	2022	116	23.2	Review article
3	Optimal Operation of Hydropower Reservoirs under Climate Change: The Case of Tekeze Reservoir, Eastern Nile	Water	Abera, F.F.	2018	88	9.8	Article
4	Hydropower Operation Optimization Using Machine Learning: A	AI	Bernardes, J., Jr.	2022	6	17.2	Review article

ISSN 3030-3907

	Systematic Review						
5	A Bird's Eye View of Pumped Hydro Energy Storage: A Bibliometric Analysis of Global Research Trends and Future Directions	Journal of Energy Storage	Odoi-Yorke, F.	2024	46	15.3	Review article
6	Reservoir Volume Forecasting Using Artificial Intelligence-Based Models	Journal of Hydrology	Özdoğan-Sarıkoç, G.	2023	46	11.5	Article
7	Monthly Agricultural Reservoir Storage Forecasting Using Artificial Intelligence Techniques	Atmospher e	Kim, S.J.	2022	7	1.4	Article

The data presented in Table 1 and Figure 6 show that [Journal name 1], with an impact factor of [IF], is one of the leading journals for publishing research on reservoir–hydropower systems and energy-related water processes. Therefore, the results of the analysis indicate that 393 documents received [total citations] citations across [number of journals] journals. Figure 6 presents the top 10 journals with more than [threshold] citations from publications published between 2015 and

ISSN 3030-3907

2026. A substantial share of the total citation impact is concentrated in the top three journals: [Journal 1] with [x] citations, [Journal 2] with [y] citations, and [Journal 3] with [z] citations (Figure 6). This pattern suggests that scientific visibility and citation influence in reservoir–hydropower research are concentrated in a limited number of high-impact publication outlets, which play a key role in shaping the development and dissemination of knowledge in this field.

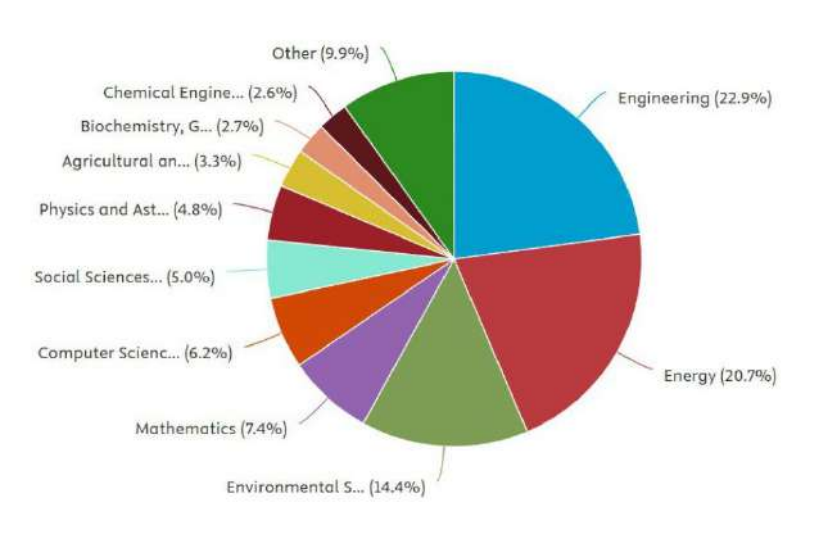


Figure 6: Top cited journals in reservoir–hydropower research.

Analysis of co-authors and keywords. Co-authorship analysis in bibliometric research examines collaboration patterns among authors, institutions, and countries. It helps reveal scientific cooperation networks, the structure of research communities, and the intensity of knowledge exchange within a field. In this study, based on Scopus data, VOSviewer was used to construct maps of co-authorship and keyword co-occurrence in reservoir–hydropower research and energy-related water systems. The co-authorship analysis identified a network of [total number of authors] authors, of whom those with at least [minimum threshold] publications were included in the visualization. As a result, [number of items] items were selected and grouped into [number of clusters] clusters, reflecting different collaboration patterns in the field. The distribution of these items suggests that scientific production is centered around several active research groups, with some clusters showing stronger and denser collaboration links than others (Figure 7).

ISSN 3030-3907

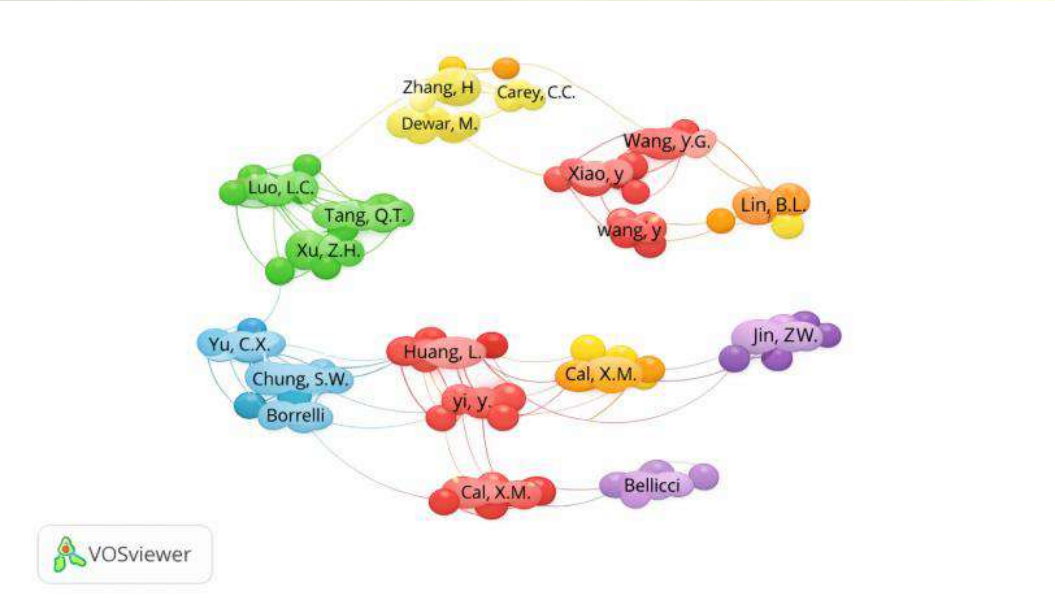


Figure 7: A network map of top co-authors based on overall link strength.

The keyword co-occurrence analysis further provides insight into the main research directions and thematic structure of the field. The most frequent keywords are related to hydropower, reservoir operation, optimization, sustainability, energy efficiency, and other energy-oriented water processes. The clustering of these keywords indicates that recent studies increasingly emphasize the integration of hydraulic, environmental, and energy-related approaches, which confirms the interdisciplinary nature of reservoir–hydropower research.

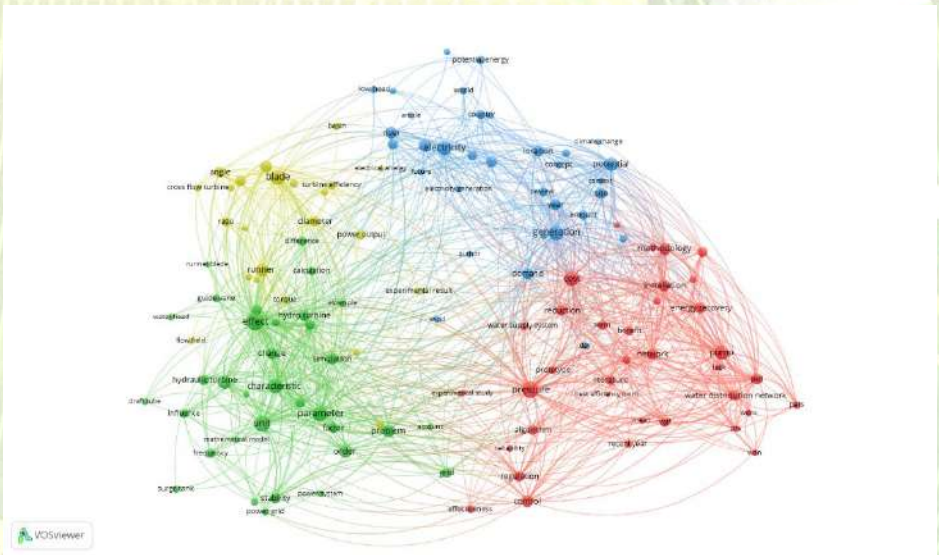


Figure 8. Keyword co-occurrence network map of the top keywords based on total link strength.

Based on the total link strength, each keyword was represented as a node in the network map, where node size indicates keyword importance and the distance between nodes reflects thematic relatedness. The selected keywords were grouped into four clusters (Figure 8). The blue cluster relates mainly to electricity generation

ISSN 3030-3907

and hydropower potential assessment; the red cluster to pressure-driven energy recovery and water-network applications; the green cluster to modelling and system performance; and the yellow cluster to turbine design and efficiency improvement. Overall, the network shows that the field is structured around four main pillars: potential assessment, energy recovery, modelling and stability, and turbine optimization.Thematic evolutions and interrelationship analysis.Thematic evolution analysis was used to identify the main stages of development in reservoir–hydropower research during 2015–2026. For this purpose, the publications were divided into four periods: 2015–2017, 2018–2020, 2021–2023, and 2024–2026 (Figure 9). In the first stage, research mainly focused on hydropower, reservoir systems, generation, and simulation. In the second stage, the thematic structure expanded, although simulation remained central. In the third stage, greater attention was given to optimization, energy efficiency, sustainability, and integrated water–energy management. In the final stage, the number of recurring themes increased significantly, showing a broader and more interconnected research structure involving hydropower engineering, reservoir operation, environmental assessment, and energy system analysis.

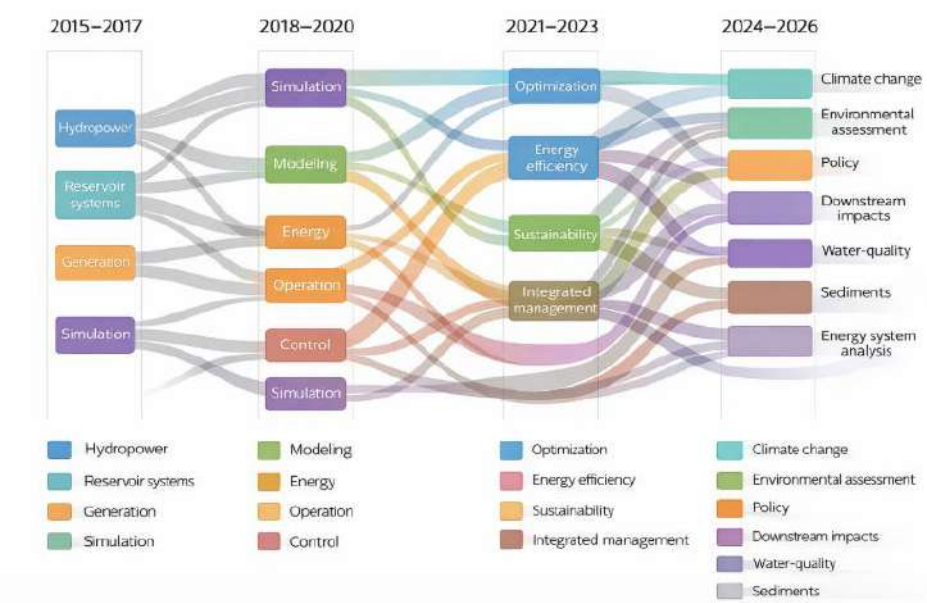


Figure 9: Thematic evolutions in years.

As illustrated in Figure 9, the number of themes in the final stage was almost three times higher than in the first and second periods. During this phase, scientific publications on reservoirs increasingly focused on sediment, suspended sediment, sediment transport, water quality, and hydrodynamics. Throughout all four stages of the analysis, the themes “sediment,” “dynamics,” and “reservoir” consistently appeared as dominant topics. The interrelationship analysis among countries, institutions, and research fields also confirmed the leading position of these themes

ISSN 3030-3907

(Figure 10). This indicates that these topics are likely to remain major directions of reservoir research in the coming decade.

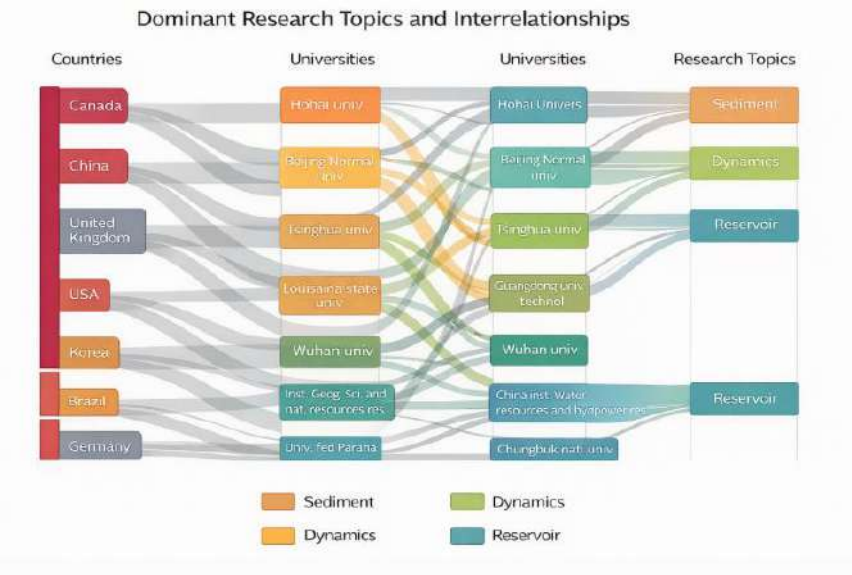


Figure 10: Interrelationship analysis: focus of countries and institutions

The objective of this research was to examine the existing knowledge on reservoir–hydropower systems and identify the most influential research areas in this field. The analysis shows that the dominant topics are hydropower generation, simulation, pressure, pump systems, and electricity production [8, 10, 11]. Particular attention has been given to modelling and optimization approaches for evaluating system performance.Overall, the field is strongly oriented toward simulation, system analysis, and engineering optimization. Many publications are based on numerical, mathematical, hydrodynamic, and optimization-based methods (Table 2). These approaches are widely used to assess hydropower efficiency, turbine and pump performance, electricity generation potential, and the operation of water-related energy systems.

CONCLUSION. Reservoir-based systems are essential for both water management and energy production, especially in hydropower. This study analyzed 393 Scopus-indexed documents (2015–2026) and showed that reservoir–hydropower research has developed as an interdisciplinary field mainly shaped by engineering and energy-related perspectives. Publication output increased over time, while China emerged as the leading contributor, with Tsinghua University and Wuhan University among the most productive institutions.

The results further indicate that the field is strongly influenced by modelling, simulation, and optimization-based studies. The most prominent themes include hydropower generation, reservoir operation, pressure, pump systems, electricity,

ISSN 3030-3907

and system performance. Citation analysis also showed that scientific influence is concentrated in a limited number of highly visible journals and publications.

Overall, reservoir–hydropower research is increasingly moving toward an integrated framework combining hydraulic engineering, energy efficiency, optimization, and environmental assessment. The findings suggest that these themes will remain among the main research directions in the coming years.

REFERENCES

1. Singh, V. K., and S. K. Singal. 2017. *Operation of Hydro Power Plants: A Review.* Renewable and Sustainable Energy Reviews 69: 610–619. doi:10.1016/j.rser.2016.11.169.

2. Dogan, M. S., J. Medellin-Azuara, and J. R. Lund. 2024. *Hydropower Reservoir Optimization with Solar Generation-Changed Energy Prices in California.* Water Resources Management 38 (6): 2135–2153. doi:10.1007/s11269-024-03747-6.

3. Zhang, Y., H. Ma, and S. Zhao. 2021. *Assessment of Hydropower Sustainability: Review and Modeling.* Journal of Cleaner Production 321: 128898. doi:10.1016/j.jclepro.2021.128898.

4. Tahseen, S., and B. W. Karney. 2017. *Reviewing and Critiquing Published Approaches to the Sustainability Assessment of Hydropower.* Renewable and Sustainable Energy Reviews 67: 225–234. doi:10.1016/j.rser.2016.09.031.

5. Abera, F. F., D. H. Asfaw, A. N. Engida, and A. M. Melesse. 2018. *Optimal Operation of Hydropower Reservoirs under Climate Change: The Case of Tekeze Reservoir, Eastern Nile.* Water 10 (3): 273. doi:10.3390/w10030273.

6. Lai, V., Y. F. Huang, C. H. Koo, A. N. Ahmed, and A. El-Shafie. 2022. *A Review of Reservoir Operation Optimisations: From Traditional Models to Metaheuristic Algorithms.* Archives of Computational Methods in Engineering 29 (5): 3435–3457. doi:10.1007/s11831-021-09701-8.

7. Lu, S., W. Dai, Y. Tang, and M. Guo. 2020. *A Review of the Impact of Hydropower Reservoirs on Global Climate Change.* Science of the Total Environment 711: 134996. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.134996.

8. Asadieh, B., and A. Afshar. 2019. *Optimization of Water-Supply and Hydropower Reservoir Operation Using the Charged System Search Algorithm.* Hydrology 6 (1): 5. doi:10.3390/hydrology6010005.

9. Tao, Y., L. Mo, Y. Yang, Z. Liu, Y. Liu, and T. Liu. 2023. *Optimization of Cascade Reservoir Operation for Power Generation, Based on an Improved Lightning Search Algorithm.* Water 15 (19): 3417. doi:10.3390/w15193417.

10. Saab, S. M., M. A. Al-Zahrani, H. A. B. Sidhu, and M. A. Alojail. 2022. *Review on Generating Optimal Operation for Dam and Reservoir Water System:*

ISSN 3030-3907

Simulation Models and Optimization Algorithms. Applied Water Science 12: 143. doi:10.1007/s13201-022-01593-8.

11. Van Eck, N. J., and L. Waltman. 2010. *Software Survey: VOSviewer, a Computer Program for Bibliometric Mapping.* Scientometrics 84 (2): 523–538. doi:10.1007/s11192-009-0146-3.

12. Jiang, H., M. Qiang, and P. Lin. 2016. *A Topic Modeling Based Bibliometric Exploration of Hydropower Research.* Renewable and Sustainable Energy Reviews 57: 226–237. doi:10.1016/j.rser.2015.12.194.

13. Odoi-Yorke, F., A. A. Abbey, T. A. Frimpong, E. Asante, E. M. Amewornu, J. E. Davis, E. B. Agyekum, and L. Atepor. 2024. *A Bird's Eye View of Pumped Hydro Energy Storage: A Bibliometric Analysis of Global Research Trends and Future Directions.* Journal of Energy Storage 100: 113594. doi:10.1016/j.est.2024.113594.

14. Bernardes, J., Jr., M. Santos, T. Abreu, L. Prado, Jr., D. Miranda, R. Julio, P. Viana, M. Fonseca, E. Bortoni, and G. S. Bastos. 2022. *Hydropower Operation Optimization Using Machine Learning: A Systematic Review.* AI 3 (1): 78–99. doi:10.3390/ai3010006.

15. Peng, Y., G. Wang, G. Tang, et al. 2011. *Study on Reservoir Operation Optimization of Ertan Hydropower Station Considering GFS Forecasted Precipitation.* Science China Technological Sciences 54 (Suppl 1): 76–82. doi:10.1007/s11431-011-4623-6.

16. Akkaya Oy, S., S. İnal, and A. Özdemir. 2024. *Operation of Hydroelectric Power Plants, Dam Reservoirs, and Energy Trade Using Artificial Neural Networks.* Applied Sciences 15 (1): 183.

ISSN 3030-3907

KONGRUENTLIK KOMPETENSIYASI VA UNI SHAKLLANTIRISH MEXANIZMLARI

Kamalova Dilobar Tairovna

Shahrisabz davlat pedagogika instituti Boshlang'ich ta'lim nazariyasi kafedrasi o'qituvchisi.

Аннотация. Мазкур мақолада конгруентлик компетенциясининг мазмун-моҳияти, унинг шахс ривожидаги аҳамияти ҳамда таълим жараёнида шакллантириш механизмлари таҳлил қилинган. Конгруентлик компетенцияси шахснинг ички қарашлари, ҳис-туйғулари ва ташқи хулқ-атвори ўртасидаги уйғунликни таъминловчи муҳим психологик-педагогик сифат сифатида асосланади. Шунингдек, бўлажак ўқитувчиларда мазкур компетенцияни ривожлантиришда инновацион педагогик технологиялар, интерактив методлар, рефлексив фаолият ва шахсга йўналтирилган ёндашувнинг ўрни очиб берилган. Тадқиқот натижасида конгруентлик компетенциясини шакллантиришга хизмат қилувчи самарали педагогик механизмлар тизими таклиф этилган.

Калит сўзлар: конгруентлик компетенцияси, шахс уйғунлиги, педагогик механизмлар, инновацион технологиялар, рефлексия, интерактив методлар, шахсга йўналтирилган таълим, коммуникатив кўникмалар, эмоционал интеллект, педагогик маҳорат.

Аннотация. В данной статье проанализированы сущность и содержание конгруентной компетенции, её значение в развитии личности, а также механизмы её формирования в образовательном процессе. Конгруентная компетенция обоснована как важное психолого-педагогическое качество, обеспечивающее гармонию между внутренними установками, чувствами и внешним поведением личности. Кроме того, раскрыта роль инновационных педагогических технологий, интерактивных методов, рефлексивной деятельности и личностно-ориентированного подхода в развитии данной компетенции у будущих педагогов. В результате исследования предложена система эффективных педагогических механизмов формирования конгруентной компетенции.

Ключевые слова: конгруентная компетенция, гармония личности, педагогические механизмы, инновационные технологии, рефлексия, интерактивные методы, личностно-ориентированное обучение, коммуникативные навыки, эмоциональный интеллект, педагогическое мастерство.

Abstract. This article analyzes the essence and content of congruence competence, its importance in personal development, and the mechanisms for its formation in

ISSN 3030-3907

the educational process. Congruence competence is substantiated as an important psychological and pedagogical quality that ensures harmony between an individual's internal beliefs, emotions, and external behavior. The study also highlights the role of innovative pedagogical technologies, interactive methods, reflective activities, and a learner-centered approach in developing this competence among future teachers. As a result, an effective system of pedagogical mechanisms for the formation of congruence competence is proposed.

Keywords: congruence competence, personal harmony, pedagogical mechanisms, innovative technologies, reflection, interactive methods, learner-centered education, communication skills, emotional intelligence, pedagogical mastery.

KIRISH.

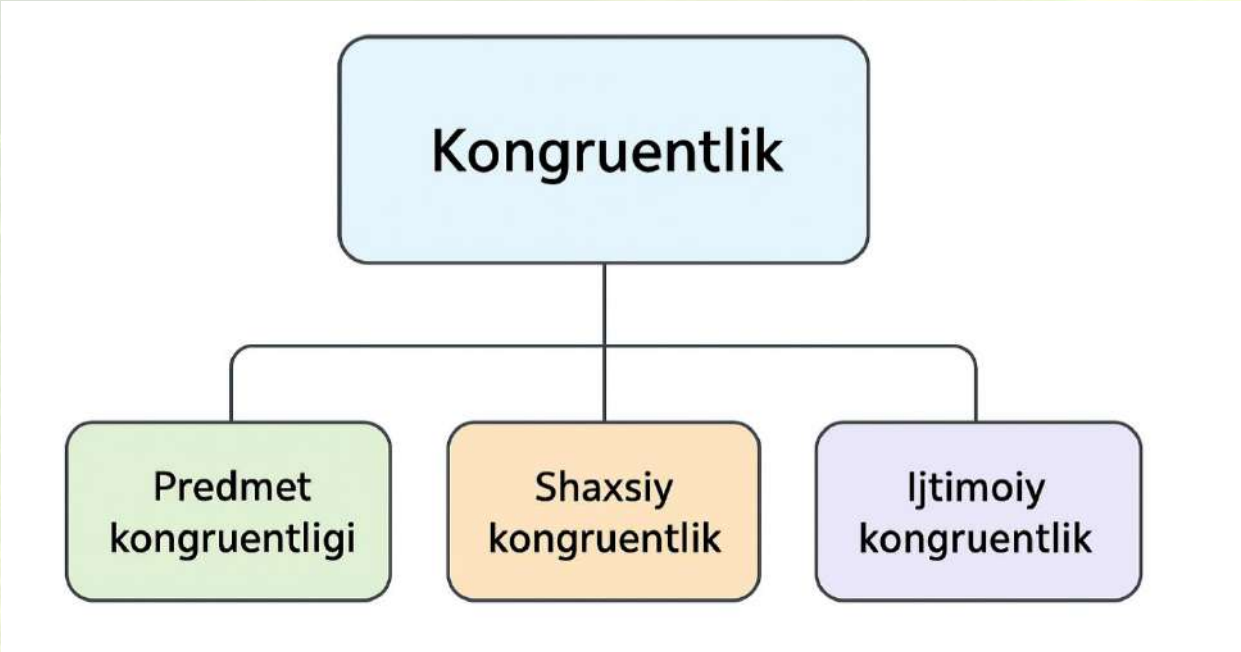
Hozirgi globallashuv va ta'lim tizimining modernizatsiyalashuvi sharoitida oliy ta'lim muassasalarida bo'lajak o'qituvchilarni tayyorlash jarayoniga qo'yilayotgan talablar tubdan o'zgarib bormoqda. Zamonaviy jamiyatda pedagog nafaqat o'z fanini mukammal egallagan mutaxassis, balki o'zining ichki qadriyatlari, kasbiy faoliyati va ijtimoiy xulq-atvori o'rtasida uyg'unlikni ta'minlay oladigan, ya'ni kongruent shaxs sifatida namoyon bo'lishi zarur. Shu jihatdan, bo'lajak o'qituvchilarda kongruentlik kompetensiyasini rivojlantirish dolzarb pedagogik muammolardan biri sifatida e'tirof etilmoqda.

Pedagogik adabiyotlarda kongruentlik tushunchasi shaxsning ichki "Men"i, qadriyatlari va tashqi faoliyati o'rtasidagi moslik sifatida talqin qilinadi. Bu esa o'qituvchining kasbiy faoliyatida samimiylik, ochiqlik, ishonchlilik va refleksivlik kabi sifatlarning namoyon bo'lishiga xizmat qiladi. Shu bilan birga, kongruentlik kompetensiyasi pedagogning o'quvchilar bilan samarali muloqot o'rnatishi, ta'lim jarayonida psixologik qulay muhit yaratishi hamda o'z faoliyatini doimiy tahlil qilib borishida muhim ahamiyat kasb etadi.

Kongruentlik (congruence) tushunchasi shaxsga yo'naltirilgan ta'limning markaziy elementlaridan biridir. Pedagogik kontekstda kongruentlik o'qituvchi va o'quvchining o'quv jarayonidagi faoliyatlarining o'zaro mosligi, ya'ni o'quv jarayoni maqsadlari, metod va usullarining o'quvchining individual xususiyatlari va rivojlanish istiqbollari bilan uyg'unlashganligini anglatadi[2]. Kongruentlik ta'lim jarayonining samaradorligini oshiradi, pedagogik o'zaro ta'sirning humanistik yo'nalishini mustahkamlaydi va o'quvchilarda shaxsiy hamda ijtimoiy kompetensiyalarni rivojlantiradi.

Kongruentlik shaxsga yo'naltirilgan ta'limda quyidagi asosiy darajalarda namoyon bo'ladi(1-rasm):

ISSN 3030-3907



1-rasm. Kongruentlik darajalari

1. Predmet kongruentligi – o‘qituvchi va o‘quvchi bir xil o‘quv fani predmetiga e’tibor qaratadi. Bu daraja o‘quv jarayonida bilimning umumiy maqsad va mazmuni bo‘yicha moslikni ta’minlaydi. Shu tariqa, o‘qituvchi va o‘quvchi faoliyatining ma’lum bir ilmiy predmet doirasida uyg‘unlashuvi pedagogik jarayonning samaradorligini oshiradi.

2. Shaxsiy kongruentlik – o‘qituvchi o‘z pedagogik niyatlarini va shaxsiy qadriyatlarini samimiy ifodalaydi, o‘quvchi esa o‘z fikrini erkin bildirishga qodir bo‘ladi. Bu shaxslararo ishonch va ochiqlikni shakllantiradi, o‘quvchining ichki motivatsiyasini rag‘batlantiradi va uning shaxsiy rivojlanish potentsialini maksimal darajada ochishga imkon yaratadi.

3. Ijtimoiy kongruentlik – o‘quv jarayoni ijobiy pedagogik muhitga asoslangan bo‘lib, o‘quvchining jamoadagi faol sub’ekt sifatida o‘zini namoyon qilishini ta’minlaydi. Bu daraja o‘quvchining ijtimoiy qobiliyatlarini rivojlantiradi, hamkorlik va kommunikativ kompetensiyalarni oshiradi.

Kongruentlik, ya’ni o‘qituvchining ichki hissiyotlari bilan tashqi xulq-atvori o‘rtasidagi muvofiqlik, kasbiy salohiyatning muhim ko‘rsatkichi hisoblanadi. Kongruent pedagog o‘z hissiyotlarini anglaydi, ularni qabul qiladi va ularni ijobiy yo‘nalishda boshqara oladi. Bu holat o‘quvchida ham samimiyat, ishonch va psixologik xavfsizlik hissini shakllantiradi. Pedagogik amaliyotda kongruentlik bu nafaqat kasbiy kompetensiya, balki shaxsiy barqarorlik, ruhiy sog‘lomlik va ijtimoiy moslashuvning asosiy shartlaridan biridir. O‘qituvchi o‘z his-tuyg‘ularini anglay olgan va ularni tabiiy holda namoyon eta olgan taqdirda, ta’lim jarayoni haqiqiy insonparvar ruhda kechadi, o‘quvchilarda empatiya, ishonch va ijodiy

ISSN 3030-3907

faollikni rag‘batlantiradi. Bularning barchasi o‘qituvchining emotsional madaniyatini rivojlantirish zarurligini ko‘rsatadi.

Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, o‘qituvchilardagi an’anaviy fikrlash, stereotip xulq va illyuzor pedagogik qarashlarni yengish odatiy leksiya yoki seminar mashg‘ulotlari orqali samarali amalga oshmaydi. Bu jarayonda faol ijtimoiy-psixologik o‘qitish usullari, xususan trening va refleksiv muloqot texnologiyalari yuqori natija beradi. Ular orqali o‘qituvchi o‘zining stereotip strategiyalarini anglash, o‘z-o‘zini tahlil qilish, shaxsiy “Men-obraz”ini qayta ko‘rib chiqish, emotsional holatini idora qilish va o‘zini boshqarish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Zamonaviy ta’lim rivojlanishining o‘ziga xos jihati uning gumanistik yo‘nalishidir. Gumanistik yondashuv inson shaxsini markazga qo‘yish, uning betakrorligi, ichki imkoniyatlari va rivojlanish manbalarini ochib berishga qaratilgan. Bu g‘oyaning ildizlari K. Rodjers[8], A. Maslou[6] tomonidan yaratilgan gumanistik psixologiya nazariyasida yotadi.

Mazkur olimlar inson faoliyatini faqat irsiy omillar yoki tashqi muhit ta’siri bilan izohlab bo‘lmasligini ta’kidlab, har bir shaxsning individual rivojlanish yo‘li va ichki salohiyati mavjudligini asoslab berdilar. K. Rodjers ta’lim jarayoniga bir qator muhim tushunchalarni kiritdi: “shartsiz ijobiy munosabat”, “qabul qilish” va “kongruentlik”. Uning ta’kidlashicha, kongruentlik — bu pedagogning o‘quvchi shaxsiyatini uning real holatida, shubhasiz qabul qila olish qobiliyatidir. Rodjers ta’kidlaganidek:

“Men boshqani inson bo‘lishiga yordam beraman, agar men uni qabul qila olsam. Bu — uning hissiyotlarini, munosabatlarini, e’tiqodlarini, ya’ni uning o‘ziga tegishli bo‘lgan barcha jihatlarni qabul qilishni anglatadi. Va buning o‘zi katta qadriyatdir.”

Boshqaga nisbatan qadriyatli munosabat g‘oyasi so‘nggi yigirma yil ichida milliy pedagogikada ham faol ilmiy yo‘nalish sifatida shakllandi. Psixologiya va pedagogika fanlari ta’lim jarayonini insonparvarlik nuqtai nazaridan qayta talqin etmoqda (K.A. Abulxanova-Slavskaya[4], E.F. Zeyer[4], I.S. Kon[5], A.V. Mudrik[1], A.B. Orlov [7] va boshqalarning tadqiqotlarida bu g‘oyalar yoritilgan).

Gumanistik pedagogikada ta’limning markazida bola shaxsi turadi, u har bir yosh bosqichiga mos ravishda o‘yin, muloqot, san’at, sport, ijod kabi faoliyat turlari orqali o‘zini namoyon qilish va rivojlantirish imkoniyatiga ega bo‘lishi kerak. Ta’lim jarayonini gumanizatsiya qilishning asosiy tamoyillari quyidagilardan iborat (1.2.-jadval):

ISSN 3030-3907

1-jadval

Ta’lim jarayonini gumanizatsiya qilishning asosiy tamoyillari

№	Tamoyil nomi	Mazmuni	Pedagogik ahamiyati
1	**Bolaga qadriyatli munosabat**	Bola shaxsini hurmat qilish, uning fikrini bildirish huquqini tan olish, intizomiy jazolarsiz o‘z pozitsiyasini erkin ifoda etish imkoniyatini yaratish.	Bu tamoyil o‘quvchi shaxsini qadrlashga, o‘qituvchi va bola o‘rtasida ishonchli muloqotni shakllantirishga xizmat qiladi; o‘qituvchining kasbiy va ma’naviy yetukligini ifodalaydi.
2	**Subyekt–subyektli munosabat**	Pedagog va tarbiyalanuvchi o‘rtasidagi teng, ikki tomonlama hamkorlikka asoslangan faol munosabat bo‘lib, u an’anaviy “o‘qituvchi–ob’ekt” modeliga qarama-qarshi turadi.	Ta’lim jarayonida o‘quvchini faol ishtirokchiga aylantiradi, o‘z fikrini erkin ifoda etish va mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.
3	**Bolaning huquqlarini tan olish**	Bolaga ijodiy izlanish, xatoga yo‘l qo‘yish va o‘z qobiliyatini namoyon etish imkonini berish; uning shaxsiy o‘sishini rag‘batlantirish.	Bu insonparvar ta’limning asosiy ma’naviy tamoyilini ifodalaydi — “Nima qilsam ham, dunyoda yaxshilik miqdori ko‘payishi kerak” g‘oyasiga tayanadi. Shaxsning ijobiy o‘zgarishiga, o‘z-o‘zini anglashga va ijodiy rivojlanishga zamin yaratadi.

Zamonaviy maktab sharoitida bolalarning psixologik, fiziologik, didaktik va boshqa rivojlanish xususiyatlarini hisobga olgan holda, pedagoglarning kasbiy faoliyat mazmuni pedagogik ongni rivojlantirish, ya’ni o‘qituvchilarda shakllangan stereotip fikrlash, idrok va xulq modellarini o‘zgartirishga qaratilgan bo‘lishi lozim.

Bu holda, fanga oid vazifalar bilan birga, pedagoglar quyidagi bilimlarni kengaytirish imkoniyatiga ega bo‘lishlari kerak:

– ta’lim muhiti nima ekani, uning turlari, subyektlari, ta’lim muhiti tiplari va subyektlar o‘rtasidagi o‘zaro munosabat turlari haqida;

ISSN 3030-3907

– ta’lim muhitida bolalarning yoshga oid va shaxsiy rivojlanishining psixologik xususiyatlari haqida;

– ta’lim jarayonini psixologik va didaktik jihatdan loyihalash usullari haqida.

Shuningdek, pedagoglarda quyidagi ko‘nikmalarni shakllantirish uchun sharoit yaratilishi zarur:

– psixologik va didaktik maqsadlarni ajratish, shuningdek, psixologik vazifalarni ta’lim-metodik material va o‘quv jarayonini tashkil etishning didaktik shakliga o‘tkazish;

– ta’lim muhiti subyektlari o‘rtasidagi pedagogik o‘zaro munosabatning turli usullarini amalga oshirish;

– “nima uchun o‘qitish”, “qanday o‘qitish” va “kimni o‘qitish” savollariga nisbatan refleksiv pozitsiyani egallash.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mudrik, A. V. Sotsialnaya pedagogika: ucheb. dlya stud. ped. vuzov / A. V. Mudrik / pod red. V. A. Slastenina. 3-ye izd., ispr. i dop. M.: Izd. sentr Akademiya, 2002.200 s.

2. Rogers, C. R., Stevens, B., Gendlin, E. T., Shlien, J. M., & Van Dusen, W. (1967). Person to person: The problem of being human: A new trend in psychology. Lafayette, CA: Real People Press

3. Zeer E. F., Breeders D. P., Lebedeva E. V., Tretyakova V. S., Kaigorodova A. E., Sychenko Yu. A., Plaksina L. T., Khrulev D. V., Tserkovnikova N. G. Personalizirovannoe obrazovanie v proekcii professional’nogo budushchego: metodologiya, prognozirovanie, realizaciya = Personalized education in the projection of the professional future: Methodology, forecasting, implementation [Internet]. Ekaterinburg: Russian State Vocational Pedagogical University; 2021 [cited 2022 Dec 19]. 120 p. Available from: https://elar.rsvpu.ru/bitstream/123456789/38199/1/978-5-8295-0791-6_2021.pdf (In Russ.)

4. Абульханова-Славская, К.А. Стратегия жизни / К.А. Абульханова-Славская. – М.: Мысль, 2001. – 158 с

5. Кон, И.С. Школьное насилие: буллинг и хейзинг [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://rumagic.com/ru_zar/sci_psychology/kon/1/j62.html

6. Маслоу, А., (2022). На подступах к психологии бытия. Москва: Академический проект. http://noolib.ru/files/tomIII/maslow_toward_a_psychology_of_being.pdf

7. Орлов Александр Борисович, Орлова Наталия Александровна Наука человека: Человекоцентрированный подход к общей персонологии (или История о чрезвычайном происшествии в благородном семействе наук) //

ISSN 3030-3907

Психология. Журнал ВШЭ. 2015. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/nauka-cheloveka-chelovekotsentrirovannyy-podhod-k-obschey-personologii-ili-istoriya-o-chrezvychaynom-proisshestvii-v-blagorodnom (дата обращения: 05.11.2025).
8. Роджерс, К. Свобода учиться / К.Роджерс, Дж. Фрейберг. М.: Смысл, 2002. 527с.

ISSN 3030-3907

NOTEKIS QADAMLI TO‘R TUGUNLARIDA SIRTLARNI TIKLASHDA B-SPLAYN VA KRIGING USULLARINING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Azimov Raximjon Karimovich
Andijon davlat universiteti
E-mail: azimovraximjon60@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada notekis qadamli to‘r tugunlarida berilgan ma’lumotlar asosida interpolyatsion sirtlarni tiklash masalasi o‘rganilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi B-splayn va ordinary kriging usullarining samaradorligini qiyosiy baholashdan iborat. Berilgan ikki o‘zgaruvchili test funksiya qiymatlari asosida sirtni qayta tiklash jarayoni tashkil etilib, kubik B-splayn hamda ordinary kriging modellaridan foydalanilgan. Olingan natijalar o‘rtacha absolyut xatolik, o‘rtacha kvadratik xatolik, o‘rtacha kvadratik xatolik ildizi, maksimal absolyut xatolik va determinatsiya koeffitsiyenti mezonlari orqali tahlil qilingan. Natijalar har ikkala usulning ham yuqori aniqlikda ishlashini, ammo qaralayotgan sharoitda B-splayn usuli bir oz samaraliroq ekanini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: interpolyatsiya, B-splayn, ordinary kriging, sirtni tiklash, kubik splayn, semivariogram, interpolyatsiya aniqligi, matematik modellashtirish.

Abstract. This article examines the problem of reconstructing interpolation surfaces from data provided at the nodes of a non-uniform grid. The primary objective of the research is to comparatively evaluate the effectiveness of the B-spline and ordinary kriging methods. The surface reconstruction process was carried out based on the values of a given two-variable test function, utilizing cubic B-spline and ordinary kriging models. The obtained results were analyzed using the criteria of mean absolute error, mean squared error, root mean squared error, maximum absolute error, and the coefficient of determination. The results indicated that both methods perform with high accuracy, but the B-spline method proved to be slightly more effective under the conditions considered.

Keywords: interpolation, B-spline, ordinary kriging, surface reconstruction, cubic spline, semivariogram, interpolation accuracy, mathematical modeling.

Аннотация. В данной статье исследуется задача восстановления интерполяционных поверхностей по данным, заданным в узлах сетки с неравномерным шагом. Основная цель исследования заключается в сравнительной оценке эффективности методов B-сплайнов и ординарного кригинга. На основе значений заданной тестовой функции двух переменных был организован процесс восстановления поверхности с использованием моделей кубического B-сплайна и ординарного кригинга. Полученные результаты были проанализированы по таким критериям, как средняя

ISSN 3030-3907

абсолютная ошибка, среднеквадратическая ошибка, корень из среднеквадратической ошибки, максимальная абсолютная ошибка и коэффициент детерминации. Результаты показали, что оба метода работают с высокой точностью, однако в рассматриваемых условиях метод B-сплайнов оказался несколько эффективнее.

Ключевые слова: интерполяция, B-сплайн, обыкновенный кригинг, восстановление поверхности, кубический сплайн, семивариограмма, точность интерполяции, математическое моделирование.

KIRISH

Matematik modellashtirish va interpolyatsiya masalalarida berilgan tugun nuqtalar asosida uzluksiz sirtni tiklash muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, ikki o‘zgaruvchili funksiyalar uchun berilgan qiymatlar jadvali asosida sirtni qayta qurish masalasi amaliy va nazariy jihatdan dolzarb hisoblanadi. Bunday masalalarda turli interpolyatsiya usullaridan foydalaniladi va ularning samaradorligi tugun nuqtalarning joylashuvi hamda tiklanayotgan funksiyaning xossalariga bog‘liq bo‘ladi [1,2]. Ushbu ishda B-splayn va Kriging usullariga asoslangan modellar ko‘rib chiqilib, notekis qadamli to‘r tugunlarida qaysi usul samaraliroq natija berishi tahlil qilinadi.

Kriging usuli fazoviy avtokorrelyatsiya g‘oyasiga asoslangan interpolyatsiya yondashuvi hisoblanadi. Uning asosiy mohiyati shundan iboratki, fazoda bir-biriga yaqin joylashgan nuqtalardagi qiymatlar odatda uzoqroq joylashgan nuqtalardagi qiymatlarga nisbatan o‘zaro yaqinroq bo‘ladi. Shu sababli noma’lum nuqtadagi qiymatni baholashda barcha ma’lumot nuqtalariga bir xil yondashish emas, balki ularning fazodagi joylashuvi va o‘zaro bog‘liqligini hisobga olish muhimdir. Aynan shu xususiyat Kriging usulini oddiy geometrik yoki algebraik interpolyatsiya usullaridan ajratib turadi. Ushbu usul, ayniqsa, tugun nuqtalar notekis yoki tarqoq joylashgan hollarda samarali qo‘llanadi.

B-splayn usuli esa uzluksiz va silliq sirt qurish uchun qulay matematik vositalardan biri hisoblanadi. Bu usulda qidirilayotgan funksiya yoki sirt tayyor polinom bilan emas, balki B-splayn bazis funksiyalarining chiziqli kombinatsiyasi orqali ifodalanadi. B-splayn bazisida yozilgan splayn lokal xarakterga ega bo‘lib, ma’lum nuqtadagi qiymatga asosan unga yaqin joylashgan bazis funksiyalar ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli B-splayn usuli silliq sirtlar qurish, approksimatsiya va interpolyatsiya masalalarida keng qo‘llanadi. Ayniqsa, tugun nuqtalar to‘r ko‘rinishida tartiblangan hollarda bu usul yuqori aniqlikdagi natijalar berishi mumkin [3,4].

Shunday qilib, B-splayn va Kriging usullari interpolyatsiya masalalarida turli yondashuvlarga asoslanadi. B-splayn ko‘proq strukturallashgan tugunlar

ISSN 3030-3907

to‘plamida silliq sirt qurish uchun qulay bo‘lsa, Kriging usuli fazoviy bog‘liqlikni hisobga olishi sababli notekis joylashgan nuqtalar bilan ishlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur ishda aynan shu ikki usulning notekis qadamli to‘r tugunlarida berilgan ma’lumotlar uchun samaradorligi qiyosiy baholanadi.

Kriging usuli asosida ma’lumotlarini interpolyatsiya qilish

Faraz qilaylik, tadqiq qilinayotgan hududda n ta nuqtada kuzatuvlar mavjud bo‘lib, ular

$$(x_1, y_1, z_1), (x_2, y_2, z_2), \ldots, (x_n, y_n, z_n)$$

Ko‘rinishda berilgan bo‘lsin. Bu yerda (x_i, y_i) nuqtaning koordinatalari, z_i esa shu nuqtadagi o‘lchangan parametr qiymatidir. Endi maqsad (x_0, y_0) nuqtadagi noma’lum qiymatni topishdan iborat bo‘ladi. Ordinary kriging usulida ushbu noma’lum qiymat ma’lum qiymatlarning og‘irlikli yig‘indisi orqali aniqlanadi [5]:

$$\overline{Z}(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i Z(x_i, y_i)$$

Bu yerda λ_i lar kriging og‘irliklari bo‘lib, ular tasodifiy tanlanmaydi, balki fazoviy bog‘liqlikdan kelib chiqib maxsus tizim yordamida aniqlanadi. Ordinary kriging uchun qo‘shimcha ravishda

$$\sum_{i=1}^{N} \lambda_i = 1$$

sharti qo‘yiladi. Ushbu shart baholashning siljimagan bo‘lishini ta’minlaydi.

Kriging usulining amaliy qurilishida dastlab nuqtalar orasidagi masofalar aniqlanadi. Ikki nuqta orasidagi masofa Evklid formulasi yordamida hisoblanadi [6]:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

baholanayotgan nuqta bilan ma’lum nuqta orasidagi masofa esa

$$d_{i0} = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2}$$

Ko‘rinishda aniqlanadi. Bu masofalar keyingi bosqichda fazoviy bog‘liqlikni ifodalovchi semivariogramni qurish uchun kerak bo‘ladi. Krigingda masofa oddiy geometrik kattalik bo‘lib qolmay, balki qiymatlar o‘rtasidagi statistik o‘xshashlik yoki farqlanish darajasini baholash vositasiga aylanadi.

Semivariogram krigingning asosiy elementi hisoblanadi. U ma’lumotlarning fazodagi avtokorrelyatsiyasini ifodalaydi, ya’ni masofa ortgan sari qiymatlar qanchalik farqlashishini ko‘rsatadi. Nazariy jihatdan semivariogram

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} Var\left(Z(s) - Z(s+h)\right)$$

ISSN 3030-3907

ko‘rinishda aniqlanadi. Amaliy hisoblashlarda esa eksperimental semivariogram ishlatiladi. U quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\gamma(h)=\frac{1}{2N(h)}\sum_{(i,j)\in N(h)}\left(z_i-z_j\right)^2$$

Bu yerda N(h) — masofasi h atrofida bo‘lgan nuqtalar juftliklari soni. Boshqacha aytganda, barcha nuqta juftliklari masofa bo‘yicha guruhlarga ajratiladi va har bir guruh uchun qiymatlar farqi kvadratlarining o‘rtachasi olinadi. Shunday qilib, semivariogram nuqtalari hosil qilinadi. Ushbu nuqtalar ma’lumotlarning fazodagi tuzilishini ifodalaydi.

Eksperimental semivariogram nuqtalari odatda notekis va shovqinli bo‘ladi. Shu sababli ular asosida bevosita kriging bajarilmaydi. Buning o‘rniga eksperimental nuqtalarga nazariy variogram modeli moslashtiriladi. Amaliyotda spherical, exponential, gaussian va linear modellar keng ishlatiladi. Ordinary kriging uchun ko‘plab dasturiy paketlar ham aynan shu turdagi semivariogram modellarini standart variant sifatida taklif qiladi. Tarqoq ma’lumotlari bilan ishlashda spherical model ko‘p qo‘llanadigan variantlardan biri hisoblanadi.
Spherical model quyidagicha yoziladi:

$$\gamma(h)=\begin{cases}c_0+c\left(\dfrac{3h}{2a}-\dfrac{1}{2}\left(\dfrac{h}{a}\right)^3\right), & 0<h\le a\\ c_0+c, & h>a\end{cases}$$

Bu formulada c_0 - nugget effekti, c_0+c - sill, a esa range parametridir. Nugget juda kichik masofadagi o‘lchov xatolari yoki mayda masshtabdagi tasodifiy o‘zgarishlarni ifodalaydi. Sill semivariogramning barqarorlashadigan yuqori sathini bildiradi. Range esa nuqtalar orasidagi fazoviy bog‘liqlik amalda saqlanib turadigan masofani ko‘rsatadi. Agar nuqtalar orasidagi masofa rangeni oshib ketsa, ularning qiymatlari bir-biriga deyarli bog‘liq emas deb qaraladi [7].

Nazariy semivariogram modeli tanlangach, ordinary kriging og‘irliklari maxsus tenglamalar tizimidan topiladi:

$$\sum_{j=1}^{n}\lambda_j\gamma\left(d_{ij}\right)+\mu=\gamma\left(d_{i0}\right),\ \ i=1,2,\ldots,n$$

$$\sum_{j=1}^{N}\lambda_j=1$$

Bu yerda μ - Lagrange ko‘paytirgich bo‘lib, u og‘irliklar yig‘indisining birga teng bo‘lish shartini hisobga olish uchun kiritiladi. Mazkur tizim yechilgach, $\lambda_1,\lambda_2,\ldots,\lambda_n$ og‘irliklar aniqlanadi. So‘ngra ular yordamida noma’lum nuqtadagi baholangan qiymat hisoblanadi:

ISSN 3030-3907

$$\overline{Z}(x_0, y_0) = \sum_{i=1}^{N} \lambda_i Z(x_i, y_i)$$

Demak, kriging jarayonida semivariogram modelidan bevosita og‘irliklarni topishda foydalaniladi, og‘irliklar esa yakuniy interpolyatsion qiymatni beradi.

B-splayn usuli asosida tog‘-kon ma’lumotlarini interpolyatsiya qilish

Bir o‘lchovli holatda B-splayn funksiya quyidagi ko‘rinishda yoziladiv[8]:

$$S(x) = \sum_{i=0}^{n-1} c_i B_{i,k}(x)$$

Bu yerda $B_{j,k}(x)$ - k-k-darajali B-splayn bazis funksiyalar, c_j - splayn koeffitsiyentlari, $t = \{t_0, t_1, \ldots, t_{n+k}\}$ esa tugunlar vektori hisoblanadi.

B-splayn bazis funksiyalari rekurrent ravishda aniqlanadi. Nolinchi darajali bazis funksiya

$$B_{i,0}(x) = \begin{cases} 1, & t_i \le x < t_{i+1} \\ 0, & aks\ holda \end{cases}$$

ko‘rinishda olinadi [9]. Yuqori darajali bazis funksiyalar esa Cox–de Boor rekurrent formulasi yordamida quriladi:

$$B_{i,k}(x) = \frac{x - t_i}{t_{i+k} - t_i} B_{i,k-1}(x) + \frac{t_{i+k+1} - x}{t_{i+k+1} - t_{i+1}} B_{i+1,k-1}(x)$$

Agar maxraj nolga teng bo‘lsa, mos had nol deb olinadi. Ushbu rekurrent yozilish B-splayn qurilishining asosiy matematik tayanchi hisoblanadi [10].

B-splayn usulining muhim xususiyati shundaki, har bir bazis funksiya faqat cheklangan oraliqda noldan farqli bo‘ladi. Shuning uchun B-splayn lokal bazis deyiladi. Bundan tashqari, bir nuqtada ko‘pi bilan k+1 ta bazis funksiya noldan farqli bo‘ladi. Bu xossa katta hajmli ma’lumotlar bilan ishlashda hisoblashni yengillashtiradi.

Amaliy masalalarda ko‘pincha kubik B-splayn ishlatiladi, ya’ni k=3 olinadi. Bunda splayn quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi [11]:

$$S(x) = \sum_{i=0}^{n-1} c_i B_{i,3}(x)$$

Kubik B-splayn keng qo‘llanishining sababi shundaki, u yetarli darajada silliq bo‘ladi va ko‘plab amaliy jarayonlar uchun mos aproksimatsiya beradi.

Tog‘-kon ma’lumotlari bilan ishlashda odatda sirt ikki o‘lchovli sohada quriladi. Agar hudud bo‘yicha nuqtalar (x_i, y_i, z_i) ko‘rinishda berilgan bo‘lsa, u holda qidirilayotgan sirt z=z(x,y) ni ikki o‘lchovli B-splayn ko‘rinishida ifodalash mumkin. Bunday sirt bir o‘lchovli bazis funksiyalarning tensor ko‘paytmasi asosida yoziladi [12]:

ISSN 3030-3907

$$S(x,y)=\sum_{i=0}^{n}\sum_{i=0}^{m}c_{ij}B_{i,p}(x)B_{j,q}(y)$$

Bu yerda $B_{i,p}(x)$ - x yo‘nalish bo‘yicha bazis funksiya, $B_{j,q}(y)$ - y yo‘nalish bo‘yicha bazis funksiya, c_{ij} esa sirt koeffitsiyentlari hisoblanadi.

Agar ikki yo‘nalishda ham kubik daraja olinsa, ya’ni p=q=3, u holda sirt quyidagicha yoziladi:

$$S(x,y)=\sum_{i=0}^{n}\sum_{i=0}^{m}c_{ij}B_{i,3}(x)B_{j,3}(y)$$

Mazkur formula tog‘-kon ma’lumotlari uchun eng qulay yozilishlardan biridir. Chunki u relyef yuzasi, ruda miqdori taqsimoti yoki qatlam qalinligi kabi parametrlarni silliq sirt tarzida ifodalash imkonini beradi. Bunda c_{ij} koeffitsiyentlar sirt shaklini belgilaydi va ular berilgan ma’lumotlarga moslab aniqlanadi.

B-splayn modelida tugunlar va koeffitsiyentlar alohida ahamiyatga ega. Tugunlar vektori sirt yoki chiziqning qaysi oraliqlarda qanday polinom bo‘laklar bilan ifodalanishini belgilaydi. Koeffitsiyentlar esa bazis funksiyalar oldidagi og‘irliklar bo‘lib, ular splayn shaklini boshqaradi [13,14,15].

TAHLIL VA NATIJALAR.

Modelning aniqligi va samaradorligini baholash maqsadida, maxsus tanlab olingan ikki o‘lchovli analitik funksiyaning matritsa shaklidagi qiymatlari asosida tiklash jarayoni amalga oshiriladi va natijalar boshqa yondashuvlar bilan taqqoslab tahlil qilinadi [4]. Bu bosqichda ikki o‘lchovli Ermit splayn modeli uchun algoritm ishlab chiqiladi. Tanlangan funksiya qiymatlari tengmas oraliqli x va y o‘zgaruvchilar asosida jadval ko‘rinishida aniqlanadi. Avvalo, ushbu funksiyaning o‘zi ko‘rib chiqiladi.

$$f(x,y)=\sin(x)\cdot e^{-\cos(y)}+\cos(y)\cdot e^{\sin(x)}$$

bu yerda:

x = [-2.0, -1.3, -0.7, 0.0, 1.1, 2.0]

y = [-2.0, -1.4, -0.6, 0.3, 1.2, 2.0]

Python dasturida ushbu funksiyani jadval qiymatlarini hosil qilib so‘ngra ushbu jadval asosida grafik tasvirini hosil qilamiz [7].

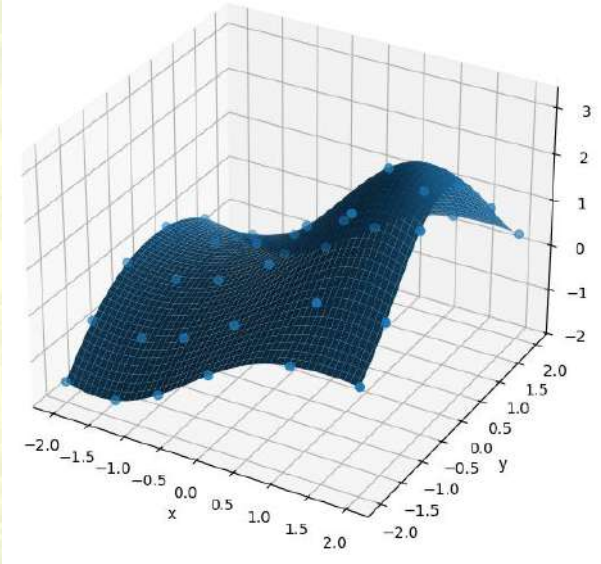
x va y vektorlaridagi koordinatalar asosida ikki o‘lchovli to‘r koordinatalarini qaytaradi. X - har bir satr x ning nusxasi bo‘lgan matritsa va Y - har bir ustunining nusxasi bo‘lgan matritsa. X va Y koordinatalari bilan ifodalangan panjara uzunlik (y) qatorlar va uzunlik (x) ustunlariga ega[8].

ISSN 3030-3907

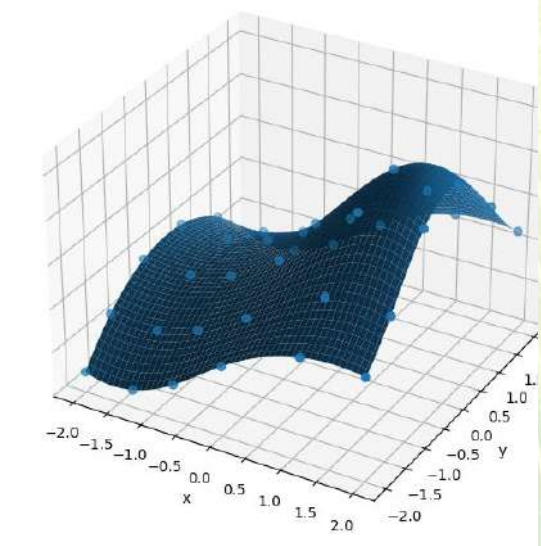
1-jadval.

Maxsus tanlab olingan ikki o‘zgaruvchili funksiyaning jadval qiymatlari

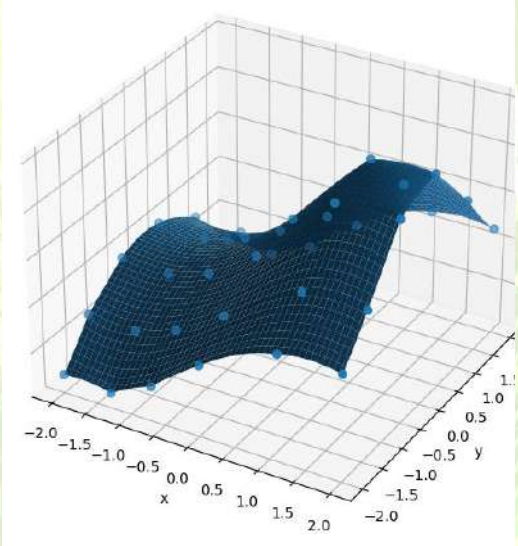
X/Y	-2,0	-1,3	-0,7	0,0	1,1	2,0
-2,0	-1.5462	-1.6196	-1.1952	-0.4161	0.3366	0.3455
-1,4	-0.6987	-0.7481	-0.4543	0.1700	1.1663	1.1891
-0,6	-0.0659	-0.1072	0.1511	0.8253	2.4027	2.4473
0,3	0.0350	-0.0062	0.2538	0.9553	2.6720	2.7215
1,2	-0.4869	-0.5324	-0.2581	0.3624	1.5038	1.5325
2,0	-1.5462	-1.6196	-1.1952	-0.4161	0.3366	0.3455



1-rasm. Asl funksiya grafigi



2-rasm. B-splayn yordamida tiklangan sirt



3-rasm. Kriging yordamida tiklangan sirt

Yuqoridagi grafiklardan ko‘rishimiz mumkinki ikkala usul ham berilgan funksiyani silliq va asl funksiyaga yaqin qilib tiklagan. Ikkala modelning ham

ISSN 3030-3907

xatoligini baholash uchun ba’zi nuqtalarda funksiya qiymati, uning B-splayn va Kriging usullarida tiklangan qiymatlari hamda tiklashdagi absolyut xatolikni ko‘rib o‘tishimiz kerak bo‘ladi. Buni biz 2-jadvalda ko‘rib o‘tamiz.

2-jadval.

Tanlangan funksiya va biz solishtirayotgan modellar orqali tiklangan qiymatlarining solishtirma tahlil natijalari.

x	y	f(x,y)	B-splayn	Kriging	B-splayn err	Kriging err
-2.0000	-2.0000	-1.546220	-1.546220	-1.546220	8.881784e-16	3.8873e-12
-2.0000	-0.9899	-0.304212	-0.306831	-0.361551	2.618399e-03	1.1873e-02
-2.0000	0.0202	0.068145	0.069608	0.090481	1.462881e-03	1.2179e-02
-2.0000	1.0303	-0.336277	-0.337517	-0.365092	1.239794e-03	1.2319e-02
-2.0000	2.0000	-1.546220	-1.546220	-1.546220	4.440892e-16	3.2832e-12
-0.9899	-2.0000	-1.447802	-1.446492	-1.368920	1.309943e-03	2.1157e-03
-0.9899	-0.9899	-0.245036	-0.246640	-0.290023	1.603857e-03	1.2152e-02
-0.9899	0.0202	0.125766	0.127913	0.162918	2.146608e-03	8.6596e-03
-0.9899	1.0303	-0.276676	-0.277093	-0.306115	4.169419e-04	1.2456e-02
-0.9899	2.0000	-1.447802	-1.446492	-1.379625	1.309943e-03	2.1157e-03
0.0202	-2.0000	-0.394012	-0.394996	-0.394860	9.834337e-04	3.0706e-04
0.0202	-0.9899	0.571642	0.571388	0.553577	2.533794e-04	1.1278e-03
0.0202	0.0202	1.027631	1.027722	1.071291	9.150868e-05	3.2193e-04
0.0202	1.0303	0.537134	0.535482	0.528853	1.652505e-03	1.1729e-03
0.0202	2.0000	-0.394012	-0.394996	-0.395389	9.834337e-04	3.0706e-04

ISSN 3030-3907

1.0303	-2.0000	0.319073	0.313046	0.317081	6.026559e-03	9.516e-04
1.0303	-0.9899	1.788861	1.790424	1.745009	1.563415e-03	6.1449e-03
1.0303	0.0202	2.672177	2.672213	2.578098	3.595162e-05	1.0993e-02
1.0303	1.0303	1.725451	1.721982	1.681325	3.468966e-03	6.468e-03
1.0303	2.0000	0.319073	0.313046	0.317782	6.026559e-03	9.516e-04
2.0000	-2.0000	0.345477	0.345477	0.345477	5.551115e-17	4.2421e-12
2.0000	-0.9899	1.887637	1.887740	1.830092	1.026883e-04	8.3148e-03
2.0000	0.0202	2.816651	2.812009	2.689630	4.642423e-03	8.4175e-03
2.0000	1.0303	1.820978	1.816016	1.764204	4.962675e-03	8.5526e-03
2.0000	2.0000	0.345477	0.345477	0.345477	0.000000e+00	5.2692e-12

2-jadvaldagi ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki ikkala model ham asl funksiyaga yuqori aniqlikda yaqinlashgan. Quyida bu ikkala modelni ham bir nechta mezonlar asosida xatoligini baholaymiz.

Interpolyatsiya natijalarini baholash va qiyosiy tahlil

Ushbu tadqiqotda berilgan test funksiya asosida hosil qilingan qiymatlar jadvali bo‘yicha B-splayn va kriging usullari yordamida sirt tiklandi. Tiklangan sirtlarning aniqligini baholash uchun bir nechta xatolik mezonlaridan foydalanildi. Xususan, o‘rtacha absolyut xatolik, o‘rtacha kvadratik xatolik, o‘rtacha kvadratik xatolik ildizi, maksimal absolyut xatolik hamda determinatsiya koeffitsiyenti hisoblandi. Ushbu mezonlar yordamida interpolyatsiya natijalarining haqiqiy funksiyaga qanchalik yaqinligi tahlil qilindi.

Faraz qilaylik, z_i i-nuqtadagi haqiqiy qiymat, $\bar{z}_i$ esa interpolyatsiya natijasida topilgan qiymat bo‘lsin. U holda o‘rtacha absolyut xatolik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$MAE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|z_i - \bar{z}_i\right|$$

ISSN 3030-3907

Bu mezon haqiqiy va tiklangan qiymatlar orasidagi o‘rtacha absolyut farqni ko‘rsatadi. MAE ning kichik bo‘lishi modelning umumiy aniqligi yuqori ekanligini bildiradi.

Hisoblash natijalariga ko‘ra, B-splayn usuli uchun MAE=0.0068093414, kriging usuli uchun esa MAE=0.0082114101 qiymat olindi.

Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, o‘rtacha absolyut xatolik bo‘yicha B-splayn usuli krigingga nisbatan aniqroq natija berdi. Ya’ni tekshirilgan nuqtalarda B-splayn yordamida tiklangan qiymatlar haqiqiy funksiya qiymatlariga o‘rtacha hisobda yaqinroq joylashgan. Kriging usulida ham xatolik juda kichik bo‘lsa-da, bu mezon bo‘yicha B-splayn ustunlik qildi.

O‘rtacha kvadratik xatolik esa quyidagicha hisoblanadi:

$$MSE = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(z_i - \bar{z}_i\right)^2$$

MSE da xatoliklar kvadratga ko‘tarilgani sababli katta og‘ishlar kuchliroq baholanadi. Shu sababli mazkur ko‘rsatkich modelning notekis xatolarga sezgirligini yaxshi ifodalaydi.

Hisoblash natijalariga ko‘ra, B-splayn usuli uchun MSE= 0.0000976821 , kriging usuli uchun esa MSE= 0.0001127844 qiymat olindi.

Natijalardan ko‘rinib turibdiki, B-splayn usulida o‘rtacha kvadratik xatolik ham kichikroq chiqdi. Bu esa B-splayn modelida nisbatan katta og‘ishlar soni va ta’siri kamroq bo‘lganini anglatadi. Kriging usulida ham MSE juda kichik qiymat olgan, ammo B-splayn bunda ham yaxshiroq moslik ko‘rsatgan.

O‘rtacha kvadratik xatolikning ildizi, ya’ni RMSE, quyidagicha aniqlanadi:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(z_i - \bar{z}_i\right)^2}$$

RMSE amaliy jihatdan juda qulay mezon bo‘lib, uning o‘lchov birligi to‘g‘ridan to‘g‘ri baholanayotgan parametrning o‘lchov birligiga mos keladi. Shu sababli interpolyatsiya aniqligini talqin qilishda RMSE ko‘pincha eng muhim ko‘rsatkichlardan biri sifatida ishlatiladi.

Hisoblash natijalariga ko‘ra, B-splayn usuli uchun RMSE= 0.0098834231 , kriging usuli uchun esa RMSE= 0.0106199993 qiymat olindi.

Ko‘rinadiki, RMSE bo‘yicha ham B-splayn usuli yaxshiroq natija ko‘rsatdi. Bu degani, kvadratik xatoliklarni hisobga olgan holda ham B-splayn bilan tiklangan sirt haqiqiy funksiyaga yaqinroq bo‘lgan. Kriging natijasi ham yuqori aniqlikni ko‘rsatadi, lekin ushbu tajribada B-splayn biroz ustun chiqdi.

Maksimal absolyut xatolik interpolyatsiya natijasining eng yomon nuqtadagi og‘ishini ifodalaydi va quyidagicha yoziladi:

ISSN 3030-3907

$$E_{\max} = \max_{1 \le i \le N} \left| z_i - \bar{z}_i \right|$$

Mazkur mezon ayniqsa eng noqulay holatni aniqlashda muhim bo‘lib, sirtning qaysidir nuqtasida model qanchalik katta xatoga yo‘l qo‘yishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Hisoblash natijalari:

$$E_{\max}^{B-spline} = 0.0316160593$$

$$E_{\max}^{Kriging} = 0.0343020452$$

Bu natijalardan ko‘rinadiki, eng katta xatolik bo‘yicha ham B-splayn yaxshiroq natija ko‘rsatdi. Ya’ni eng noqulay nuqtada ham B-splayn yordamida olingan natijaning haqiqiy funksiyadan og‘ishi krigingnikiga qaraganda kichikroq bo‘ldi. Bu holat B-splayn tiklanishining yanada barqarorroq ekanini ko‘rsatadi.

Modelning umumiy moslik darajasini baholash uchun determinatsiya koeffitsiyenti, ya’ni R^2 ko‘rsatkichi ham hisoblandi:

$$\bar{z} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} z_i$$

Haqiqiy qiymatlarning o‘rtacha arifmetik qiymati. R^2 ning 1 ga yaqin bo‘lishi tiklangan sirt haqiqiy funksiyani juda yaxshi ifodalashini bildiradi.

Hisoblash natijalari quyidagicha bo‘ldi:

$$R^2_{B-spline} = 0.9999238845$$

$$E^2_{Kriging} = 0.9999121165$$

Har ikkala usul uchun ham R^2 qiymati 1 ga juda yaqin chiqdi. Bu B-splayn ham, kriging ham berilgan test funksiyani yuqori aniqlikda tiklay olganini ko‘rsatadi. Shunga qaramay, B-splayn uchun R^2 qiymati biroz kattaroq bo‘lgani sababli u haqiqiy funksiyaga moslik darajasi bo‘yicha ham bir oz ustun natija berdi.

Barcha asosiy mezonlar bo‘yicha B-splayn usuli biroz yaxshiroq natija ko‘rsatdi. Xususan, MAE, MSE, RMSE va maksimal absolyut xatolik qiymatlari B-splayn uchun kichikroq bo‘ldi, R^2 qiymati esa kattaroq chiqdi. Bu esa berilgan tajribada B-splayn modeli haqiqiy funksiyani aniqroq tiklaganini ko‘rsatadi.

Mazkur natija tasodifiy emas. Chunki berilgan tugun nuqtalari x va y bo‘yicha tartibli ko‘rinishda tanlangan bo‘lib, bu holat tensor-product kubik B-splayn uchun juda qulay hisoblanadi. Bundan tashqari, tekshirilayotgan funksiya silliq va uzluksiz bo‘lgani sababli kubik B-splayn uning shaklini yuqori aniqlikda qayta tiklay oldi. Kriging usuli esa, odatda, notekis joylashgan fazoviy ma’lumotlar bilan ishlashda ayniqsa samarali bo‘ladi. Shu sababli ushbu sharoitda B-splayn usulining ustun chiqishi tabiiy va metodologik jihatdan asosli natija hisoblanadi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Kriging usulining ustun tomoni shundaki, u ma’lumot nuqtalarining oddiy geometrik yaqinligini emas, balki statistik bog‘liqligini hisobga oladi. Shu sababli notekis joylashgan tog‘-kon ma’lumotlari bilan ishlashda u ko‘pincha ancha asosli natija beradi. Bundan tashqari, amaliy geostatistik tizimlarda kriging baholash bilan birga baholash noaniqligini ham hisoblash imkonini beradi. Bu esa kon-geologik qarorlar qabul qilishda muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, foydali qazilma zaxirasini fazoviy taqsimlash, istiqbolli uchastkalarni ajratish va oraliq nuqtalardagi qiymatlarni baholash kabi masalalarda kriging samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi.

Ma’lumotlarni tiklashda B-splayn usulining afzalligi shundaki, u sirtni silliq quradi, lokal ta’sir xossasiga ega va ko‘plab nuqtalar asosida barqaror modellashtirish imkonini beradi. Ayniqsa, maydonining balandlik xaritasi, geologik sath yuzasi yoki o‘lchov qiymatlarining uzluksiz taqsimotini vizual ko‘rsatishda B-splayn qulay hisoblanadi. Shu bilan birga, uning klassik tensor-product ko‘rinishi ko‘proq tartibli yoki to‘rga yaqin tuzilmalar uchun tabiiyroq ekanini ham e’tiborda tutish kerak. Scattered, ya’ni mutlaqo notekis fazoviy ma’lumotlarda kriging ko‘proq tabiiy geostatistik yechim bersa, B-splayn silliq sirt rekonstruksiyasi tomondan kuchli usul sifatida qaraladi. Bu farq maqoladagi qiyosiy tahlil uchun muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. S. Bakhromov, J. Jumaev, S. Kobilov, M. Tukhtasinov, Analysis of the Construction of Local Interpolation Cubic Splines on the Basis of Detailed Data // AIP Conference Proceedings, 2023, 2781, 020077.
2. S.A. Bakhromov, Z.K. Eshkuvatov, Error Estimates for One Local Interpolation Cubic Spline with the Maximum Approximation Order of O(h³) for W^1[a,b] Classes // AIP Conference Proceedings, 2023, 2484, 030009.
3. S.A. Bakhromov, Digital Processing of Signals Ryabenky Cubic Spline Model // AIP Conference Proceedings, 2023, 2781, 020015.
4. S. Bakhromov, Comparative Analysis of Methods for Approximation of Functions by Polynomial Splines // AIP Conference Proceedings, 2023, 2781, 020069.
5. Song, Y., & Tsai, F. T.-C. (2024). Borehole-Based Interval Kriging for 3D Lithofacies Modeling. Water Resources Research, 60(6), e2023WR035020.
6. Kebede, H., Demissie, Z., Tadesse, H., & Eshetu, A. (2024). Spatial interpolation techniques comparison and evaluation: The case of ground-based gravity and elevation datasets of the central Main Ethiopian rift. Heliyon, 10(12), e32806.

ISSN 3030-3907

7. Boumpoulis, V., Michalopoulou, M., & Depountis, N. (2023). Comparison between different spatial interpolation methods for the development of sediment distribution maps in coastal areas. Earth Science Informatics, 16, 2069–2087.
8. Jiang, X., Wang, B., Huo, G., Su, C., Yan, D.-M., & Zheng, Z. (2022). Scattered Points Interpolation with Globally Smooth B-Spline Surface using Iterative Knot Insertion. Computer-Aided Design, 148, 103244.
9. Liu, C., Li, J., & Hu, L. (2022). Jacobi–PIA algorithm for bi-cubic B-spline interpolation surfaces. Graphical Models, 120, 101134.
10. Harmening, C., & Butzer, R. (2024). Improving the approximation quality of tensor product B-spline surfaces by local parameterization. Journal of Applied Geodesy, 18(4), 575–596.
11. Song, T., Shen, T., Ge, L., & Feng, J. (2024). A Hybrid Parametrization Method for B-Spline Curve Interpolation via Supervised Learning. Computer Graphics Forum, 43(7).
12. Liu, M., Sun, C., & Ge, S. (2025). Engineering-Scale B-Spline Surface Reconstruction Using a Hungry Predation Algorithm, with Validation on Ship Hulls. Applied Sciences, 15(21), 11471.
13. Z.K. Eshkuvatov, S. Bakhramov, The Automatic Quadrature Scheme for the First Order Weighted Singular Integrals // AIP Conference Proceedings, 2023, 2746(1), 060001.
14. Qobilov S. Sh Tugun nuqtalarga bog‘liq bo‘lmagan bikubik splayn modelining uzluksizligini baholash// Scientific-technical journal (STJ FerSTU, ФарДТУ ИТЖ, НТЖ ФерГТУ, 2025, Т.29.спец. выпуск №8)
15. Qobilov S. Sh Evaluation Of The Continuity Of A No-Node Bicubic Spline Model// Bulletin of TUIT: Management and Communication Technologies. № 3s(7)2025

ISSN 3030-3907

OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGI TIZIMIDA BIOLOGIK XAVFLAR: ZAMONAVIY ILMIY TAHLIL

N.K.Murtazayeva
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Biologik kimyo kafedrasi assistenti.
Samarqand, O‘zbekiston
E-mail: nasiba.murtazayeva1981@gmail.com
R.A.Ismatova.
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Davolash ishi fakulteti talabasi,
Samarqand, O‘zbekiston

Annotatsiya. Mazkur maqolada oziq-ovqat xavfsizligi tizimida uchraydigan zamonaviy biologik xavflar, ularning kelib chiqish manbalari hamda inson salomatligiga ko‘rsatadigan ta’siri ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilindi. Tadqiqotda bakteriyalar, viruslar, parazitlar, mikotoksinlar va antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlar oziq-ovqat xavfsizligiga tahdid soluvchi asosiy biologik omillar sifatida ko‘rib chiqildi. Shuningdek, globalizatsiya jarayonlari, intensiv qishloq xo‘jaligi texnologiyalari, logistika tizimlarining rivojlanishi va iqlim o‘zgarishining biologik xavflarning tarqalishiga ta’siri ilmiy manbalar asosida asoslab berildi. Oziq-ovqat tizimida biologik xavflarni aniqlash va nazorat qilishda zamonaviy monitoring texnologiyalari, biosensor tizimlari hamda molekulyar diagnostika usullarining ahamiyati yoritildi.

Kalit so‘zlar: oziq-ovqat xavfsizligi, biologik xavflar, patogen mikroorganizmlar, mikotoksinlar, zoonoz infeksiyalar, antibiotik rezistentlik, monitoring tizimlari.

Аннотация. В данной статье проведён анализ научной литературы, посвящённой современным биологическим опасностям в системе пищевой безопасности, их источникам происхождения и воздействию на здоровье человека. В исследовании бактерии, вирусы, паразиты, микотоксины и антибиотикорезистентные микроорганизмы рассматриваются как основные биологические факторы, представляющие угрозу для безопасности пищевых продуктов. Также на основе научных источников обосновано влияние процессов глобализации, интенсивного сельского хозяйства, развития логистических систем и изменения климата на распространение биологических опасностей. Особое внимание уделено значению современных технологий мониторинга, биосенсорных систем и методов молекулярной диагностики в выявлении и контроле биологических рисков в пищевой системе.

Ключевые слова: пищевая безопасность, биологические опасности, патогенные микроорганизмы, микотоксины, зоонозные инфекции, антибиотикорезистентность, системы мониторинга.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article presents an analysis of scientific literature on modern biological hazards in the food safety system, their sources of origin, and their impact on human health. Bacteria, viruses, parasites, mycotoxins, and antibiotic-resistant microorganisms are considered the main biological factors posing a threat to food safety. Based on scientific sources, the influence of globalization processes, intensive agricultural technologies, the development of logistics systems, and climate change on the spread of biological hazards is substantiated. Particular attention is given to the importance of modern monitoring technologies, biosensor systems, and molecular diagnostic methods for the detection and control of biological hazards in the food system.

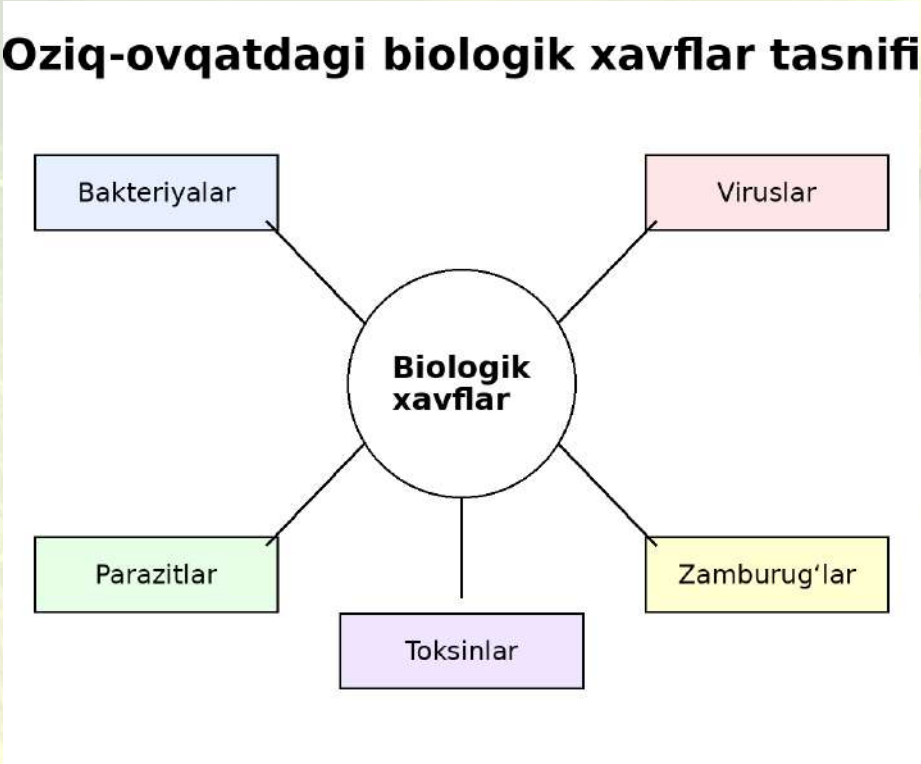
Keywords: food safety, biological hazards, pathogenic microorganisms, mycotoxins, zoonotic infections, antibiotic resistance, monitoring systems.

KIRISH.

Bugungi kunda oziq-ovqat xavfsizligi global sog‘liqni saqlash tizimining eng muhim ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Aholi sonining ortishi, urbanizatsiya jarayonining jadallashuvi, xalqaro savdo aloqalarining kengayishi va oziq-ovqat ishlab chiqarish texnologiyalarining intensivlashuvi natijasida oziq-ovqat mahsulotlarining sifati va xavfsizligini ta’minlash masalasi nafaqat milliy, balki xalqaro miqyosda ham dolzarb muammoga aylangan. Zamonaviy sharoitda oziq-ovqat xavfsizligi tushunchasi nafaqat mahsulotning yetarliligi yoki mavjudligi, balki uning biologik, kimyoviy va fizik jihatdan xavfsizligi, sanitariya talablari va gigiyenik standartlarga mosligi bilan ham belgilanadi.

Oziq-ovqat xavfsizligiga tahdid soluvchi omillar ichida biologik xavflar alohida o‘rin tutadi. Biologik xavf deganda oziq-ovqat mahsulotlarida mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan patogen mikroorganizmlar, viruslar, parazitlar, zamburug‘lar hamda ularning metabolitlari tushuniladi. Ushbu omillar inson organizmiga tushganda turli darajadagi infeksion kasalliklar, toksik zaharlanishlar va surunkali patologik holatlarni keltirib chiqarishi mumkin. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, oziq-ovqat orqali yuqadigan kasalliklar global kasallanish strukturasida yetakchi o‘rinlardan birini egallaydi va har yili millionlab odamlarning sog‘lig‘iga zarar yetkazadi. Bu holat biologik xavflarni chuqur ilmiy o‘rganish va ularni nazorat qilish mexanizmlarini takomillashtirish zarurligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Oziq-ovqat mahsulotlaridagi biologik xavflar tasnifi.

- bakteriyalar — 60%
- viruslar — 25%
- parazitlar — 10%
- toksinlar — 5%

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, oziq-ovqat tizimida biologik xavflarning paydo bo‘lishi ko‘p omilli jarayon bo‘lib, u ishlab chiqarish, qayta ishlash, saqlash va tashish bosqichlarining har birida yuzaga kelishi mumkin. 1-jadvalda oziq-ovqat mahsulotlarida uchraydigan asosiy biologik xavflar va ularning tavsifi keltirilgan. Qishloq xo‘jaligida antibiotiklar va pestitsidlardan keng foydalanish, chorvachilikda intensiv texnologiyalarning qo‘llanilishi, suv resurslarining ifloslanishi hamda sanitariya qoidalariga rioya qilinmasligi patogen mikroorganizmlarning oziq-ovqat zanjiriga kirib kelish xavfini oshiradi. Shu bilan birga, global logistika tizimining rivojlanishi mahsulotlarning geografik masofalarni qisqa vaqt ichida bosib o‘tishiga imkon yaratib, biologik xavflarning transchegaraviy tarqalishiga sharoit yaratmoqda.

1-jadval.

Oziq-ovqat mahsulotlaridagi asosiy biologik xavflar tavsifi

№	Biologik xavf turi	Manbasi	Kasalliklar	Oziq-ovqat turi	Xavf darajasi

ISSN 3030-3907

1	Salmonella spp.	Parranda go‘shti	Salmonellyoz	Go‘sht, tuxum	yuqori
2	E.coli O157:H7	Mol go‘shti	Enterokolit	Go‘sht	yuqori
3	Listeria monocytogenes	Sut mahsulotlari	Listerioz	Sut, pishloq	yuqori
4	Norovirus	iflos suv	Gastroenterit	sabzavot	o‘rtacha
5	Mikotoksinlar	mog‘or	zaharlanish	don	yuqori
6	Parazitlar	go‘sht	gelmintoz	go‘sht	o‘rtacha
7	Antibiotik rezistent bakteriyalar	chorvachilik	infeksiyalar	go‘sht	yuqori

Iqlim o‘zgarishi ham oziq-ovqat xavfsizligining biologik komponentiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadigan omillardan biridir. Haroratning ko‘tarilishi, namlik darajasining o‘zgarishi va ekstremal ob-havo hodisalari mikroorganizmlar ekologiyasiga bevosita ta’sir etib, ularning ko‘payish tezligini oshirishi yoki yangi hududlarda tarqalishiga olib kelishi mumkin. Natijada ilgari ma’lum hududlarda uchramagan patogenlar yangi geografik zonalarda paydo bo‘lishi kuzatilmoqda. Bu esa epidemiologik nazorat tizimlari uchun yangi muammolarni yuzaga keltiradi.

Biologik xavflarning yana bir muhim jihati ularning evolyutsion moslashuvchanligidir. Mikroorganizmlar genetik mutatsiyalar va gorizontal gen transferi orqali yangi xususiyatlarga ega bo‘lib, antibiotiklarga chidamli shtammlar shakllanishiga sabab bo‘lmoqda. Antibiotik rezistentlikning oshishi oziq-ovqat xavfsizligi bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, chorvachilikda profilaktik antibiotiklardan foydalanish ushbu jarayonni tezlashtiruvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Natijada inson organizmiga oziq-ovqat orqali tushadigan rezistent bakteriyalar davolash jarayonlarini murakkablashtiradi va infeksion kasalliklar oqibatlarini og‘irlashtiradi.

So‘nggi yillarda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda zamonaviy ilmiy texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Molekulyar biologiya, genomika, biosensor texnologiyalari, tezkor diagnostika tizimlari va sun’iy intellekt asosidagi monitoring platformalari biologik xavflarni erta aniqlash, ularning tarqalishini prognoz qilish hamda oldini olish imkonini bermoqda. Ushbu texnologiyalar an’anaviy laboratoriya usullariga nisbatan yuqori aniqlik, tezkorlik va sezgirlikka ega bo‘lib, oziq-ovqat nazorati tizimini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqmoqda.

Shu munosabat bilan oziq-ovqat xavfsizligi tizimida biologik xavflarning zamonaviy holatini ilmiy adabiyotlar asosida tizimli tahlil qilish, ularning kelib chiqish mexanizmlarini aniqlash hamda nazorat strategiyalarini baholash dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning ahamiyati shundaki, u oziq-ovqat

ISSN 3030-3907

xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan ilmiy yondashuvlarni umumlashtirib, biologik xavflarni boshqarishning samarali mexanizmlarini ishlab chiqish uchun nazariy asos yaratadi.

TADQIQOT MATERIALI VA METODLARI. Maqolada 2005–2024-yillar oralig‘ida chop etilgan xalqaro ilmiy maqolalar, WHO, FAO, EFSA hisobotlari hamda oziq-ovqat mikrobiologiyasi va gigiyenasiga oid monografiyalar tahlil qilindi. Adabiyotlar quyidagi mezonlar asosida tanlandi: oziq-ovqat orqali yuqadigan kasalliklar epidemiologiyasi; patogen mikroorganizmlar biologiyasi; mikotoksinlar toksikologiyasi; antibiotik rezistentlik muammosi; oziq-ovqat monitoring texnologiyalari.

Tahlil tizimli taqqoslash, kontseptual umumlashtirish va ilmiy sintez usullari asosida olib borildi.

ADABIYOTLAR SHARHI.

Biologik xavflar tushunchasi. Oziq-ovqat xavfsizligi tizimida biologik xavf deganda mahsulot tarkibida mavjud bo‘lishi mumkin bo‘lgan mikroorganizmlar, parazitlar yoki ularning toksinlari tushuniladi va ular inson sog‘lig‘iga zarar yetkazish qobiliyatiga ega (WHO, 2022). Ushbu xavflar ishlab chiqarishdan tortib iste’molgacha bo‘lgan barcha bosqichlarda yuzaga kelishi mumkin (FAO, 2021). Ilmiy adabiyotlarda biologik xavflar bakteriyalar, viruslar, parazitlar va mikotoksinlar guruhlariga ajratiladi (Adams & Moss, 2018).

Bakterial patogenlar. Oziq-ovqat orqali yuqadigan kasalliklarning asosiy qismi bakteriyalar bilan bog‘liq bo‘lib, eng muhim patogenlar qatoriga Salmonella, E. coli, Listeria monocytogenes va Campylobacter kiradi (CDC, 2022). Ushbu mikroorganizmlar oziq-ovqat mahsulotlarida tez ko‘payadi va ayrimlari sovuq sharoitda ham rivojlana oladi (Jay, 2012). Ayniqsa, Listeria monocytogenes past haroratda o‘sish qobiliyati tufayli sovutilgan mahsulotlar uchun xavfli hisoblanadi (EFSA, 2023).

Virusli biologik xavflar. Oziq-ovqat orqali yuqadigan viruslar orasida noroviruslar va gepatit A virusi epidemiologik jihatdan eng muhim hisoblanadi (WHO, 2022). Viruslar oziq-ovqatda ko‘paymasa ham, uzoq vaqt saqlanib qoladi va juda kichik dozada ham kasallik chaqira oladi (FAO, 2021). Virusli kontaminatsiya asosan gigiyena qoidalariga rioya qilinmasligi bilan bog‘liq (Adams & Moss, 2018).

Parazitar xavflar. Parazitlar oziq-ovqat orqali yuqadigan kasalliklarning kamroq uchraydigan, ammo og‘ir kechadigan shakllarini keltirib chiqaradi. Masalan, Toxoplasma gondii va Trichinella spiralis infektsiyalari yetarli termik ishlov berilmagan go‘sht orqali yuqadi (WHO, 2022). Global savdo tizimi

ISSN 3030-3907

rivojlanishi parazitar kasalliklarning yangi hududlarga tarqalishiga sabab bo‘lmoqda (FAO, 2021).

Mikotoksinlar. Zamburug‘lar ishlab chiqaradigan mikotoksinlar oziq-ovqat xavfsizligidagi eng xavfli biologik omillardan biridir (Pitt & Hocking, 2009). Aflatoksinlar ayniqsa gepatotoksik va karsinogen ta’sirga ega bo‘lib, don mahsulotlarida keng uchraydi (WHO, 2022). Mikotoksinlarning asosiy xususiyati – ular termik ishlovga chidamli bo‘lib, pishirish jarayonida ham to‘liq parchalanmaydi (Jay, 2012).

Antibiotikka rezistent mikroorganizmlar. Antibiotik rezistentlik oziq-ovqat tizimining zamonaviy global muammolaridan biri hisoblanadi. Chorvachilikda antibiotiklardan keng foydalanish natijasida rezistent bakteriyalar shakllanib, ular oziq-ovqat orqali inson organizmiga o‘tishi mumkin (WHO, 2023). Bu holat infeksion kasalliklarni davolashni murakkablashtiradi va epidemiologik xavfni oshiradi (FAO, 2021).

Zamonaviy diagnostika va monitoring. So‘nggi o‘n yilliklarda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda biologik xavflarni aniqlash usullari sezilarli darajada takomillashdi. An’anaviy mikrobiologik ekish usullari hali ham asosiy diagnostika vositasi hisoblanadi, biroq ular ko‘p vaqt talab qilishi sababli zamonaviy laboratoriya amaliyotida tezkor molekulyar usullar bilan to‘ldirilmoqda (Jay, 2012).

2-jadval. Biologik xavflarni aniqlash usullari.

Usul	Aniqlanadi	Afzalligi
PCR	bakteriya DNK	tez
ELISA	toksinlar	aniq
Kultivatsiya	bakteriya	standart
Biosensor	toksinlar	zamonaviy

Eng samarali innovatsion texnologiyalardan biri polimeraza zanjir reaksiyasi (PCR) bo‘lib, u patogen mikroorganizmlarning genetik materialini qisqa vaqt ichida aniqlash imkonini beradi. Real-time PCR modifikatsiyasi esa nafaqat mavjudligini, balki patogenning miqdorini ham aniqlash imkonini beradi, bu esa epidemiologik baholash uchun muhim ko‘rsatkich hisoblanadi (EFSA, 2023).

Genom sekvenerlash texnologiyalarining rivojlanishi oziq-ovqat patogenlarini aniqlash va ularning kelib chiqish manbasini aniqlash imkonini sezilarli kengaytirdi. Butun genomni sekvenslash usuli yordamida bakterial shtammlar o‘rtasidagi genetik o‘xshashlik darajasi aniqlanib, infeksiya manbaini aniqlash va epidemiyalarni kuzatish mumkin bo‘ldi (CDC, 2022). Ushbu metod

ISSN 3030-3907

ayniqsa global savdo sharoitida patogenlarning transchegaraviy tarqalishini monitoring qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Immunologik diagnostika usullari, jumladan ferment bog‘langan immunosorbent tahlil (ELISA), toksinlar va antigenlarni aniqlashda keng qo‘llanilmoqda. Bu usulning afzalligi tezkorligi va yuqori sezgirligi bilan bog‘liq bo‘lib, mikotoksinlar va virusli kontaminatsiyani aniqlashda samarali hisoblanadi (Adams & Moss, 2018).

Biosensor texnologiyalari oziq-ovqat xavfsizligi nazoratining eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Biosensorlar biologik element (ferment, antitelo, DNK fragmenti) va fizik detektor kombinatsiyasidan iborat bo‘lib, real vaqt rejimida patogenlarni aniqlash imkonini beradi. Ushbu qurilmalar ishlab chiqarish liniyalarida bevosita monitoring olib borish imkonini yaratadi, bu esa kontaminatsiyani dastlabki bosqichda aniqlash imkonini beradi (FAO, 2021).

Sun’iy intellekt va raqamli monitoring tizimlarining joriy etilishi oziq-ovqat xavfsizligi nazoratini yanada takomillashtirmoqda. Ma’lumotlar bazalari va algoritmik prognozlash modellari orqali patogenlar tarqalishining ehtimoliy yo‘nalishlari aniqlanib, profilaktik choralarni oldindan ishlab chiqish mumkin bo‘lmoqda (WHO, 2022). Bu esa oziq-ovqat xavfsizligi tizimini reaktiv emas, balki proaktiv nazorat modeliga o‘tkazadi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, biologik xavflar oziq-ovqat xavfsizligining eng murakkab komponenti hisoblanadi. Kimyoviy yoki fizik xavflardan farqli ravishda biologik tahdidlar tirik tizim bo‘lgani sababli tez ko‘payadi, moslashadi va mutatsiyaga uchraydi. Ayniqsa global logistika tizimi patogenlarning geografik tarqalishini tezlashtirmoqda.

Shuningdek, iqlim o‘zgarishi mikroorganizmlarning yashash muhitini kengaytirib, yangi epidemiologik xavflarni yuzaga keltirmoqda. Bu esa oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda klassik nazorat usullari yetarli emasligini ko‘rsatadi.

XULOSA. Adabiyotlar tahlili natijalari shuni ko‘rsatadiki, biologik xavflar oziq-ovqat xavfsizligi tizimining eng murakkab va dinamik komponenti hisoblanadi. Bakteriyalar, viruslar, parazitlar hamda zamburug‘ toksinlari inson salomatligi uchun asosiy biologik tahdidlar qatoriga kiradi va ular global miqyosda kasallanish ko‘rsatkichlarining sezilarli qismini tashkil etadi (WHO, 2022). Ushbu xavflarning keng tarqalishi ishlab chiqarish texnologiyalarining intensivlashuvi, xalqaro savdo hajmining ortishi, urbanizatsiya jarayonlari hamda iqlim o‘zgarishi bilan bevosita bog‘liq (FAO, 2021).

Biologik xavflarning muhim xususiyati ularning evolyutsion moslashuvchanligi va genetik o‘zgaruvchanligidir. Mikroorganizmlar qisqa vaqt ichida yangi sharoitlarga moslashib, antibiotiklarga chidamli shtammlar hosil

ISSN 3030-3907

qilishi mumkin. Antibiotik rezistentlik muammosi oziq-ovqat tizimida ham dolzarb bo‘lib, u global sog‘liqni saqlash uchun jiddiy xavf sifatida baholanadi (WHO, 2023).

Zamonaviy molekulyar diagnostika, biosensor texnologiyalari va genom tahlili usullarining joriy etilishi biologik xavflarni aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshirdi hamda monitoring tizimini yangi bosqichga olib chiqdi (EFSA, 2023). Ushbu texnologiyalar yordamida patogenlar erta bosqichda aniqlanib, epidemiologik xavflarning oldi olinishi mumkin.

Shunday qilib, oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda integratsiyalashgan yondashuv – ishlab chiqarish nazorati, laborator monitoring, epidemiologik kuzatuv va raqamli texnologiyalarni birlashtirgan tizimli strategiya zarur hisoblanadi. Ilmiy asoslangan monitoring mexanizmlarini rivojlantirish va xalqaro hamkorlikni kuchaytirish biologik xavflarni samarali boshqarishning eng muhim sharti bo‘lib qolmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. World Health Organization. Estimating the global burden of foodborne diseases. Geneva, WHO, 2015.
2. World Health Organization. Food safety: Key facts. Geneva, 2022.
3. FAO. Biological hazards in food and feed. Rome, Food and Agriculture Organization, 2021.
4. WHO. Antimicrobial resistance: global report on surveillance. Geneva, 2014.
5. CDC (Centers for Disease Control and Prevention). Surveillance for Foodborne Disease Outbreaks, United States. Annual Report, 2022.
6. EFSA (European Food Safety Authority). The European Union One Health zoonoses report. EFSA Journal, 2023.
7. Jay J.M., Loessner M.J., Golden D.A. Modern Food Microbiology. 7th ed. Springer, 2005.
8. Adams M.R., Moss M.O. Food Microbiology. 4th ed. Royal Society of Chemistry, 2018.
9. Doyle M.P., Buchanan R.L. Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers. ASM Press, 2013.
10. Pitt J.I., Hocking A.D. Fungi and Food Spoilage. Springer, 2009.
11. Forsythe S.J. The Microbiology of Safe Food. Wiley-Blackwell, 2010.
12. Scallan E. et al. Foodborne illness acquired in the United States. Emerging Infectious Diseases, 2011, 17(1), 7–15.
13. Newell D.G. et al. Food-borne diseases — the challenges of 20 years ago still persist. International Journal of Food Microbiology, 2010, 139(S1).

ISSN 3030-3907

14. Oliver S.P. et al. Food safety hazards associated with consumption of raw milk. Foodborne Pathogens and Disease, 2009.
15. Bintsis T. Foodborne pathogens. AIMS Microbiology, 2017, 3(3), 529–563.
16. Grace D. Food safety in developing countries. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2015.
17. Lund B.M., Baird-Parker T.C., Gould G.W. The Microbiological Safety and Quality of Food. Aspen Publishers, 2000.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA BO‘LAJAK MUTAXASSISLARNING IQTISODIY KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISH PEDAGOGIK MUAMMO SIFATIDA

Jumayeva Zulfiya Qayumovna
Osiyo xalqaro universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada oliy ta’lim muassasalarida bo‘lajak mutaxassislarning iqtisodiy kompetensiyasini rivojlantirish masalasi pedagogik nuqtai nazardan tahlil qilindi. Iqtisodiy kompetensiyaning mohiyati, uning tarkibiy komponentlari hamda uni rivojlantirishning pedagogik shartlari keltirildi. Shuningdek, oliy ta’lim tizimida kompetensiyaviy yondashuv, interaktiv metodlar va fanlararo integratsiya orqali iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirish imkoniyatlari yoritildi.

Kalit so‘zlar: iqtisodiy kompetensiya, oliy ta’lim, pedagogik yondashuv, kompetensiyaviy ta’lim, iqtisodiy tafakkur, innovatsion ta’lim.

Аннотация. В данной статье с педагогической точки зрения проанализирована проблема развития экономической компетентности будущих специалистов в высших учебных заведениях. Рассмотрены сущность экономической компетентности, её структурные компоненты, а также педагогические условия её формирования и развития. Кроме того, освещены возможности развития экономической компетентности в системе высшего образования посредством компетентностного подхода, интерактивных методов обучения и междисциплинарной интеграции.

Ключевые слова: экономическая компетентность, высшее образование, педагогический подход, компетентностное обучение, экономическое мышление, инновационное образование.

Abstract. This article analyzes the issue of developing the economic competence of future specialists in higher education institutions from a pedagogical perspective. The essence of economic competence, its structural components, and the pedagogical conditions for its development are discussed. In addition, the possibilities of developing economic competence in the higher education system through a competence-based approach, interactive teaching methods, and interdisciplinary integration are highlighted.

Keywords: economic competence, higher education, pedagogical approach, competence-based education, economic thinking, innovative education.

KIRISH.

Bugungi kunda jahon iqtisodiyoti shiddat bilan transformatsiyalashib, raqamli texnologiyalar va innovatsion loyihalar hayotimizning barcha jabhalariga kirib bormoqda. Dunyoda iqtisodiy muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini

ISSN 3030-3907

rivojlantirish, jamoaviy ish va tengdoshlarning fikr almashinuvi afzalliklarini ko‘rsatishda hamkorlikdagi ta’lim loyihalari samaradorligini oshirish bo‘yicha ustuvor ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Bunday sharoitda oliy ta’lim muassasalari oldida turgan asosiy vazifa nafaqat tor doiradagi mutaxassisni, balki bozor iqtisodiyoti qonuniyatlarini chuqur anglaydigan, resurslarni oqilona boshqara oladigan va raqobatbardosh shaxsni shakllantirishdan iboratdir. Shu sababli, bo‘lajak mutaxassislarning iqtisodiy kompetensiyasini rivojlantirish zamonaviy pedagogikaning eng dolzarb muammolaridan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Oliy ta’lim muassasalarida iqtisodiy bilimlarni o‘rgatish nafaqat iqtisodiyot yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun, balki boshqa mutaxassislik yo‘nalishlarida ham muhim ahamiyatga ega. Chunki har qanday sohada faoliyat yurituvchi mutaxassis xalqaro iqtisodiy masalalarni bilish, iqtisodiy qarorlarni qabul qilish, resurslardan samarali foydalanish va iqtisodiy o‘zgarishlarni tahlil qilish ko‘nikmalariga ega bo‘lishi zarur.

Iqtisodiy kompetensiya shunchaki moliyaviy bilimlar majmuasi emas, balki shaxsning iqtisodiy tafakkuri, tadbirkorlik qobiliyati va kasbiy faoliyatida samaradorlikka erishish ko‘nikmalarining integratsiyalashgan ko‘rinishidir. O‘zbekiston Respublikasida ta’lim tizimini isloh qilish va kadrlar tayyorlash sifatini oshirish borasidagi davlat siyosati ham bevosita mutaxassislarning iqtisodiy savodxonligini oshirishni ko‘zda tutadi. Biroq, amaliyotda nazariy iqtisodiy bilimlar va real bozor talablari o‘rtasida ma’lum bir uzilish kuzatilmoqda.

Yangi O‘zbekistonda oliy ta’lim muassasalarida iqtisodiy ta’lim sifatini oshirish, ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalar asosida kasbga yo‘naltirilgan o‘qitish yondashuvini joriy qilish, bo‘lajak iqtisodchilarning kasbiy bilim va ko‘nikmalarini oshirish borasida keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. “O‘quv jarayoniga mutaxassislarning bir necha xorijiy tillarni bilish, talabalarning kasbiy ko‘nikmalarini takomillashtirish, ta’lim jarayoni mazmunini innovatsion takomillashtirish, optimallashtirish, iqtisodiyot yo‘nalishlarining bo‘lajak iqtisod, moliya, buxgalteriya, raqamli iqtisodiyot kabi mutaxassislar uchun kasbiy motivatsiya berish, investorlar, tadbirkorlarning hamkorlik qilish oliy ta’lim mazmunini sifat jihatidan yangi bosqichga ko‘tarish, ijtimoiy soha va iqtisodiyot tarmoqlarining barqaror rivojlanishiga munosib hissa qo‘shadigan, mehnat bozorida o‘z o‘rnini topa oladigan yuqori malakali kadrlar tayyorlash tizimini yo‘lga qo‘yish bo‘yicha shart-sharoitlarini yaratish”ga alohida e’tibor qaratilmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Kompetensiyaviy yondashuv asosida ta’lim jarayonini tashkil etish masalalari ko‘plab olimlar tomonidan tadqiq qilingan.

ISSN 3030-3907

Pedagogika va iqtisodiyot sohasidagi tadqiqotlarda kompetensiya tushunchasi shaxsning bilim, ko‘nikma va tajribalarni integratsiyalashgan holda amaliy faoliyatda qo‘llash qobiliyati sifatida talqin qilinadi.

Iqtisodiy kompetensiya masalalari iqtisodiy ta’lim va kasbiy tayyorgarlik bilan bog‘liq tadqiqotlarda muhim o‘rin egallaydi. Ayrim tadqiqotlarda iqtisodiy kompetensiya iqtisodiy bilimlar, iqtisodiy tafakkur va iqtisodiy madaniyatning integratsiyasi sifatida ko‘rib chiqiladi.

Shuningdek, zamonaviy pedagogik tadqiqotlarda iqtisodiy kompetensiyani shakllantirishda interaktiv metodlar, loyiha asosida o‘qitish, biznes o‘yinlar va muammoli ta’lim metodlarining samaradorligi alohida ta’kidlanadi.

Mamlakatimizda bo‘lajak mutaxassislarning kasbiy kompetentligini takomillashtirishning nazariy-metodologik asoslari, ta’lim sohasidagi bo‘lajak mutaxassislar kasbiy kompetentligining turli komponentlarini takomillashtirishning ilmiy-uslubiy asoslari A.Musurmanova, K.J.Risqulova, U.K.Nasirova, M.A.Nazarova, G.T.Makhkamovalarning ilmiy ishlarida o‘z ifodasini topgan.

Mustaqil davlatlar hamdo‘stligi (MDH) mamlakatlari va xorijiy olimlar tomonidan bo‘lajak kasb egalarining kommunikativ kompetensiyani innovatsion pedagogik texnologiyalar asosida motivatsiyasini shakllantirishning pedagogik-psixologik asoslari, turli fanlar o‘quv faoliyatida kasbiy kommunikativ kompetensiyani takomillashtirishning konseptual pedagogik texnologiyalari, dasturiy hamda didaktik ta’minotini takomillashtirish A.L.Morozova., Ye.I.Passov, Raven Dj., N.Xomskiy kabi olimlar tomonidan tadqiq etilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Mazkur tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

- ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish;
- pedagogik kuzatish;
- taqqoslash va umumlashtirish;
- tizimli tahlil.

Tadqiqot jarayonida oliy ta’lim muassasalarida iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirishga oid pedagogik yondashuvlar o‘rganildi hamda ularning samaradorligi tahlil qilindi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Iqtisodiy kompetensiya – bu shaxsning iqtisodiy bilim, ko‘nikma va malakalarga ega bo‘lishi hamda ularni amaliy faoliyatda samarali qo‘llay olish qobiliyatini ifodalovchi integrativ sifatdir. U shaxsning iqtisodiy jarayonlarni tushunishi, iqtisodiy vaziyatlarni tahlil qila olishi, resurslardan oqilona foydalanishi va asosli iqtisodiy qarorlar qabul qila olishida namoyon bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Boshqacha aytganda, iqtisodiy kompetensiya – bu insonning iqtisodiy bilimlari va tajribasi asosida iqtisodiy muammolarni hal qila olish hamda iqtisodiy faoliyatda samarali ishtirok etish qobiliyatidir.

Iqtisodiy kompetensiya ko‘p komponentli tizim bo‘lib, u bilim, amaliy ko‘nikma, motivatsiya, qadriyat va analitik tafakkurning uyg‘unligi orqali shakllanadi (1-jadval). Oliy ta’lim muassasalarida ushbu komponentlarni kompleks rivojlantirish bo‘lajak mutaxassislarning raqobatbardoshligini oshirish va ularni zamonaviy iqtisodiy muhitga tayyorlashda muhim ahamiyatga ega.

1-jadval

Iqtisodiy kompetensiyaning asosiy tarkibiy qismlari

Iqtisodiy kompetensiya			
Iqtisodiy bilimlar	Amaliy ko‘nikmalar	Iqtisodiy tafakkur	Iqtisodiy madaniyat va mas’uliyat
▪ bozor iqtisodiyoti qonuniyatlari ▪ talab va taklif mexanizmi ▪ moliya, soliq va tadbirkorlik asoslari ▪ makro va mikroiqtisodiy jarayonlar haqida bilimlar.	▪ iqtisodiy tahlil qilish ▪ iqtisodiy rejalashtirish ▪ resurslardan samarali foydalanish ▪ iqtisodiy qarorlar qabul qilish.	✓iqtisodiy hodisalarga analitik yondashish ✓iqtisodiy muammolarni tizimli tahlil qilish ✓iqtisodiy jarayonlarning sabab–oqibat bog‘liqligini tushunish.	✓ tejamkorlik ✓ iqtisodiy intizom ✓ jamiyat va tashkilot manfaatlarini hisobga olish.

Zamonaviy ta’lim tizimida iqtisodiy kompetensiya nafaqat nazariy bilimlarni o‘zlashtirish, balki ularni amaliy faoliyatda qo‘llash orqali shakllanadi. Iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirish zamonaviy ta’limning kompetensiyaviy yondashuvi doirasida muhim pedagogik vazifa hisoblanadi.

Oliy ta’lim muassasalarida bo‘lajak mutaxassislarning iqtisodiy kompetensiyasini rivojlantirish jarayonida bir qator pedagogik muammolar mavjud.

1. Nazariya va amaliyot o‘rtasidagi uzilish. Ta’lim jarayonida iqtisodiy bilimlarning ko‘proq nazariy tarzda berilishi talabalarda amaliy ko‘nikmalarning

ISSN 3030-3907

yetarli darajada shakllanmasligiga olib keladi. Ko‘p hollarda oliy ta’limda iqtisodiy bilimlar quruq nazariya sifatida beriladi. Talaba talab va taklif qonunini bilsa-da, uni real ish jarayonida (masalan, o‘z loyihasining tannarxini hisoblashda) qo‘llashga qiynaladi.

2. Metodik ta'minotning eskirganligi. An’anaviy o‘qitish metodlarining ustunligi interaktiv va amaliy metodlarning yetarli darajada qo‘llanilmasligiga sabab bo‘ladi, ya’ni an'anaviy ma'ruza uslubi bilan iqtisodiy tafakkurni shakllantirib bo‘lmaydi. Natijada talabalar iqtisodiy vaziyatlarni mustaqil tahlil qilish imkoniyatiga kamroq ega bo‘ladi.

3. Fanlararo integratsiyaning yetishmasligi. Iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirishda fanlararo integratsiyaning yetarli darajada yo‘lga qo‘yilmaganligi ham muhim muammolardan biridir. Turli mutaxassislik fanlari bilan iqtisodiy bilimlarning bog‘liqligi yetarli darajada ko‘rsatib berilmasa, talaba iqtisodiy qarorlarning kasbiy faoliyatga ta’sirini to‘liq anglay olmaydi. Iqtisodiy kompetensiya faqat "Iqtisodiyot nazariyasi" fanida shakllanmasligi kerak. Muhandis, shifokor yoki o‘qituvchi bo‘ladigan talaba ham o‘z sohasining iqtisodiy jihatlarini (menejment, marketing, mehnat unumdorligi) tushunishi lozim.

Bo‘lajak mutaxassislarning iqtisodiy kompetensiyasini samarali rivojlantirish oliy ta’lim tizimida muayyan pedagogik shart-sharoitlarni yaratishni talab qiladi. Bu shartlar ta’lim jarayonini mazmunan va metodik jihatdan takomillashtirish orqali talabalarda iqtisodiy bilim, ko‘nikma va iqtisodiy tafakkurni shakllantirishga xizmat qiladi.

1. Kompetensiyaviy yondashuv asosida ta’limni tashkil etish

Iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirishda ta’lim jarayoni kompetensiyaviy yondashuv asosida tashkil etilishi zarur. Bunda talabalarning nafaqat nazariy bilimlarni egallashi, balki ularni amaliy vaziyatlarda qo‘llay olishi ham muhim hisoblanadi. Kompetensiyaviy yondashuv talabalarni mustaqil fikrlashga, iqtisodiy muammolarni tahlil qilishga va samarali qarorlar qabul qilishga o‘rgatadi.

2. Nazariya va amaliyot integratsiyasini ta’minlash

Talabalarda iqtisodiy kompetensiyani shakllantirish uchun o‘quv jarayonida nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan bog‘lash muhimdir. Bunda iqtisodiy masalalar, real iqtisodiy vaziyatlar, statistik ma’lumotlar asosida tahlil ishlari olib borilishi talabalarning iqtisodiy tafakkurini rivojlantiradi.

3. Interaktiv o‘qitish metodlaridan foydalanish

Iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirishda zamonaviy pedagogik texnologiyalar va interaktiv metodlar muhim rol o‘ynaydi. Jumladan:

- кейс-стади (case study)
- biznes o‘yinlar

ISSN 3030-3907

- muammoli ta’lim
- loyiha metodi
- guruhli muhokamalar

Ushbu metodlar talabalarning iqtisodiy muammolarni mustaqil hal qilish qobiliyatini rivojlantiradi.

4. Fanlararo integratsiyani kuchaytirish

Iqtisodiy bilimlar boshqa mutaxassislik fanlari bilan uzviy bog‘liq holda o‘qitilishi zarur. Fanlararo integratsiya orqali talabalarda iqtisodiy jarayonlarning turli sohalarga ta’siri haqida yaxlit tasavvur shakllanadi.

5. Raqamli texnologiyalardan foydalanish

Raqamli iqtisodiyot sharoitida iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirish uchun elektron ta’lim platformalari, raqamli tahlil vositalari va zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish muhimdir. Bu talabalarning iqtisodiy ma’lumotlarni tahlil qilish va ulardan samarali foydalanish ko‘nikmalarini oshiradi.

6. Talabalarning mustaqil ta’lim faoliyatini qo‘llab-quvvatlash

Talabalarning mustaqil o‘rganish faoliyatini rivojlantirish ham iqtisodiy kompetensiyani shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Mustaqil tadqiqotlar, loyiha ishlari va ilmiy izlanishlar orqali talabalar iqtisodiy bilimlarni chuqurroq o‘zlashtiradi.

Mutaxassisning iqtisodiy kompetensiyasini rivojlantirish uchun tizimli yondashuv talab etiladi:

2-Jadval

Bosqich	Maqsad	Metod
Motivatsion	Iqtisodiy bilimga ehtiyoj uyg‘otish	Muammoli ma’ruzalar
Kognitiv	Tizimli bilimlarni shakllantirish	Seminar va mustaqil ish
Faoliyatli	Amaliy ko‘nikmalarni sinash	Amaliyot, keyslar, simulyatsiyalar
Refleksiv	O‘z yutuqlarini baholash	Portfolio va o‘z-o‘zini tahlil

Yuqoridagilar shuni ko‘rsatadiki, iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirish faqat iqtisodiyot fanlarini o‘qitish bilan cheklanmaydi. Bu jarayon ta’lim tizimining barcha bosqichlarida pedagogik yondashuvlarni takomillashtirishni talab qiladi.

Shuningdek, zamonaviy ta’lim jarayonida talabalarning mustaqil ta’lim faoliyatini qo‘llab-quvvatlash ham muhim ahamiyatga ega. Mustaqil izlanishlar,

ISSN 3030-3907

loyiha ishlari va ilmiy tadqiqotlar orqali talabalar iqtisodiy bilimlarni chuqurroq o‘zlashtiradi.

Pedagogik muammo muvaffaqiyatli hal etilsa, oliy ta'lim bitiruvchisi quyidagi sifatlarga ega bo‘ladi:

- Mehnat bozorida raqobatbardoshlik.
- Resurslardan (vaqt, mablag‘, intellektual mulk) oqilona foydalanish.
- O‘zining shaxsiy karyerasini strategik rejalashtirish.

XULOSA. Bo‘lajak mutaxassislarning iqtisodiy kompetensiyasini rivojlantirish samaradorligi ta’lim jarayonida kompetensiyaviy yondashuvni qo‘llash, nazariya va amaliyotni integratsiya qilish, interaktiv metodlardan foydalanish hamda zamonaviy raqamli texnologiyalarni joriy etish bilan chambarchas bog‘liqdir. Iqtisodiy kompetensiyani rivojlantirish — bu talabaga faqat pul topishni o‘rgatish emas, balki uni o‘zgaruvchan ijtimoiy-iqtisodiy muhitga moslashuvchan, mas'uliyatli va samarali shaxs sifatida tarbiyalashdir. Ushbu pedagogik shart-sharoitlar talabalarning iqtisodiy tafakkurini rivojlantirishga hamda ularni raqobatbardosh mutaxassis sifatida shakllantirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. "Yangi O‘zbekiston strategiyasi". – Toshkent: O‘zbekiston, 2021.
2. Muslimov N.A. "Kasb ta’limi o‘qituvchilarining kasbiy kompetentligini shakllantirish texnologiyasi". – Toshkent, 2013.
3. Ishmuhammedov R.J. "Innovatsion texnologiyalar yordamida ta’lim samaradorligini oshirish yo‘llari". – Toshkent, 2005.
4. O‘zbekiston Respublikasining "Ta’lim to‘g‘risida"gi Qonuni. (Yangi tahriri).
5. Raven J. "Competence in Modern Society: Its Identification, Development and Release". – London: Lewis Publishers, 1984. (Kompetensiya tushunchasi bo‘yicha fundamental asar).
6. Hutmacher W. "Key competencies for Europe". – Strasbourg: Council for Cultural Co-operation, 1997.
7. Zimnyaya I.A. "Klyuchevie kompetensii – novaya paradigma rezultata obrazovaniya". – Moskva: Vysshee obrazovanie segodnya, 2003.

ISSN 3030-3907

PENICILLIUM CANESCENS MIKRO ZAMBURUG‘INING UCHUVCHAN IKKILAMCHI METABOLITLARI

Salohiddinov I.I.
Qarshi davlat universiteti doktoranti Qarshi shahri, Ko‘chabog‘-17.
Kamolov L.S.
Qarshi davlat universiteti doktoranti Qarshi shahri, Ko‘chabog‘-17.
E -mail: kamolov.luqmon@mail.ru.

Anotatsiya. Mahalliy mikromitset *Penicillium canescens* zamburug‘ining turli ozuqa muhitida o‘stirish orqali olingan ikkilamchi metabolitlarning sifat hamda miqdoriy tarkibini aniqlash uchun moddalarini ajratib olishning preparativ va kolonkali xromatografik usullardan foydalanildi. Bundan tashqari, *Penicillium canescens* ekstraktlarining uchuvchan efirlari gaz xromatografiyasi-mass-spektrometriyasi (GX-MS) yordamida ko‘rsatildi va ularning fizik kimyoviy kattaliklari aniqlandi. Tadqiqot natijasida ajratib olingan metabolitlar organik kislota efirlari ekanligi bilan birgalikda, ushbu metabolitlarning ko‘pchiligi esa bir qator foydali va muhim vazifalarni o‘zida mujassamlashtirganligi ma’lum bo‘ldi.

Kalit so‘zlar. Ikkilamchi metabolitlar, ekstraksiya, mikromiset, Penicillium canescens, qo‘ziqorini, biologik faol, mikotoksinlar.

Аннотация. Для определения качественного и количественного состава вторичных метаболитов, полученных при выращивании местного микромицета Penicillium canescens на различных питательных средах, были использованы препаративные и колонночные хроматографические методы выделения веществ. Кроме того, летучие эфиры экстрактов Penicillium canescens были исследованы с помощью газовой хроматографии–масс-спектрометрии (ГХ–МС), а также определены их физико-химические параметры. В результате исследования было установлено, что выделенные метаболиты являются эфирами органических кислот, при этом большинство из них обладает рядом полезных и важных функций.

Ключевые слова. Вторичные метаболиты, экстракция, микромицет, Penicillium canescens, гриб, биологически активные вещества, микотоксины.

Abstract. Preparative and column chromatography methods were employed to isolate compounds in order to determine the qualitative and quantitative composition of secondary metabolites obtained by cultivating the local micromycete Penicillium canescens on various nutrient media. In addition, volatile esters present in the extracts of Penicillium canescens were analyzed using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS), and their physicochemical parameters were determined. The results of the study revealed that the isolated

ISSN 3030-3907

metabolites are esters of organic acids, and that most of these metabolites possess a number of beneficial and significant properties.

Keywords. Secondary metabolites, extraction, micromycete, Penicillium canescens, fungus, biologically active compounds, mycotoxins.

KIRISH.

Bugungi kunga kelib turli usullar bilan ajratib olingan mikrozamburug‘lar juda ko‘p sohalarda jadal qo‘llanilmoqda. Tarixda 1928- yilda Alexander Fleming Londondagi Avliyo Mariya shifoxonasining laboratoriyasida ishlayotgan vaqtida mog‘or antibacterial moddani ajratib chiqarib *Penicillium chrysogenum* zamburug‘iga ta’sir qilayotganini kuzatdi va u bu moddani penitsillin deb nomladi. Keyinchalik sanoat miqyosida 1943-yilda AQSH ning Pfizer kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarila boshlandi [1]. Bu kashfiyot mikrozamburug‘larga ta’sir qilayotgan ikkilamchi metobolitlarni o‘rganish va ularni sintez qilishga turtki bo‘ldi. Hozirgi kunda tuproqdan ajratib olinayotgan *Penicillium canescens* mikrozamburug‘i tarkibida ko‘plab ikkilamchi metabolitlar bor.

Penicillium canescens zamburug‘idan ajratib olinayotgan ikkilamchi metabolitlar ko‘plab antivirus, sitotoksik va antibakterial xususiyatga ega. Chuqur dengiz suvida uchraydigan *Penicillium canescens* SCSIO z053 shtammidan poliketid sinfiga mansub yangi izopentillangan dibenzodioksosin va izopentillangan piran -3,5-dion hosilasi ajratib olingan [2].

"Bir shtamm – ko‘plab birikmalar" (OSMAC) usuli yordamida tuproqdan ajratib olinadigan *Penicillium canescens* mikrozamburug‘idan yangi hali aniqlanmagan fenilatsetat hosilalarini olish mumkin. Yangi moddalarni bir necha usullar bilan aniqlangan. Bu aniqlangan moddalarning 40,0 mkmol/l (μM) konsentratsiyasi inson saraton hujayralariga sitotoksik jihatdan faol emasligi biologik skrining usuli bo‘yicha tekshirilgan [3].

Penicillium canescens mikrozamburug‘ining polisiklik aromatik uglevodorodlar bilan ifloslangan tuproqlarni tozalashdagi samaradorligi aniqlangan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatganki *Penicillium canescens*dan bioaugmuntatsiya qilish usuli bilan neft aralashgan tuproq tarkibidagi polisiklik aromatic uglevodorodlarni uzoq muddatga tozalash va tuproqni unumdorligini qayta tiklash mumkinligi aniqlangan [4].

O‘simlikdan ajratib olingan *Penicillium canescens* L1 mikro zamburug‘idan sintez qilingan Penikanisol A moddasi NCL -H1975 hujayra modelida o‘tkazilgan bioanaliz natijalari bu dimerning sitotoksik faolligi aniqlangan [5].

Penicillium canescens mog‘or zamburug‘idan 15-dezioksaliotsin B moddasini ajratish o‘rganilgan. Bu modda meroterpenoid bo‘lib, poliketid va

ISSN 3030-3907

terpenoid hosil qiladigan ikkilamchi metobolit sinfiga mansub ekanligi aniqlangan [6].

MATERIAL VA METODLAR.

Tabiatdan ajratib olingan *Penicillium canescens* shtammi agarli Mandels muhitida Penicillium canescens mikroskopik zamburug‘i dastlab probirkalarda 6 kun davomida yetishtirildi va inokulyatsiya uchun 10^6 spora/ml konsentratsiyaga ega sporali suspenziya tayyorlandi. Keyingi bosqichda mikroorganizmlar modifikatsiyalangan Mandels ozuqa muhitida o‘stirildi. Ushbu muhitning tarkibi (g/l hisobida) quyidagicha bo‘ldi: KH_2PO_4 – 1,0; $(NH_4)_2HPO_4$ – 2,3; $MgSO_4$ – 0,5; $CaCl_2$ – 0,3 hamda saxaroza – 20; muhitning boshlang‘ich pH qiymati 5,5 ga tenglashtirildi. Kultivatsiya jarayoni 500 ml sig‘imli Erlenmeyer kolbalarida, har bir kolbada 250 ml ozuqa muhiti bo‘lgan holda amalga oshirildi. Kolbalar 180 ayl/min tezlikda ishlaydigan chayqatgichda (IKA KS-130) joylashtirilib, 24–26 °C haroratda 14 kun davomida inkubatsiya qilindi.

Kultivatsiya yakunlangandan so‘ng hosil bo‘lgan kultural suyuqlik biomassa qismidan filtrlash orqali ajratildi. Olingan suyuqlikning pH qiymati 2 N HCl eritmasi yordamida 2,0–2,2 oralig‘iga keltirildi. Shundan keyin kultural suyuqlik etil atsetat yordamida ajratish voronkasida 3:1 nisbatda uch marta ekstraksiya qilindi. Ekstraksiya jarayonidan so‘ng suvli faza ajratib olindi, organik ekstrakt esa rotorli bug‘latgichda vakuum sharoitida 40 °C haroratda erituvchidan tozalandi.

Hosil bo‘lgan ekstrakt tarkibidagi uchuvchan birikmalar gaz xromatografiyasi – mass-spektrometriya (GC-MS) usuli yordamida tahlil qilindi. Tahlil YL 6900 GX/MS qurilmasida (Young In Chromass, Koreya) amalga oshirildi. Asbob DB-5MS kapillyar kolonkasi bilan jihozlangan (uzunligi 30 m, ichki diametri 0,25 mm, statsionar faza qalinligi 0,25 mkm). Pechning boshlang‘ich harorati 80 °C bo‘lib, 3 daqiqa davomida ushlab turildi, so‘ng 15 °C/min tezlik bilan 250 °C gacha ko‘tarildi va ushbu haroratda yana 3 daqiqa saqlandi. Tashuvchi gaz sifatida 1,0 ml/min oqim tezligidagi geliy qo‘llanildi.

Injektor harorati 280 °C, oqim bo‘linish koeffitsiyenti 1:20 ni tashkil etdi, umumiy tahlil davomiyligi esa 17 daqiqa bo‘ldi. Namuna 1 mkl hajmdagi mikroshprits yordamida qurilmaga kiritildi. Uzatish liniyasining harorati 300 °C, ionlanish energiyasi 70 eV, ion manbai harorati esa 230 °C bo‘ldi. Mass-spektrometrda skanerlash 30–350 a.m.u. oralig‘ida olib borildi. Aniqlangan komponentlarning identifikatsiyasi ularning massa-spektrlari NIST 2017 kutubxonasidagi ma’lumotlar bilan solishtirish orqali amalga oshirildi.

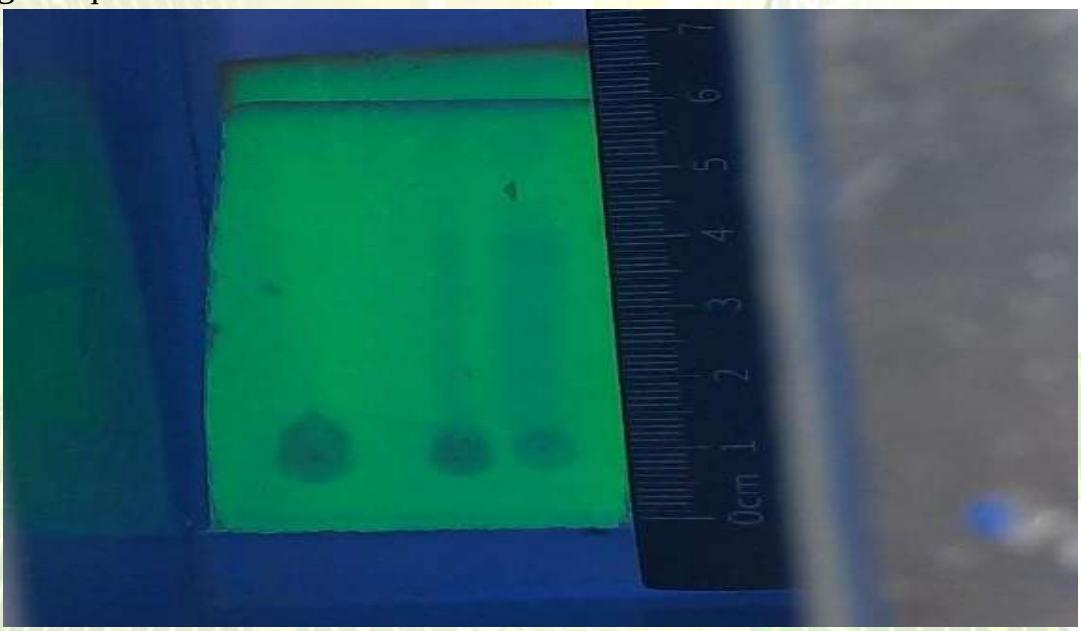
Keyingi bosqich erituvchilar ishtirokidagi fraksiyalash jarayoni hisoblanib, buning uchun olingan ekstraksion massa kolonkali xromatografiya usulida ajratishga tayyorlandi. Kolonka sifatida uzunligi 55 sm, diametrik10 sm ni tashkil

ISSN 3030-3907

etgan shisha kolonka ishlatildi. Bunda dastlab kolonka n-geksanda chayqab tashlandi, keyin 100/250 m markali silikagel L (Chemapol Prana-Czechoslovakia). 250 g miqdori kolonkaga joylandi va 25,43 g silekagel va 20g zamburug‘ massasi geksan aralashtirilib kolonkaga joylashtirildi. Bunda daslabki fraksiya geksan tanlanganligining sababi, u zamburug‘ tarkibidagi organik kislota efirlarini va uglevadorod moddalarni yuvib tushurish xususiyatiga ega.

TADQIQOT NATIJALARI.

Penicillium canescens mikrozamburug‘ining mitsellasi va kulturasidan olingan suyuqlik 20g ekstrakt δ100/250 silikagelli ustunli xromatografiya qilindi. Erituvchi sifatida geksanda yuvildi. Shundan so‘ng P_1, P_2 va P_3 moddalar hosil bo‘ldi. Geksan:etilatsetat - 95:5 nisbatdagi erituvchilarda yuvilganda olingan summa xromatografik -mass analizida tekshirilganda 3 ta organic kislota efiri borligi aniqlandi.



1-rasm. *Penicillium canescens* mikrozamburug‘ining yupqa qatlamli xromatografiyasi

Gaz xromatpgrafik mass spektroskopiyasi odatda uchuvchan va kichik qutbli birikmalarni anaiqlashga imkon beradi. O‘tkazilgan tadqiqotlardan yana biri shuni ko‘rsatadiki, bunda *Penicillium canescens* mikrozamburug‘ining ekstrakti gaz xromatografiyasi va mass-spektrometriyasi (GC-MS) orqali analiz qilinganda 3 ta uchuvchan xususiyatli moddalar aniqlandi. Ular azelaik kislotasining etil efiri; geksadekanoik kislotasining etil efiri; oktadekanoik kislotasining etil efiri ekanligi aniqlandi.

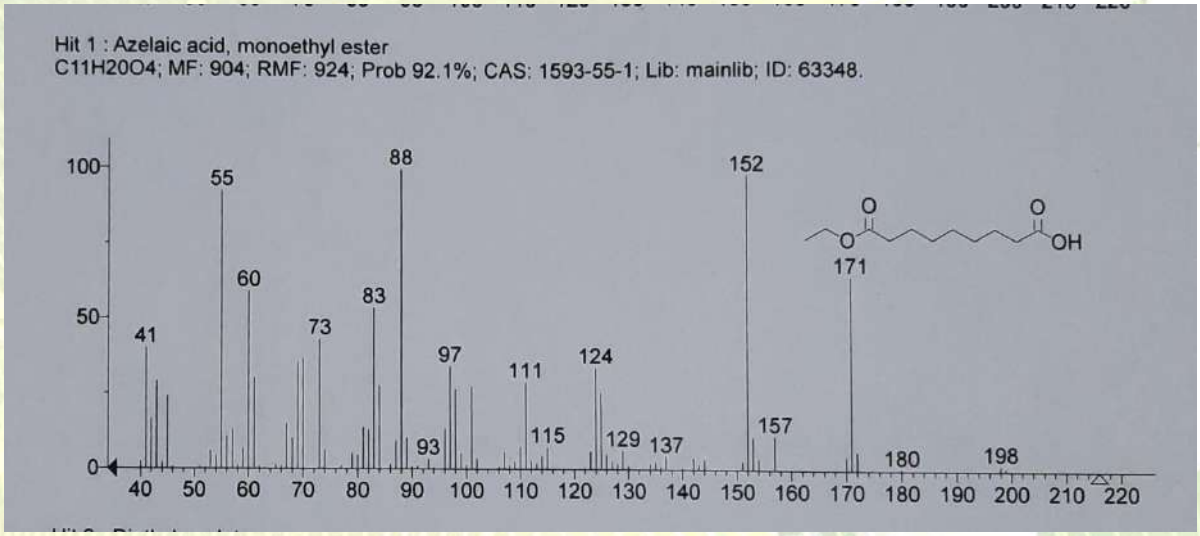
Bu aniqlangan 3 ta kislota efiri turli sohalarda keng miqyosda ishlatiladi.

ISSN 3030-3907

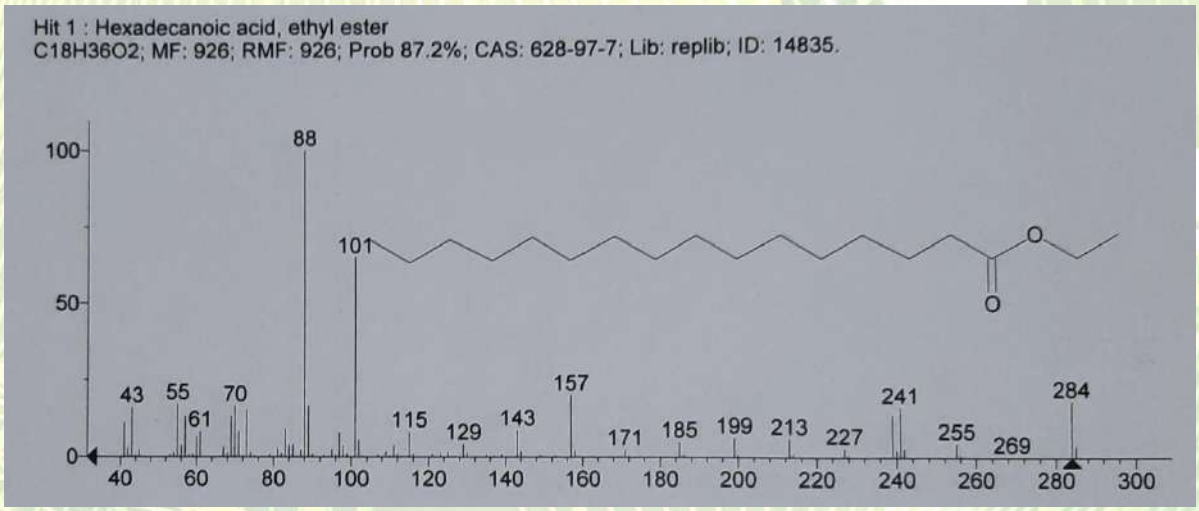
Azelaik kislotasining etil efiri -ushbu birikma asosan organik sintezda, polimerlar ishlab chiqarishda yoki maxsus moylash materiallari uchun oraliq mahsulot sifatida ishlatiladi.

Geksadekanoik kislotasining etil efiri (etil palmitat) - ushbu birikma kosmetikada terini yumshatuvchi (emolliyent) sifatida kremlar tarkibiga qo‘shiladi. To‘qimachilik sanoatida matolarga ishlov berishda.

Oktadekanoik kislotasining etil efiri (etil stearate) - ushbu birikma kosmetikada lak bo‘yoqlari, kremlar va yuz uchun niqoblar tarkibida quyultiruvchi va terini yumshatuvchi komponent sifatida ishlatiladi. To‘qimachilik sanoatida matolarni suv o‘tkazmaydigan va charmni yumshatish jarayonlarida qo‘llaniladi.

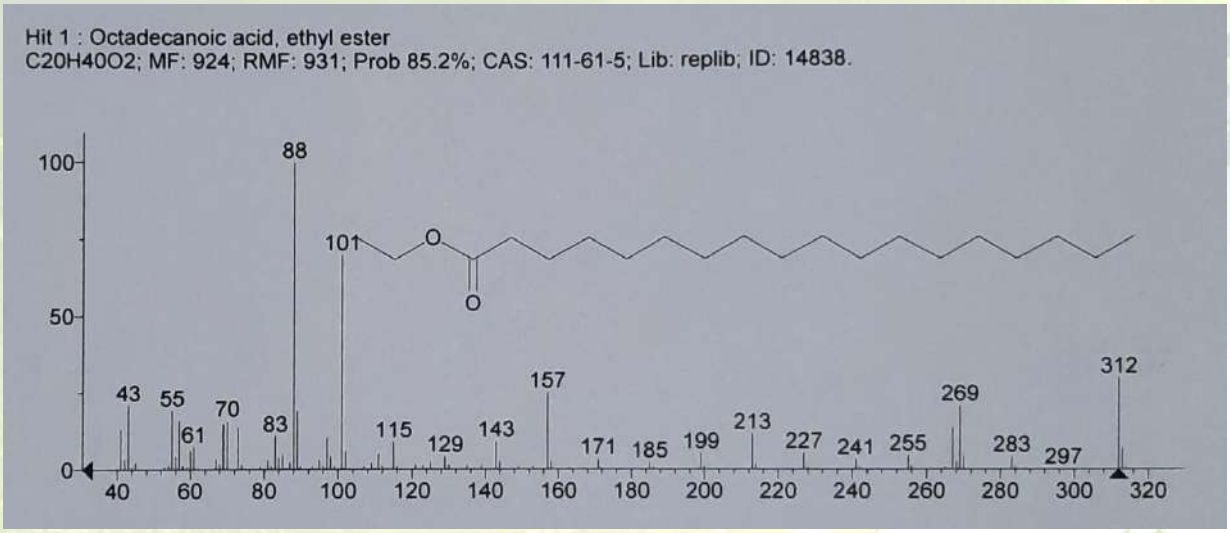


2-rasm. Azelaik kislotasining metil efirining xromatogrammasi



3-rasm. Geksadekanoik kislotasining etil efirining xromatogrammasi

ISSN 3030-3907



4-rasm. Oktadekanoik kislotasining etil efirining xromatogrammasi

Penicillium canescens mikrozamburug‘idan ajratib olingan organic kislota efirlarining fizik-kimyoviy kattaliklari urganilganda quyidagicha ekanligi aniqlandi.

1-jadval

***Penicillium canescens* mikrozamburug‘idan olingan organic kislota efirlarining fizik-kimyoviy kattaliklari**

Nomlari	Brutto formulasi	T_{suyuq}	ρ(20°C)
Azelaik kislotasining etil efiri	$C_{11}H_{20}O_4$	22-26°C	1-1.01 g/cm^3
Geksadekanoik kislotasining etil efiri	$C_{18}H_{36}O_2$	24-26°C	0.863-0.866 g/cm^3
Oktadekanoik kislotasining etil efiri	$C_{20}H_{40}O_2$	33-35°C	0.850-0.858 g/cm^3

Bu tadqiqot natijasida *Penicillium canescens* shtammining 3 ta uchuvchan tabaitli kislota efirlarining tahlillari DB-5MS kapillyar kolonkasi bilan jihozlangan YL 6900 GX/MS gaz xromatograf–mass spektrometr tizimi (Young In Chromass, Koreya) yordamida amalga oshirildi. Qo‘llanilgan kolonkaning uzunligi 30 m, ichki diametri 0,25 mm, statsionar faza qalinligi esa 0,25 mkm ni tashkil etdi. Ularning deyarli barchasi o‘ziga xos tabiatli, qo‘llanilish sohalari yuqorida keltirib o‘tildi.

XULOSA.

Penicillium canescens mikrozamburug‘ining kolonkali xromatografiyasining geksan:etilatsetat - 95:5 nisbatdagi fraksiyasidan gaz

ISSN 3030-3907

xromatografik mass-spektrometriyasi (GC-MS) orqali analiz qilinganda 3 ta uchuvchan xususiyatli moddalar aniqlandi. Ular azelaik kislotasining etil efiri; geksadekanoik kislotasining etil efiri; oktadekanoik kislotasining etil efiri ekanligi aniqlandi va fizik-kimyoviy kattaliklari o‘rganildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. www.google.com. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_penicillin
2. Xu-Hua Nonga, Xiao Lianga,b, Jian-Qiu Lianga, Muhammad Amina and Shu-Hua Qia: Journal Of Asian Natural Products Research. https://doi.org/10.1080/10286020.2019.1575819
3. ZANG Yi, SONG Yingli, WANG Zhe, YU Mengmeng, ZHU Honghui: Novel phenylacetate derivatives isolated from the fungus Penicillium canescens: Journal of Holistic Integrative Pharmacy 2022, 3(3):243-247.
4. Etienne Veignie and Catherine Rafin: Efficiency of Penicillium canescens in Dissipating PAH in Industrial Aged Contaminated Soil Microcosms and Its Impact on Soil Organic Matter and Ecotoxicity, Processes 2022, 10, 532.
5. Wei-Ye Wu, Xun Wei, Qiong Liao, Yi-Fan Fu, Lei-Ming Wu, Lei Li, Shu-Qi Wu, Qing-Ren Lu, Fang-Yu Yuan, Dong Huang, Zhang-Hua Sun, Tao Yuan and Gui-Hua Tang: Structurally diverse polyketides and alkaloids produced by aplant-derived fungus Penicillium canescens L1, Natural Products and Bioprospecting 2025, 15:22.
6. Junko Yaegashi, Jillian Romsdahl, Yi-Ming Chiangab and Clay C. C. Wangac: Genome mining and molecular characterization of the biosynthetic gene cluster of a diterpenic meroterpenoid, 15-deoxyoxalicine B, in Penicillium canescens, Royal Society of Chemistry, chemical science, 2015.

ISSN 3030-3907

USING AEROSPACE DATA AND GIS TECHNOLOGIES TO ASSESS LAND USE CONDITIONS

Qosimov Lazizbek Muxsinjon o‘g‘li
Assistant, Department of Chemical Engineering and Geodesy, Kokand State University, Kokand, Uzbekistan
E-mail: lazizbek.qosimov.4717@gmail.com

Abstract. Efficient use of land resources and continuous monitoring of their condition require the application of modern geoinformation technologies. In recent years, aerospace observation data have been widely used as an important source of information for analyzing and mapping land use processes. This article examines scientific and methodological approaches to assessing land use conditions based on aerospace imagery and GIS technologies. The study analyzes methods for decoding remote sensing data, identifying land fund categories, and creating thematic maps within a GIS environment. The obtained results contribute to improving land resource monitoring, assessing the condition of irrigated lands, and updating land use maps.

Keywords: aerospace data, GIS technologies, remote sensing, decoding (decoding), land use maps, irrigated lands, geographic information systems, land resources monitoring.

Аннотация. Рациональное использование земельных ресурсов и регулярный мониторинг их состояния требуют применения современных геоинформационных технологий. В последние годы аэрокосмические данные широко используются в качестве важного источника информации для анализа и картографирования процессов землепользования. В данной статье рассматриваются научно-методические подходы к оценке состояния землепользования на основе аэрокосмических снимков и ГИС-технологий. В ходе исследования были изучены методы дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли, определения категорий земельного фонда и создания тематических карт в среде ГИС. Полученные результаты могут быть использованы для организации мониторинга земельных ресурсов, определения состояния орошаемых земель и обновления карт землепользования.

Ключевые слова: аэрокосмические данные, ГИС-технологии, дистанционное зондирование, декодирование, карты землепользования, орошаемые земли, географические информационные системы, мониторинг земельных ресурсов.

Annotatsiya. Yer resurslaridan samarali foydalanish va ularning holatini muntazam monitoring qilish zamonaviy geoinformatsion texnologiyalarni

ISSN 3030-3907

qo‘llashni talab qiladi. So‘nggi yillarda aerokosmik kuzatuv ma’lumotlari yerdan foydalanish jarayonlarini tahlil qilish va xaritalashda muhim axborot manbai sifatida keng qo‘llanilmoqda. Ushbu maqolada aerokosmik tasvirlar hamda GIS texnologiyalari asosida yerdan foydalanish holatini baholashning ilmiy-uslubiy yondashuvlari tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida masofadan zondlash ma’lumotlarini dekodlash, yer fondi kategoriyalarini aniqlash va GIS muhitida tematik xaritalar yaratish usullari ko‘rib chiqildi. Olingan natijalar yer resurslari monitoringini tashkil etish, sug‘oriladigan yerlarning holatini aniqlash hamda yerdan foydalanish xaritalarini yangilashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: aerokosmik ma’lumotlar, GIS texnologiyalari, masofadan zondlash, dekodlash (deshifrovka), yerdan foydalanish xaritalari, sug‘oriladigan yerlar, geoinformatsion tizimlar, yer resurslari monitoring.

INTRODUCTION.

One of the pressing issues today is the rational use and effective management of land resources. Accurate and updated data on land use play an important role in the development of agriculture, ensuring environmental stability and territorial planning. Population growth, increased urbanization processes, and increased agricultural activity significantly increase pressure on land resources. As a result, environmental problems such as soil degradation, soil salinization, desertification, and others arise. Under these conditions, reliable spatial data are needed to observe and analyze land use processes [1,2]. In recent years, the development of geographic information technologies has significantly improved the methods of collecting, processing, and analyzing spatial data. Geographic information systems (GIS) are one of the most effective tools for natural resource research and land management. GIS technologies allow you to combine spatial data from various sources into a single digital environment. This will help to effectively organize the process of in-depth analysis of territorial processes, drawing up various thematic maps, and making management decisions [3,4].

Along with GIS technologies, aerospace observation data is widely used as an important source of information for the study of land resources. Satellite images and aerial photographs allow you to observe the Earth's surface on a large scale, determine the composition of the Earth's surface, and analyze changes in the use of the Earth. The use of remote sensing data in combination with GIS technologies increases the accuracy and efficiency of the process of creating and updating land use maps [5,6]. In the process of decoding aerospace images, land use categories can be determined, the territorial structure analyzed, and the condition of farmland assessed. In particular, remote sensing methods are widely used to monitor irrigated land, determine the state of cultivated areas, and identify negative processes such

ISSN 3030-3907

as soil salinization, flooding or degradation. These technologies are also important in that they allow analyzing large areas in a short time [7,8].

Irrigated land in Central Asia is one of the most important land resources in the region. In these regions, agricultural production mainly depends on irrigation systems, and the efficient use of land resources serves as an important factor in ensuring economic stability. However, in recent years, problems such as water scarcity, soil salinization, and soil degradation have had a negative impact on the condition of irrigated land. In this regard, the need for modern geographic information data for assessing the state of land resources and their regular monitoring is increasing [9,10]. The combined application of aerospace data and GIS technologies will enhance land use analysis and land monitoring capabilities. More accurate and faster updating of land use maps is possible due to the integration of satellite images, spatial analysis methods, and digital mapping technologies. Such data are important in developing land management, agricultural development, and sustainable land use strategies [11].

The main objective of this study is to assess the state of land use based on the use of aerospace data and GIS technologies, as well as to analyze the effectiveness of the process of updating land use maps. The study examines methods of decoding remote sensing data and scientific and methodological aspects of monitoring land resources through their analysis in a GIS environment [12].

MATERIALS AND METHODS.

This study used data from aerospace observations and geoinformation technologies to assess the state of land use and study the processes of updating land use maps. The study used state-of-the-art GIS software tools to collect, process, and analyze spatial data. Geographic information systems are one of the important tools that allow you to systematically store, analyze and create various thematic maps of spatial information. The main sources of research were satellite images, aerospace observation materials, topographic maps, cadastral data and statistics. The available thematic maps of the categories of the land fund, irrigated land and agricultural areas were also analyzed. These data were introduced into the GIS system and on their basis a single spatial database was formed. By systematizing spatial data, it became possible to jointly analyze data from various sources.

In the process of processing aerospace images, methods of decoding remote sensing data were used. During the decoding process, the types of land cover, agricultural land, irrigation systems, reclamation networks and other categories of land use were determined. Using satellite images, the current state of the territories was analyzed and compared with the available cartographic materials. This made it possible to identify changes in land use and update the available information. In

ISSN 3030-3907

the process of spatial analysis, various geographic information operations were used. In particular, methods such as overlay analysis, territorial comparison, statistical analysis and processing of attribute data are applied. These operations made it possible to determine the structure of land use, assess the territorial distribution of land fund categories and analyze the state of agricultural land.

Methods of cartographic analysis were also used and the obtained data were visualized in the form of thematic maps. Maps created in the GIS environment made it possible to reflect the structure of land use, the territorial location of irrigated land and the general state of land resources. The created thematic maps determined the main directions of land use in the regions and their territorial features.

The methodological approach used in this study is based on the integrated application of aerospace data and geographic information technologies. This approach will allow you to effectively organize the process of integrating spatial data from various sources, analyzing them and updating land use maps. At the same time, with the help of geographic information technologies, it is possible to scientifically improve the processes of monitoring and managing the state of land resources.

The main tasks of land resource mapping are:

The main tasks of land resource mapping include the following:

– reflecting the natural characteristics and the current condition of land resources;

– identifying the structure of land use and the state of land reclamation;

– detecting negative anthropogenic impacts, including man-made factors that affect land conditions;

– improving the accuracy of determining land boundaries and calculating land areas;

– introducing modern technologies and advanced methods for land surveying and cartographic mapping;

– providing detailed spatial information necessary for the rational use, protection, and effective management of land resources.

The development of land use maps using GIS technologies provides several important advantages in the process of analysing and visualizing spatial information. GIS platforms allow different types of spatial and attribute data to be integrated into a single digital environment, which improves the accuracy and efficiency of land resource analysis.

ISSN 3030-3907

These advantages are illustrated in Figures 1 and 2, which present examples of complex cartographic legends and thematic diagram structures used for representing land resource categories.

Figure 1 shows an example of a complex legend used for representing different categories of land on thematic maps. Such legends make it possible to clearly classify land resources according to their functional use and spatial distribution.

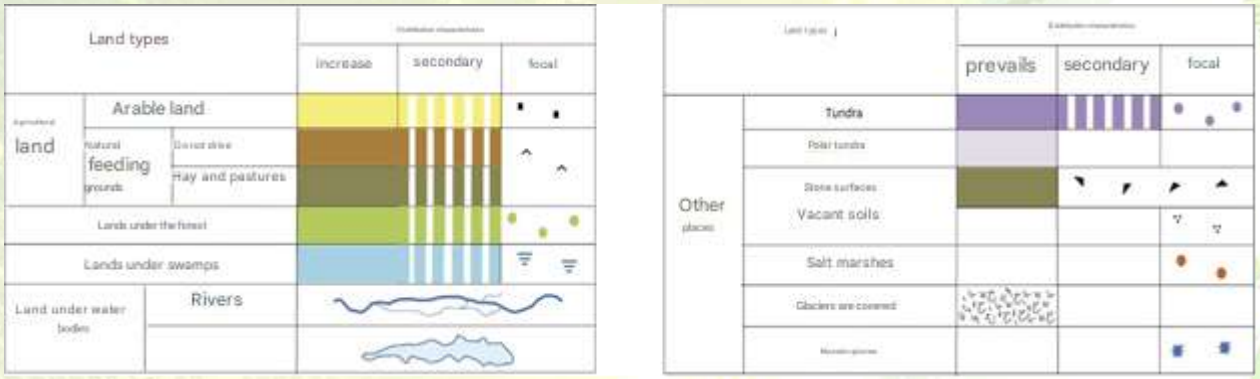


Figure 1. Complex legend for land categories on maps.

Figure 2 demonstrates the use of cartographic diagrams, including various modifications of circular and column diagrams. The application of such graphical elements allows additional characteristics of land resources to be presented in a visual and informative manner.

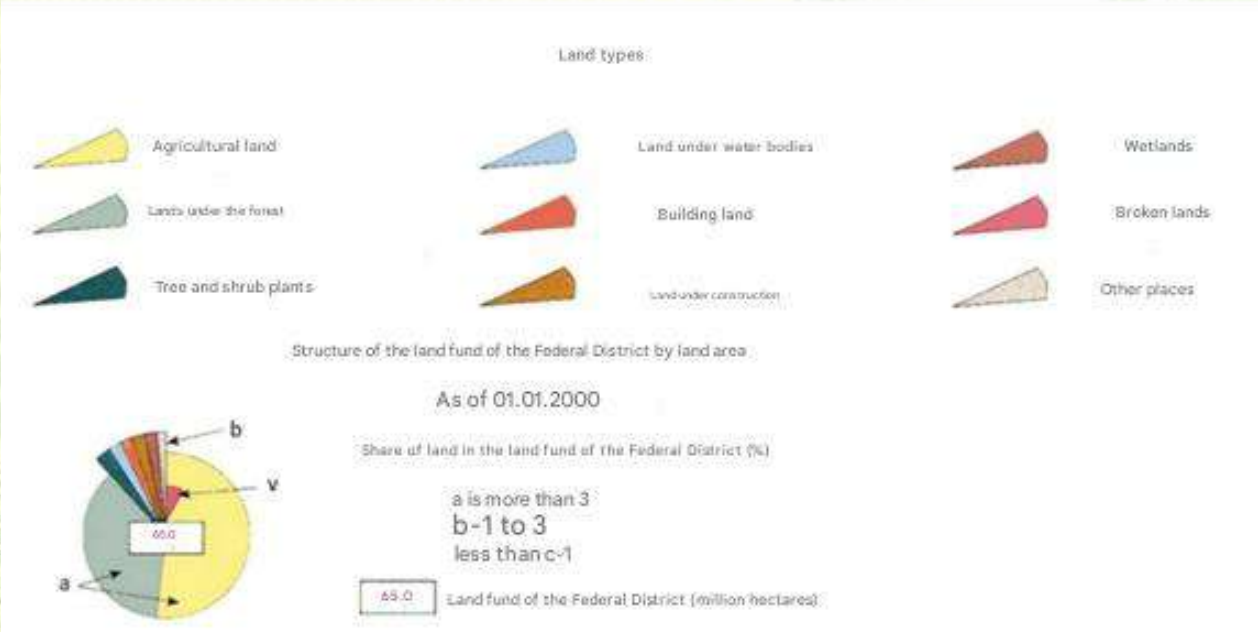


Figure 2. Complexity of cartographic diagrams, various modifications of circular and columnar diagrams.

The use of complex cartographic legends and thematic diagrams significantly improves the interpretability of land use maps and provides a more comprehensive representation of the spatial structure of land resources.

ISSN 3030-3907

RESULTS AND DISCUSSION

The study examined the processes of land use assessment and updating existing maps based on aerospace data and geographic information technologies. The results of the study showed that the joint use of remote sensing data and GIS technologies significantly expands the possibilities for analyzing land use structure and monitoring the state of land resources. In the course of the study, based on satellite images and available cartographic materials, the land use structure in the Ferghana region was analyzed. Decoding of aerospace images defines agricultural land, irrigated land, reclamation networks, settlements and other land use categories. The obtained data were formed as separate thematic layers in the GIS environment, and their spatial analysis was carried out. Space analysis revealed certain changes in land use patterns. In some regions, the area of agricultural land has been reduced, some of it is used for other purposes, while in some regions there are problems associated with the reclamation state of irrigated land. It was revealed that soil salinization, wear of irrigation systems and inefficient use of water resources have a negative impact on the fertility of individual agricultural areas.

According to the results of the study, the use of aerospace images allows you to quickly identify changes in land use. Satellite images allow you to observe and analyze large areas in a short time. This will contribute to a more efficient organization of the land monitoring process. GIS technologies make it possible to systematically process the obtained data, carry out their spatial analysis and visualize them in the form of thematic maps.

The study created thematic land use maps based on GIS technologies. These maps reflect the categories of the land fund, irrigation systems, the location of agricultural land and their ecological state. The created maps made it possible to more accurately assess the land use structure in the region.

In addition, the possibilities of obtaining high-precision space information using modern aerospace technologies, including unmanned aerial vehicles (UAVs or drones), were considered. Drone images can serve as an effective tool for studying small areas in detail, assessing the condition of cultivated areas and determining the processes of soil degradation.

The results of the study showed that the joint application of aerospace data and GIS technologies will significantly improve the process of updating land use maps. With the help of these technologies, you can quickly determine the current state of land resources, analyze territorial changes and more accurately determine the categories of the land fund.

Based on the results obtained, scientific and practical recommendations were developed to improve the ecological and reclamation state of irrigated lands and

ISSN 3030-3907

ensure the effective use of land resources. These recommendations are aimed at improving the land management system, increasing the fertility of agricultural land and preventing land degradation processes. In general, the results of the study showed that the use of aerospace data and geographic information technologies is an effective tool for assessing the state of land use and monitoring land resources. On a scientific basis, it is possible to organize processes for updating land use maps and land management through spatial analysis based on GIS and decoding of aerospace images.

CONCLUSION.

The results of the study made it possible to determine the possibilities of assessing the state of land use based on aerospace data and geographic information technologies, as well as improving the processes of updating land use maps. The results obtained during the study showed that modern geographic information technologies play an important role in organizing monitoring and effective use of land resources. First of all, the results of the study confirmed that modern geographic information systems are an effective means of collecting, storing, processing and analyzing spatial data. During the study, various sources of land data - aerospace imagery, mapping materials, cadastral data and statistics - were integrated into the GIS environment. It is possible to analyze the structure of land use and determine the territorial distribution of land fund categories by combining these data into a single spatial database. At the same time, it was found that the use of GIS technologies contributes to a more accurate and efficient organization of land management processes.

According to the results of the study, aerospace observations are an important source of information for identifying changes in land use and assessing the current state of land resources. Using satellite images, you can observe large areas in a short time and analyze their spatial structure. As a result of the analysis carried out on the example of the Ferghana region, problems associated with the reclamation state in certain areas of irrigated land were identified. In particular, in some regions, soil salinization, deterioration of irrigation systems and inefficient use of water resources have a negative impact on land fertility. This suggests the need for regular monitoring of irrigated land and irrigation networks. " Also in the process of research, the methodology for creating and updating land use maps has been improved. It was possible to determine the categories of the land fund through the joint use of aerospace data and GIS technologies, analysis of the location of irrigation systems and assessment of the ecological state of agricultural land. As part of the study, thematic maps based on GIS were developed, which made it possible to conduct a spatial analysis of the land use structure.

ISSN 3030-3907

In addition, the possibilities of using unmanned aerial vehicles (UAVs or drones) in the research process were justified. High-precision aerial photographs obtained using drones can be effective means for a detailed study of agricultural areas, determining the state of cultivated areas and determining land degradation processes. The use of UAV technologies will significantly increase the accuracy and efficiency of the process of monitoring land resources.

In general, the results of the study showed that the use of aerospace data and geographic information technologies is an effective tool in updating land use maps and improving land monitoring processes. These technologies will make it possible to regularly monitor the state of land resources, identify territorial changes and make scientifically based decisions on the effective use of agricultural land. Therefore, in the future, it is advisable to widely use aerospace monitoring and GIS technologies in the land management system.

REFERENCES

1. Abdullayev A.Q., Xolbayev G.X., Safarov E.Yu. Agrometrologiyada munosabatli tenglamalarni topishda matematik statistikani qo‘llash, EHM va geografik axborot tizimlaridan foydalanish uchun ko‘rsatma. – T.: GMITI, 2009. – 113 b.
2. Allanazarov O., Prenov Sh.M. GIS dasturlarida aloqa ob’yektlari kadastri uchun ma’lumolar bazasini shakllantirish haqida. “Geografiya va O‘zbekiston tabiiy resurs salohiyatini baholash muammolari”. Respublika ilmiy amaliy konferensiyasi materiallari. Toshkent 2016 y.
3. Abdullayev T.M., Karabazov S.A., Mayinov Sh.Q. Geodeziya va kartografiya sohasida geoinnovasion texnologiyalardan foydalanib ma’lumotlarni yangilash . O‘zbekiston Geografiya jamiyati axboroti maxsus son. Toshkent 2018. B. 5-9 b.
4. Babajanov O.R., Rahmonov Q.R., G‘ofirov A.J. Yer kadastri. – T.: Cho‘lpon, 2002 - 81 b.
5. Kosimov, L., Kosimova, S., Turdikulov, K., Ismoilov, M., Qosimov, L., & Hole, Y. (2025, August). AI-Powered Urban Planning: Transforming Smart Cities with Data-Driven Decisions. In 2025 World Skills Conference on Universal Data Analytics and Sciences (WorldSUAS) (pp. 1-6). IEEE.
6. Khakimova, K., Abdukhalilov, B., Qosimov, L., Abdusalomov, A., & Yokubov, S. (2023). Application of GIS technologies for improving the content of the tourist map of Fergana province, Uzbekistan. In E3S web of Conferences (Vol. 386, p. 04003). EDP Sciences.
7. Ganiyev, Y. Y., Qosimov, L. M., & Murodilov, K. T. (2023). Creating agricultural maps using geo-information systems as an example of Bandikhan

ISSN 3030-3907

district. Finland International Scientific Journal of Education, Social Science & Humanities, 11(3), 1132-1140.
8. Ganiyev, Y., Madumarov, B., Qosimov, L., & Murodilov, X. (2023). Examining the managerial structure and operational aspects of geodesy, cartography, and cadastre production. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 03013). EDP Sciences.
9. Zabidullaeva, R. K. (2024). The use of GIS technologies in the management and monitoring of land resources. American Journal of Applied Science and Technology, 4(2), 37–40.
10. Kasimov, L. M., & Ganiev, Y. (2022). The Essence of Using Electronic Tachometers and GPS (Global Navigation System) in Monitoring Areas. Eurasian Research Bulletin, 15, 48-51.
11. Oymatov, R., Musaev, I., Bakhriev, M., & Aminova, G. (2023). Monitoring agricultural land areas using GIS-online program EOS DA: A case study of Andijan region. Geospatial and Environmental Research Studies.
12. Qosimov, L. (2023). The Importance of Aerospace Instruments in the Research of Earth Types. American Journal of Technology and Applied Sciences, 17, 70-72.
13. Berdikulov, U. A. (2024). A promising solution for creating agricultural maps based on GAT programs and remote sensing data creation technologies. Modern Science and Research, 3(6), 163–170.
14. Ganiyev, Y. Y., & Yokubov, S. S. (2023). The use of remote sensing technologies in the design of agricultural land maps. International Journal of Scientific Research in Engineering and Management.

ISSN 3030-3907

NATRIY-KARBOKSIMETILSELLULOZA va AZOT, FOSFOR TUTGAN IKKI KOMPONENTLI BIRIKMALARNING KORROZIYA INGIBITORLIK XOSSALARI

Raupova Nilufar Davron qizi
Jizzax politexnika instituti Kimyo muhandisligi kafedrasi magistranti.
Sariboeva Nasiba Xakimkulovna
Jizzax politexnika instituti Kimyo muhandisligi kafedrasi magistranti.
Qurbanova Latofat Mamadiyorovna
Jizzax politexnika instituti Kimyo muhandisligi kafedrasi dotsent v.b., PhD.
E-mail: latofat.qurbanova@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada natriy-karboksimetilselluloza va azot, fosforli birikmalar asosidagi yashil korroziya ingibitorlari turli muhitlarda metall sirtiga ta’siri o‘rganilgan. Ushbu ingibitorlarning elektrokimyoviy, gravimetrik usullar asosida korroziya toki, tormozlash koeffitsiyenti, korroziya tezligi, himoyalash darajasi kabi parametrlari, optimal harorat va konsentratsiyasi aniqlab ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar. Ingibitor, korroziya, korroziya toki, korroziya tezligi, tormozlanish koeffisenti, qutblanish qarshiligi, po‘lat, Na-KMS, anilin fosfat.

Аннотация. В статье изучено влияние ингибиторов коррозии на основе натрий-карбоксиметилцеллюлозы и соединений азота и фосфора на поверхность металла в различных средах. На основе электрохимических, гравиметрических методов определены такие параметры этих ингибиторов, как ток коррозии, коэффициент торможения, скорость коррозии, степень защиты, оптимальная температура и концентрация.

Ключевые слова. Ингибитор, коррозия, ток коррозии, скорость коррозии, коэффициент торможения, сопротивление поляризации, сталь, Na-КМЦ, анилин фосфат.

Abstract. The article examines the effects of corrosion inhibitors based on sodium carboxymethylcellulose and nitrogen and phosphorus compounds on the metal surface in various media. Based on electrochemical, gravimetric methods, such parameters of these inhibitors as corrosion current, braking coefficient, corrosion rate, degree of protection, optimal temperature, and concentration have been determined.

Keywords. Inhibitor, corrosion, corrosion current, corrosion rate, braking coefficient, polarization resistance, steel, Na-CMC, aniline phosphate.

KIRISH.

Respublikamizda ilg‘or innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqishga hamda sanoat tarmoqlarini barqarorlashtirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Korroziya jarayonlarini o‘rganish, metallarni himoya qilish usullarini ishlab

ISSN 3030-3907

chiqish dolzarb ilmiy va texnik muammolarga tegishli. Hozirgi vaqtda kislotali muhitda metallarning korroziya tezligiga ta’sir qiluvchi juda ko‘p turdagi organik va noorganik birikmalar o‘rganilmoqda. Bunga parallel ravishda tabiiy yoki “yashil” korroziya ingibitorlarini aniqlashga qaratilgan tadqiqotlar olib borilmoqda. Shu sababli import o‘rnini bosuvchi, raqobatbardosh, jahon sifat standartlari talablariga javob beradigan, eksportbop, kam konsentratsiyada yuqori samaradorligi bo‘lgan, xavfsiz, biologik toza korroziyaga qarshi yashil ingibitorlarni yaratish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Shu sababli ushbu tadqiqot ishidan maqsad metallarni korroziyadan samarali himoyalaydigan natriy-karboksimetilselluloza va azot, fosforli birikmalar asosida yashil ingibitorlarni yaratish. Ishning vazifasi shundan iboratki, samaradorligi yuqori bo‘lgan Na-KMS asosidagi ingibitorlarni sintez qilish. Natriy-karboksimetilselluloza va azot, fosforli birikmalar asosidagi yashil korroziya ingibitorlari turli muhitlarda metall sirtiga ta’sirini aniqlash. Bundan tashqari ishlab chiqilgan ingibitorlarning adsorbsion muvozanat konstantasi, to‘la qoplanish darajasini hisoblash va himoyalashning tahminiy mexanizmlarini aniqlash.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi natriy-karboksimetilselluloza va azot, fosfor asosidagi yashil korroziya ingibitorlar po‘lat 3 va 45 namunalari uchun samaradorligi yuqori ekanligi aniqlangan. Bunday yashil ingibitorlarida turli funksional guruhlar mavjudligi hisobiga ichki molekulyar sinergizm effekti kuzatilgan hamda bunday ingibitorlarning metall sirtida zich qavatlar hosil qilishi va ingibirlash samarasining ortishiga olib kelishi ko‘rsatilgan.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Mahalliy xomashyo asosida samarali, ekologik toza ingibitorlarni yaratish va po‘lat korroziyasiga ishlatish mumkunligi aniqlangan. Olingan ma’lumotlar sirt qatlamlarini shakllantirib metallarni samarali himoya qilishi, yangi ilmiy yo‘nalishini shakllantirishga aniq hissa qo‘shadi deb izohlangan. Tok va korroziya tezligining qiymatlari, himoya darajasi, tormozlash koeffitsienti, muhitning pH darajasi harorati, ingibitorlarning tarikibi va konsentratsiyasi aniqlangan va maksimal himoyani ta’minlaydigan optimal sharoitlar topilgan. Tadqiqot ob’yektlari sifatida turli muhitda kalsiy va natriy pirofosfat va uniflok, natriy polifosfat va Na-KMS ning suvli eritmasi ishlatilgan [1].

Na-KMS ning $CaCO_3$ li cho‘kmasining ingibitorga ta’siri aerob va anaerob sharoitlarda termik barqaror, toksik bo‘lmagan va biologik parchalanadi va hozirda sanoatda keng qo‘llaniladi. Na-KMS-19 ning suvli muhitdagi makromolekulalari 13-18 nm gipotetik to‘g‘ri chiziqli kesmalarning o‘lchamlari, kalsiy tuzlarining nanozarrachalarining o‘lchamiga mos keladigan taxminan 25 glyukoza, selluloza monomerlari bilan cho‘zilgan rulonlarning konformatsiyasiga ega bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Adabiyotlarda Na-KMS ning fosforli, mochevinali xosilalari olingan bo‘lib, ularni ingibirlash xususiyatlari ishqoriy muhitlarda o‘rganilgan. Na-KMS ning $CaCO_3$ li cho‘kmasi ham ayniqsa aylanma suv sistemalarida o‘rganilganligi ma’lum [2].

Metallarni korroziyadan himoyalashda aralash ingibitor sifatida $(NaPO_3)_n$-Na-KMS qo‘llanilganda elektrokimyoviy usulda ancha samaradorligi past ekanligi aniqlangan. Shunday qilib, agar 20°C da bu aralash ingibitorning himoyalash darajasi 76,80% bo‘lsa, harorat ortishi bilan samaradorligi biroz o‘zgaradi va 80°C ga erishilganda, 68,93 %gacha kamayib ketganligi xisoblash natijalaridan aniqlangan. Na-KMS qo‘shilishi bilan po‘lat sirtini qisman faollashtirib, himoyalaydi, aksincha natriy polifosfat va jelatin yoki uniflok tarkibli ingibitorlar kiritilganda kompozitsiyalarda sinergizm effekti kuzatiladi, bunda turli funksional guruhlar xisobiga samaradorlik orta boshlaydi. Agressiv muhitlarda haroratining 80°C ga ortishi bilan, ingibitorlar ta’siri boshlang‘ich vaqtga nisbatan korroziya potensialining qiymatlari o‘zgarmay qoladi, bundan korroziya tokining kamayishi hisobiga qaysi tipdagi ingibitorlar ekanligi haqida xulosa qilish mumkin [3].

Neytral muhitda Na-KMS natriy pirofosfat bilan ikki komponentli ingibitorlar sifatida foydalanilganda korroziyadan himoyalanish darajasi 96,83 %gacha etganligi aniqlangan. Pirofosfat va uniflok asosidagi ikki komponentli ingibitorlar bir xil yuqori himoyalash darajasiga ega, bu erda Z=97,64 %ga yetganligi mualliflar olib borgan ishlaridan ma’lum. Ikki komponentli ingibitorlarning eritmalarida $R\text{-}COO^-$ poliionlari mavjud bo‘lib, ular po‘lat yuzasida ham adsorbsiyalanishi mumkin. Selluloza tuzilishiga karboksimetil guruhi kiritilganda polisaxaridning fizik-kimyoviy xossalari, xususan, suvda eruvchanligi sezilarli darajada o‘zgaradi. $-CH_2COONa$ guruhining kiritilishi makromolekulaning gidrofilligini oshiradi va Na-KMS molekulasi va suv molekulalari orasidagi vodorod bog‘larining tuzilishini o‘zgartiradi [4].

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Ush ishda po‘lat 3 va 45 namunalari tanlab olindi. Elektrodlar po‘lat 45 namunasidan, %: Fe=97; C=0,42; Mn=0,50; Si=0,17; P=0,035; As=0,08; S=0,04; Cr=0,25; Ni=0,25; Cu=0,25 tayyorlandi. Ayrim tadqiqotlar po‘lat 3 namunalarida ham olib borildi. %:Fe=98,36; C=0,20; Mn=0,50; Si=0,15; P=0,04; S=0,05; Cr=0,30; Ni=0,20; Cu=0,20.

Tadqiqotlar quyidagi fon eritmalarda olib borildi: 5 % Na_2SO_4+3 % H_2SO_4 (Fon-1) pH=5,3; 3 % NaCl+5 % Na_2CO_3 (Fon-2), pH=8,9; vodoprovod suvi (Fon-3), pH=6,7 298, 308, 318 va 328 K haroratlarda olib borildi. Tajribalar uchun mos ravishda 10, 20, 30, 40 mg/l konsentratsiyali ingibitorlardan foydalanildi. Tadqiqot ob’yektlari sifatida Na-KMS va azot, fosfor tutgan birikmalar tanlab

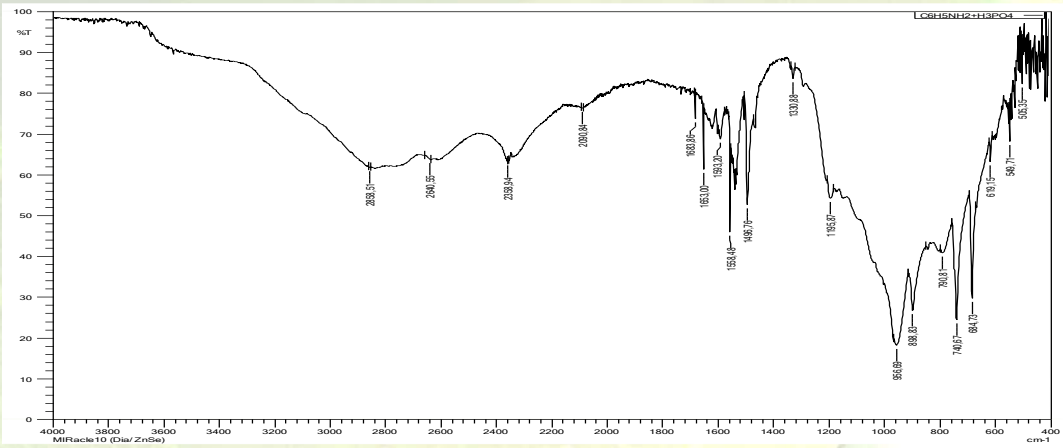
ISSN 3030-3907

olingan. Po‘lat namunalarining korroziyaga uchrashi va uni himoya qilishda kislotali, ishqoriy va suvli muhitlarda hamda ingibitorlarning ta’sir etishi elektrokimyoviy va gravimetrik usullarda korrozion tadqiqotlardan keyin massaning kamayishiga tayangan holatda olib borildi. Shuningdek, elektrokimyoviy usulda po‘lat namunalarini sirtini o‘zgarishi ingibitorlar ta’sirida qatlam hosil qilishi hamda ingibirlanish mehanizmi o‘rganildi.

Ingibitorlarni himoyalash xususiyati ayrim metallarda -NH_2, =NH, CN, N=O, C=C, –C=O, OH, P–O-H, P=O, COO^-; funktsional guruh tutgan birikmalarda kuchliroq. Shu sababli, ushbu turdagi korroziya ingibitorlarining samaradorligi adsorbtsion markazlarning va mahsulotlarining ajralishi bilan bog‘liqligini IQ-spektrlari natijalaridan ko‘rishimiz mumkin. Ingibitorlarning farqli tomoni, past muqobil konsentratsiya, turli muhit va sharoitlarda yuqori haroratlarda o‘z samaradorligini saqlab qolishi va xavfsizligini aytib o‘tish o‘rinli. Organik birikmalar asosidagi ingibitorlarni himoyalash ta’siri juda xilma-xil va har biri o‘ziga xos mexanizmga ega [5].

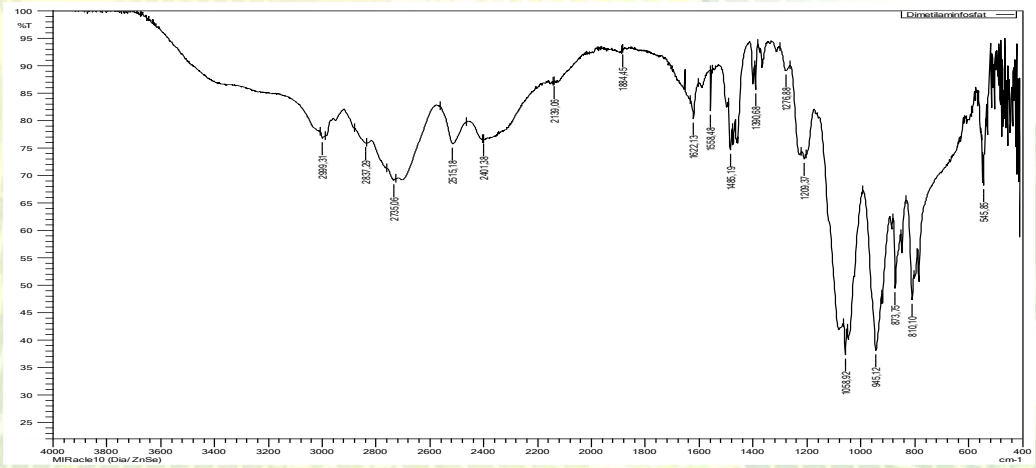
1-rasmda anilin fosfat tuzini IQ-spektrida 2640,55-2358,94-2090,84 sm^{-1} sohada to‘rtlamchi azot atomining borligidan dalolat beradi; 1653 sm^{-1} oraliqda intensivligi kam bo‘lgan yutilish chiziqlari namoyon bo‘ldi. Benzol halqasidagi C=C bog‘larning xalqa tekisligi bo‘ylab tebranishdan yuzaga kelgan sohalar 1593,20 sm^{-1} da; shu bilan birga 1558,48-1496,76 sm^{-1} oraliqlarda simmetrik C=C bog‘lar; 898,83-740,67-684,73 sm^{-1} sohalarda benzol halqasining tekisligidan boshqa tekislik bo‘ylab yuz beradigan tebranishlar aniqlandi. 619,15 sm^{-1} sohada C=C deformatsion tebranishlar; C-N bog‘lanishlar 1277 sm^{-1} da valent tebranish; amino guruhning deformatsion tebranishi 1683 sm^{-1} sohada; 1195,87 sm^{-1} –P=O valent tebranish; 2858,51sm^{-1} sohada O=P-O-H ning valent tebranishi ya’ni intensivligi past bo‘lgan deformatsion tebranishga tegishli chiziqlar mavjudligi aniqlandi. Po‘lat elektrodi sirtida adsorbtsion qavatlar hosil qilib, ya’ni bir muncha yuqori samaradorli ingibitorlar ekanligi aniqlangan. Metall bilan adsorbtsion ta’sirlashuv natijasida, uning himoyalash xossalari yuqori haroratlarda yanada kuchliroq namoyon bo‘ladi va bunda xemosorbtsion mexanizmda ta’sir qilib bir muncha mustahkam qavatlar hosil qiladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Anilin fosfat tuzini IQ-spektri.

Olingan IQ-spektrlar shuni ko‘rsatadiki, birikmaning strukturasidagi alkil radikali, strukturaning kattaligi uning ingibirlovchi hossasini samaradorligiga ta’sir ko‘rsatadi, ya’ni muhitda himoya qatlamlarni mustaxkamligini ta’minlaydi. Organik tarkibli birikmalar adsorbtsiyasida temir ionlari bilan kam eruvchan qatlamlar hosil qilishi aniqlangan. Qatlamning o‘sishi va buning natijasida uning g‘ovakliligi, qalinligi ham kamayadi, buning hisobiga himoyalovchi hossalari ortib boradi [6].



2-rasm. Dietilamin fosfat tuzining IQ-spektri.

2-rasmda dietilaminfosfat tuzining IQ-spektrida 2999,31-2837,29 sm^{-1} sohalarda assimmetrik, 2735,06 sm^{-1} sohada esa simmetrik C-H bog‘iga tegishli intensivligi past tebranishlar; 2515,18-2401,38-2139,06 sm^{-1} sohalarda to‘rtlamchi azot atomining borligidan dalolat beruvchi chastotalar; 1558,48-1622,13 sm^{-1} sohalarda (N^{+}) ga tegishli deformatsion tebranishlar; 1276,88 sm^{-1} sohada –P=O ga tegishli bo‘lgan valent tebranishlar; 1485 sm^{-1} sohada C-H ga tegishli bo‘lgan deformatsion assimmetrik tebranishlarni, 1390,68 sm^{-1} esa C-H ga tegishli bo‘lgan defarmatsion o‘zgaruvchan simmetrik tebranishlarni ko‘rish mumkin. 1209,38 sm^{-1} sohada C-N-C bog‘ga tegishli bo‘lgan sohada simmetrik, 1058,92 sm^{-1} sohada esa C-N-C bog‘ga tegishli bo‘lgan assimmetrik signallar ko‘rindi; 873,75 sm^{-1} sohada

ISSN 3030-3907

P-O-P bog‘ga; 810,10 sm^{-1} sohada (P-H) mavjudligi hamda 545,85 sm^{-1} chastotada (NNN) borligi aniqlandi.

O‘tkazilgan tadqiqotlardan olingan ma’lumotlarga ko‘ra shu narsa aniqlandiki, kuchsiz ishqoriy va kislotali muhitlarda faqatgina agressiv anionlarning kontsentratsiyasi baland bo‘lmasdan, balki metall sirtida himoyalovchi qatlamlarning hosil bo‘lishini va korrozion agressivlikning pasayishini ta’minlab beruvchi ionlarining mavjudligi aniqlangan.

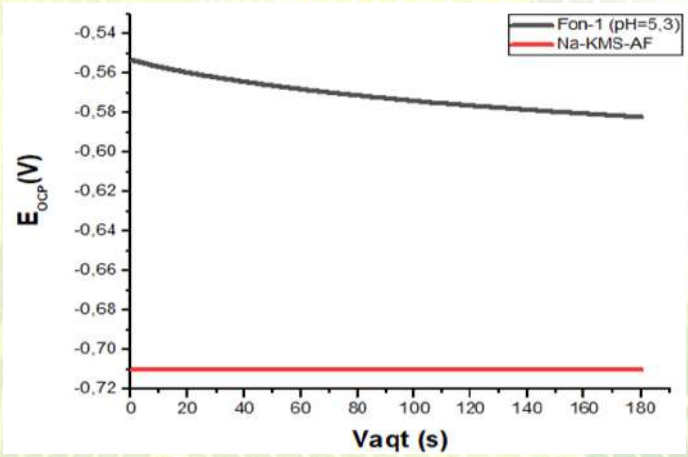
Ingibitorlar tuzilishi va muhit tarkibiga bog‘liq holda kationlar, anionlar va neytral molekulalar ko‘rinishida bo‘lishi mumkin, metall sirti bilan elektrostatik yoki kimyoviy ta’sirlashib fizikaviy adsorbsiya yoki xemosorbsiya natijasida qatlamlar mustahkamlanadi, bu esa korroziya jarayonining susayishiga olib keladi. Odatda ushbu xususiyatlar molekulalarda ingibitorning metall bilan o‘zaro faol adsorbtsion markazini ta’minlovchi atomlar yoki funktsional guruhlarning mavjudligi sababli etarli darajada samaradorli natijalarga olib kelishi aniqlangan. Donor-aktseptor va vodorod bog‘lanishlar tufayli metallda adsorbsiyalanadigan, tarkibida azot, fosfor, kislorod va karboksil guruhlar bo‘lishi mumkin. Bundan kutish mumkinki, elektronodonor molekulalarning kichik ionlanish potentsiali, qarama-qarshi zaryadlari, azot atomining markazi va bir muncha musbat zaryadli vodorod atomining protonlangan holati metall sirti bilan, koordinatsion yoki vodorod bog‘lari hisobiga eng yaxshi ingibitor hisoblanadi [7]. Infraqizil sohada moddaning nur yutishi orqali molekulalardagi atomlarning tebranishlari sodir bo‘ladi. Tebranishlar vaqtida atomlar orasidagi masofalar o‘zgarganda va deformatsion vaqtida bog‘lar orasidagi burchaklar o‘zgarib boradi. Olingan spektrdagi yutilish chiziqlari bir biriga solishtirib moddaning tuzilishi haqida yoki reaksiya borganligi haqida fikr yuritish mumkin [8]. Kimyoviy reaksiya natijasida yangi yutilish maksimumlarining hosil bo‘lishi, ma’lum bir yutilish chiziqlarining yo‘qolishi yoki boshqa sohaga siljishi kuzatilishi mumkin. IQ-spektrlarni tahlil qilishda ma’lumotlardan foydalanish ham maqsadga muvofiq. Natriy-karboksimetilselluloza va azot, fosfor tutgan yashil ingibitorlar erimaydigan komplekslarni hosil qilishi bilan birmuncha samaradorli hisoblanadi. Eritmaga ushbu birikmalarning qo‘shilishi metallarni korroziyadan saqlab, ortiqcha tuz hosil qilishning oldini oladi. Ingibirlash xususiyati ayrim metallarda funksional guruhlar $-NH_2$, =NH, CN, N=O, –P=O tutgan birikmalarda kuchliroq ekanligi taxmin qilinadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Ochiq elektron potensial o‘zgarishi usulida po‘lat 3 va 45 namunalari tanlab olindi. Metall namunasi uchun (Fon-1) eritma (pH=5,3) 5%Na_2SO_4+3%H_2SO_4 va suvli muhitda (Fon-3), pH=6,7 li 30 mg/l miqdorda ingibitorlar ta’siri natijasida ochiq zanjir potensiallarni o‘zgarish

ISSN 3030-3907

natijalari keltirilgan. Umuman olganda, potensial o‘zgarishini ko‘rsatib beradigan egri chiziqlar ingibitor ishtirokida bir muncha manfiy yoki musbat tomonga qarab siljishi mumkin. Bu adsorbsiyaning yo‘nalishi va ingibitor molekulasining tuzilishi bilan bog‘liq. Potensiallarning bunday o‘zgarishi natijasida ingibitorlarni qanday mexanizmda ta’sir qilishi mumkinligi haqida ma’lumot olish mumkin.

O‘rganilayotgan ingibitorni anion, kation yoki aralash tipda ekanligini aniqlab beradi. Metall yuzasiga adsorbsiyalangan ingibitorlar tarkibida fosfat va amino guruhlar kabi birikmalar mavjudligi aniqlangan. Shu bilan birga, anilin fosfat va dietilamin fosfatning Na-KMS bilan qo‘llanilganda, ulardan olingan egrilardan potensiallarni manfiy qiymatga qarab siljiganligini ko‘rish mumkin, bu esa fon eritmada metall yuzasida erimaydigan himoya qiluvchi yupqa qatlamlarni hosil qilishi kuzatilgan(3 va 4-rasm). Natijalardan shuni bilish mumkinki, faqat OCP o‘zgarishlarida har bir ingibitordan olingan egri chiziqlar, ya’ni potensiallarni barqaror holatga kelishini izohlaydi. Ushbu ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, barcha namunalar uchun potentsial o‘zgarishlari vaqtga nisbatan kuzatilgan, ammo ba’zi ingibitorlar kiritilganda potentsiallar fon eritmaga qaraganda tezroq barqarorlashadi.

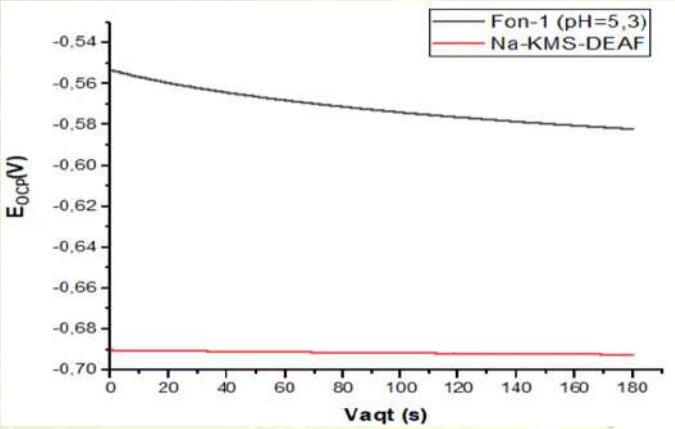


3-rasm. Ochiq elektron potensial o‘zgarishi fon eritmasi pH=5,3 (5%Na_2SO_4+3%H_2SO_4) li muhitda 30 mg/l miqdorda turli ingibitorlarni kiritilgandagi natijalari Fon-1 (1); Na-KMS+AF (2).

Metall namunasi ingibitorga botirilgandan so‘ng, namuna uchun oxirgi statsionar OCP, $E_{corr.}$ va har bir namunaning dastlabki og‘irligi, yakuniy massasi va massa yo‘qotishi hamda hisoblangan o‘rtacha korroziya tezligi, sinovdan so‘ng namunadagi chuqurlikning vizual ko‘rsatkichlari o‘lchanishi mumkinligi aniqlangan. Ushbu uzoq muddatli OCP sinovlari natijasida aniqlangan o‘rtacha po‘lat korroziya tezligi darajasi odatda juda kam bo‘lishi mumkin. Korroziya tezligining o‘zgarishi metall sirtida qatlamlar hosil bo‘lishini izohlaydi. Ingibitorlar

ISSN 3030-3907

kiritilganda oxirgi barqaror OCP qiymatlari ularning tegishli himoya potentsiallaridan ($E_{corr.}$)ni o‘zgarishidan darak beradi [9].



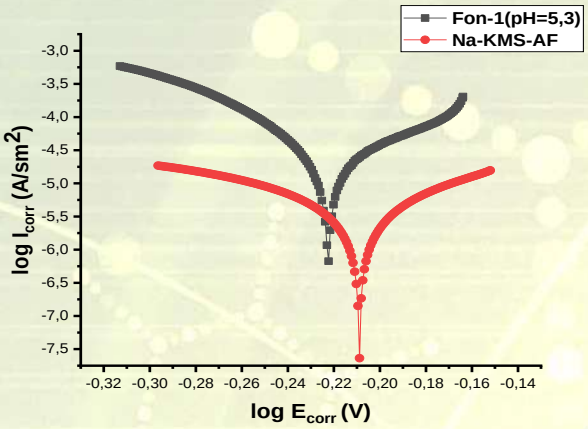
4-rasm. Ochiq elektron potensial o‘zgarishi fon eritmasi pH=5,3 (5%Na_2SO_4+3%H_2SO_4) li muhitda 30 mg/l miqdorda turli ingibitorlarni kiritilgandagi natijalari Fon-1 (1); Na-KMS+DEAF (2).

Ishida birinchi marta Na-KMS va fosforli organik birikmalarni fon eritmaga kiritilishi nafaqat aktiv markazda, balki korroziya to‘ki o‘zgarishi natijasida metall ionlanishining pasayishiga olib kelishini ko‘rsatadi. Korroziya to‘ki o‘zgarishi ya’ni pasayishi, fazaviy sirt qatlamlarining shakllanishi bilan bog‘liq qo‘shimcha diffuziya cheklovlarining paydo bo‘lishini aniq ko‘rsatib turibdi, bu esa o‘z navbatida metallarni korroziyadan ingibitor bilan himoya qilishning mavjud adsorbsion nazariyalarining to‘g‘riligi va qo‘llanilishini izohlab beradi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, 30 mg/l miqdorda po‘lat 45 namunasi o‘rganilganda potensial qiymatlarini o‘zgarishi (Fon-1) pH=5,3 eritmasida yanada manfiyroq tomonga qarab siljishi ko‘rsatilgan. Eng ko‘p samarali ingibitorlar anilin fosfat va dietilamin fosfatning Na-KMS bilan birgalikda qo‘llangan ingibitorlari hisoblanadi. Na-KMS+AF ingibitori eng yaxshi ingibitor hisoblanadi chunki bu natijalar potensiallar o‘zgarishi bilan isbotlangan. Vaqt o‘tishi bilan har xil fon eritmalarda bir vaqtning o‘zida turli funksional guruhlarning bo‘lishi – PO_4^{-3} -COOH va NH_2 sinergizm hodisasi bilan izohlanadi, bu esa o‘zaro kuchaytirish effekti bilan tushuntiriladi.

Qutblanish egrilari usuli ingibitorlarning samaradorligini aniqlashning ekspress usullaridan biri hisoblanadi, elektrokimyoviy usullar qatoriga kiradi. Metallarning turli muhitlarda elektrokimyoviy korroziyasini tasvirlab berishda qutblanish egrilarining analizidan foydalanish mumkin.

ISSN 3030-3907



5-rasm. Qutblanish egrilari usuli yordamida olingan natijalar fon eritmasi pH=5,3 (5%Na_2SO_4+3%H_2SO_4) li muhitda 30 mg/l miqdorda turli ingibitorlar kiritilganda Fon-1 (1); (Na-KMS+AF) (2).

Po‘lat elektrodning yuzasi ingibitor bilan ingibirlanishi natijasida elektrodlarda ma’lum farqga ega potensiallarning o‘zgarishi va shu bilan birga, korrozion tokning miqdori o‘zgarishi kuzatiladi. Ushbu korroziya toki deb ataluvchi tok korroziyalanuvchi metall miqdoriga ekvivalent bo‘ladi. Korroziya jarayonida katod va anod qismlarining potensiallari doimiy emas, bunda qutblanish ro‘y beradi, uning natijasida katod va anod jarayonlarida potensiallar yaqinlashishi, o‘zgarishi va korrozion tokning kamayishi sodir bo‘ladi [10]. 5-rasmda Na-KMS+AF ning kuchsiz kislotali muhitdagi qutblanish egrilari keltirilgan.

30 mg/l konsentratsiyalarda olib borilgan elektrokimyoviy o‘lchashlar natijasiga ko‘ra ingibitorlar yaxshi samaradorlik namoyon etganligi kuzatildi.

1-jadval

Ingibitorlarning samaradorligi 25ºC haroratda (Fon-1) eritmada qutblanish egrilari usulida aniqlangan natijalari

Ingibitor	C, (mg/l)	*i*, (mA/sm^2)	γ	θ
(Fon-1)	30	0,68	–	–
(Na-KMS+DEAF)		0,040	17,00	0,94
(Na-KMS+AF)		0,054	12,59	0,92

To‘la qoplanish darajasi aniqlanganda eng yaxshi ingibitor sifatida yashil ingibitorlar ekanligi aniqlandi. To‘la qoplanish darajasi θ ning qiymati 0,92-0,94 ga qadar ortganligini ko‘rish mumkin. To‘la qoplanish darajasi θ ning qiymati 1,0 ga yaqinlashsa demak kiritilgan ingibitorlar samaradorligi yuqori ekanligini tasdiqlaydi.

Qutiblanish egrilarini avtomatik ravishda potensiostatlar tomonidan berilgan elektrod potentsiali yoki dasturlashtirilgan o‘zgarishlar orqali vaqt o‘tishi bilan

ISSN 3030-3907

ularning o‘zgarishini elektrodning ma'lum qiymatini saqlab turib, bosqichma-bosqich turli xil tezlikda kuzatish mumkin [11].

Ishda konsentratsiyaning ingibirlash samaradorligiga ta’siri o‘rganildi. Ingibitorlarning samaradorligini gravimetrik usulda aniqlashda tajribalarni turli harorat oralig‘i va turli konsentratsiyalarda olib borish ingibirlash mexanizmi haqida ko‘plab ma’lumotlarni beradi. Tadqiqot ob’yektlarining fon eritmalardagi optimal konsentratsiyasini aniqlash uchun ingibitorlarning turli konsentratsiyalarida tadqiqotlar olib borildi. Olib borilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, ingibitorlarning 30 mg/l konsentratsiyasi optimal konsentratsiyasi deb topildi.

2-jadval

Ingibitorlarning 298 K haroratda (Fon-3) eritmadagi himoyalash darajasini konsentratsiyaga bog‘liqligi

C, mg/l	Ingibitorlar samaradorligi, %		
	Na-KMS	Na-KMS+AF	Na-KMS+DEAF
10	69,95	77,78	81,55
20	83,45	88,12	89,25
30	87,42	92,01	94,02
40	87,69	92,37	94,35

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, konsentratsiya ortishi bilan himoyalash darajasi va sirtni qoplanish darajasi avvalo sezilarli darajada ortishi keyinchalik deyarli o‘zgarmay qolganligi kuzatildi (Jadval-2). Shu sabali ham tadqiqot ishlarida ingibitorlar 30 mg/l konsentratsiyada olingan. (Fon-3) ishchi eritmada olib borilgan himoyalash darajasini konsentratsiyaga bog‘liqligini o‘rganish natijalariga ko‘ra ob’yektlar (Fon-1) va (Fon-2) ishchi eritmalariga qaraganda yuqoriroq himoyalash darajasini ko‘rsatdi.

Gravimetrik usuldan foydalanib 15 kundan 30 kun davomida ingibitorlarning ta’sir qilish davomiyligi aniqlandi. Tadqiqotdan olingan natijalar turli fon eritmalarda olib borilgan bo‘lib, 3-jadvalda keltirilgan va korroziya tezligi, tormozlanish koeffisienti (γ), himoyalash darajasi (Z) aniqlandi. Ingibitorning tarkibini tanlash orqali metall korroziyasini chaqiruvchi muhitning passivlanishi hamda metall sirtining yuqori adsorbsion faolligining pasayishiga yoki to‘xtashiga erishiladi. Ushbu ta’sirni po‘latda yupqa himoyalovchi qatlamning xosil bo‘lishi bilan tushuntirish mumkin, buning natijasida esa po‘lat sirtini bloklaydi va korroziyadan buzilishlarning tezligini kamaytiradi. Shuni ta’kidlab o‘tishimiz joizki, korroziya tezligining qiymatini o‘zgarishi, tajriba mobaynida metall yuzasida faol sirtda funksional guruhlarni oshganligi to‘g‘risida ma’lumot beradi.

ISSN 3030-3907

Ayrim agressiv holatlarda va hattoki passiv holatlarda ham korroziyaning yetarlicha yuqori tezlik bilan borishi kuzatilgan, yashil ingibitorlarni sistemaga kiritilishi bilan aksincha sekinlashishi aniqlangan [12,13]. Kuchsiz kislotali va ishqoriy muhitlarda olib borilgan tajribalar orqali shu narsa aniqlandiki, sintez qilingan birikmalar orasida po‘lat 3 va 45 namunalarini samarali himoyalaydigan korroziya ingibitorlari mavjud, bunday ingibitorlar qatoriga Na-KMS+DEAF, Na-KMS+AF kabi ingibitorlarni kiritish mumkin. Birikmalarning ingibitorlik xossalarida muhitning doimiy ta’siri, ularning adsorbsion hossalari bilan tushuntirib beriladi va u azot, fosfor atomlardagi elektron zichligiga bog‘liqligi aniqlangan.

3-jadval

T=298 K da ingibitorlarning turli ishchi eritmalarda 15 va 30 kun davomida gravimetrik usulda aniqlangan tormozlash koeffitsiyenti (γ), himoyalash darajasi (Z) qiymatlari

Ingibitor	***K,*** gr/(sm^2·soat)	**γ**	**Z, %**	***K,*** gr/(sm^2·soat)	**γ**	**Z,** (%)
Fon-3	**15 kunlik natija**			**30 kunlik natija**		
	3,84	-	-	3,57	-	-
$(C_2H_5)_2NH{\cdot}H_3PO_4$	0,590	6,50	84,62	0,491	7,27	86,24
$C_6H_5NH_2{\cdot}H_3PO_4$	0,567	6,84	85,23	0,456	7,83	87,21
Na-KMS+AF	0,345	11,13	91,01	0,273	13,07	92,35
Na-KMS+DEAF	0,259	14,83	93,25	0,190	18,79	94,66

Ingibitorlar qo‘llanilishi konsentrasiyaga samarali bog‘liq bo‘lib, eritmada po‘latning yuza sohasida yuqori darajadagi qoplanish tushunarli tarzda adsorbsiya natijasida mono qavatlarni xosil bo‘lishi bilan ko‘rsatilgan [14]. Fon-3 eritmada olib borilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra 30 mg/l konsentratsiyada tadqiqot ob’yektlari 15 kun davomida 84,62 %dan 93,25 %gacha, 30 kun davomida 86,24 %dan 94,66 %gacha himoyalash darajasini ko‘rsatdi. Fon-1 va Fon-2 eritmalarda ham Fon-3 eritma kabi qonuniyat kuzatildi (3-jadval).

Ushbu ishda konsentratsiya ortishi bilan ingibitorning himoyalash darajasi (Z%) va sirtni qoplash darajasi ($\theta_{Grav.}$)ning ortishi kuzatildi. Buni sababi shundaki, ko‘p miqdordagi ingibitor molekulalari ko‘proq korroziya markazlarini yopadi va korroziyani kamaytiradi. Natijada korroziya tezligi (K) kamayadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Na-KMS asosidagi birikmalardan foydalanilganda o‘zaro sinergizm ta’sir natijasida po‘lat 3 va 45 namunalarining maksimal himoyalash darajasi (94,66 %gacha) erishildi, shu bilan birga, optimal konsentratsiyasi 30 mg/l bo‘lganda korroziyadan samarali himoyalashini va metall

ISSN 3030-3907

yuzasiga yaxshi adsorbsiyalanishini ko‘rsatdi. Azot va fosfor tutgan yashil ingibitorlar metallar korroziyasini susaytirishi va yuqori samaradorlikka egaligi, ingibitor ta’sirining davomiyligi hisobiga ximoyalanish yanada ortishi kuzatildi. Bundan ingibitor sifatida qo‘llanilgan birikmalar metall sirtlari hamda korroziyaga uchratuvchi muhitlarning faol zarrachalari bilan ta’sirlanishida yuqori himoyalash darajasiga ega ekanligini tushuntirish mumkin. Olingan natijalar ingibitorning metall sirtida himoya qatlami hosil qilishini ko‘rsatib berdi. Bu himoya qatlam metall yuzasini korroziyadan samarali himoyalaydi. Samaradorligi yuqori bo‘lgan yashil korroziya ingibitorlari aniqlandi. Olib borilgan elektrokimyoviy, gravimetrik usullar asosida korroziya toki, tormozlash koeffitsiyenti, korroziya tezligi, himoyalash darajasi kabi parametrlar hamda yashil ingibitorlardan qo‘llanilganda optimal 298 K harorat va 30 mg/l konsentratsiya ko‘rsatildi. Ishlab chiqilgan ingibitorlarning himoyalash darajasi, adsorbsion muvozanat konstantasi va to‘la qoplanish darajasi hisoblandi. Natriy-karboksimetilselluloza va azot, fosforli birikmalar asosidagi yashil korroziya ingibitorlari po‘lat sirtida turli muhitda boshlang‘ich moddaning tarkibi va strukturasidan butkul farq qiladigan himoya qavatlar hosil qilishi hamda ular aralash mexanizmli ingibitorlar sifatida ta’sir qilib, anod va katod jarayonlarini sekinlashtirishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Холиков А.Ж. Защита углеродистой стали различных ингибиторов в имитате пластовой воды // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. -2013. – №.11-1. – С. 52-53.
2. Широков В.А. Исследование и разработка модификаций полисахаридных реагентов для повышения качества промывочных жидкостей при строительстве нефтяных и газовых скважин: автореф. дис. канд. техн. наук: 25.00.15 // Краснодар, 2010. – С.25.
3. Холиков А.Ж., Акбаров Х.И. Новые аминосодержащие ингибиторы коррозии стали для пластовых вод // Коррозия: материалы, защита. -2014. -№10. – С. 30-34.
4. Сидиков Т.З., Холиков А.Ж., Акбаров Х.И., Тиллаев Р.С. Электрохимические и защитные свойства некоторых водорастворимых полиэлектролитов //“Юқори молекулали бирикмалар кимёси ва изикаси”. Ёш олимлар илмий анжумани. Тез. тўплами. Ташкент, 2002. – Б. 59-60.
5. Eshmamatova N.B., Qurbanova L.M., Khamidov A.M. Mechanism of protection metals from corrosion by nitrogen and phosphorus containing inhibitors in various mediums // International Conference on Electro-physics and Information Technology Applications. Scopus konf. -2024. – P.150-169.

ISSN 3030-3907

6. Akbarov Kh.I., Eshmamatova N.B., Fayzullaev N.I., Kalyadin V.G., Azimov L.A. // Synthesis and Physico-Chemical Properties of Oligomeric Inhibitors of Corrosion on the Base of Nitrogen, Phosphorous-Containing Compounds / International Journal of Advanced Science and Technology. -2020. -V.29. -№.5.– P. 6489-6506.
7. Kaur J., Daksh N., Saxena A. Corrosion Inhibition Applications of Natural and Eco-Friendly Corrosion Inhibitors on Steel in the Acidic Environment: An Overview //Arabian Journal for Science and Engineering. Arabian, 2021. – P. 1-18.
8. M. Elayyachy, A. El Idrissi, B.Hammouti, Новые тиосоединения в качестве ингибитора коррозии стали в 1M HCl, Corros. Sci.48. -2006.– P. 2470–2479.
9. Gomes M.P., Costa I., Pebere N., Rossi J.L., Tribollet B., Vivier V. On the corrosion mechanism of Mg investigated by electrochemical impedance spectroscopy // Electrochimica Acta. -2019. 306. – P. 61-70.
10. Lei L., Shi J., Wang X., Liu D., Xu H. Microstructure and electrochemical behavior of cerium conversion coating modified with silane agent on magnesium substrates // Applied Surface Science. -2016. 376. – P. 161-171.
11. Musdalslien U.I., Standal N.A., Johansen J.G., Oehme M. Pilot plant tests with a wet electrostatic precipitator for reducing PCDD/PCDF in corrosive off-gas from magnesium production // Chemosphere. 1991. 23.(8-10).– P. 1097-1108.
12. Bao, Y., et al. Salt-responsive ZnO microcapsules loaded with nitrogen-doped carbon dots for enhancement of corrosion durability // Journal of Materials Science. -2021. -№.56(8). –P. 5143-5160.
13. Qurbanova L.M, Valiyeva Sh.M, Eshmamatova N.B, Akbarov H.I Natriy-karboksimetilselluloza asosidagi ingibitorlar samaradorligi // Funksional polimerlarning fundamental va amaliy jihatlari. Toshkent, 2023. Xalqaro ilmiy-amaliy konf. – B. 957-961.
14. Qurbanova L.M., Eshmamatova N.B., Akbarov Kh.I. Physico-chemical properties inhibitors of corrosion on the base of nitrogen, phosphorous-containing compounds // Uzbekistan-Japan International Conference «Energy- Earth-Environment Engineering», -2023. Uzbek-Japan Innovation Center of Youth. – Tashkent. – P. 82.

ISSN 3030-3907

ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЛИФТОВЫХ ШАХТ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ЭНЕРГОДИССИПАТИВНЫХ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ НАПРАВЛЯЮЩИХ И ПОДАТЛИВЫХ СОЕДИНЕНИЙ РЕЛЬСОВ.

Назарова Матлюба Кудратовна
Ташкентский архитектурно-строительный университет, (Узбекистан) Доц.
Олимхон Хондамир Осимхон угли
Ташкентский архитектурно-строительный университет, (Узбекистан)

Аннотация. Землетрясения 6 февраля 2023 года в Турции показали, что лифтовые системы остаются одной из наиболее уязвимых инженерных подсистем многоэтажных зданий при сильных сейсмических воздействиях. Даже в случаях, когда здание сохраняет общую несущую способность, лифты часто теряют работоспособность вследствие деформации направляющих, повреждения кронштейнов, отказа роликовых башмаков, нарушения канатно-блочной схемы и схода противовеса. На основе анализа последствий землетрясения Кахраманмараш 2023 года, материалов FEMA, исследований MCEER и требований EN 81-77:2022 в настоящей работе предлагается концепция повышения сейсмостойкости лифтовых шахт за счет внедрения энергодиссипативного узла крепления направляющих, ограниченно податливого стыка секций рельсов и дополнительного страховочного антидерейлингового элемента для противовеса. Предполагается, что такой подход позволит уменьшить пиковые усилия в кронштейнах и направляющих, снизить риск локального изгиба рельсов и повысить остаточную работоспособность лифта после землетрясения. Предложенное решение носит исследовательский характер и требует последующей численной и экспериментальной верификации.

Ключевые слова: лифтовая шахта, сейсмостойкость, направляющие лифта, энергодиссипация, межэтажные перемещения, кинематическая совместимость, противовес, антидерейлинговые устройства.

Abstract. The earthquakes of February 6, 2023, in Turkey demonstrated that elevator systems remain one of the most vulnerable engineering subsystems in multi-story buildings under strong seismic actions. Even in cases where the building retains its overall load-bearing capacity, elevators often lose functionality due to deformation of guide rails, damage to brackets, failure of roller guides, disruption of the rope-pulley system, and derailment of the counterweight. Based on the analysis of the consequences of the 2023 Kahramanmaraş earthquakes, as

ISSN 3030-3907

well as materials from FEMA, studies by MCEER, and the requirements of EN 81-77:2022, this study proposes a concept for improving the seismic resistance of elevator shafts through the implementation of an energy-dissipative guide rail fixing node, a semi-flexible joint between rail sections, and an additional safety anti-derailing device for the counterweight. It is assumed that this approach will reduce peak forces in brackets and guide rails, decrease the risk of local rail buckling, and improve the residual operability of elevators after an earthquake. The proposed solution is conceptual in nature and requires further numerical and experimental validation.

Keywords: elevator shaft, seismic resistance, elevator guide rails, energy dissipation, inter-story drift, kinematic compatibility, counterweight, anti-derailing devices.

Annotatsiya. 2023-yil 6-fevralda Turkiya hududida sodir bo‘lgan zilzilalar ko‘p qavatli binolarda lift tizimlari kuchli seysmik ta’sirlar ostida eng zaif muhandislik tizimlaridan biri ekanligini ko‘rsatdi. Hatto bino umumiy yuk ko‘tarish qobiliyatini saqlab qolgan hollarda ham, liftlar ko‘pincha yo‘naltiruvchi relslarning deformatsiyasi, kronshteynlarning shikastlanishi, rolikli tayanchlarning ishdan chiqishi, arqon-blok tizimining buzilishi va qarshi yukning relsdan chiqib ketishi sababli ishlamay qoladi. Ushbu ishda 2023 Kahramanmaraş earthquakes oqibatlari tahlili, FEMA materiallari, MCEER tadqiqotlari hamda EN 81-77:2022 talablari asosida lift shaxtalarining seysmik barqarorligini oshirish konsepsiyasi taklif etiladi. Ushbu konsepsiya yo‘naltiruvchi relslarni mahkamlashda energiya yutuvchi (dissipativ) tugunni qo‘llash, rels seksiyalari orasida cheklangan elastik bo‘g‘in yaratish hamda qarshi yuk uchun qo‘shimcha relsdan chiqishga qarshi himoya elementini joriy etishni nazarda tutadi. Taxmin qilinishicha, ushbu yondashuv kronshteynlar va yo‘naltiruvchi relslardagi maksimal kuchlanishlarni kamaytiradi, relslarning lokal bukilish xavfini pasaytiradi hamda zilzilaladan keyin liftning ishlash qobiliyatini yaxshilaydi. Taklif etilgan yechim ilmiy-tadqiqot xarakteriga ega bo‘lib, keyinchalik sonli va eksperimental tekshiruvni talab qiladi.

Kalit so‘zlar: lift shaxtasi, seysmik barqarorlik, lift yo‘naltiruvchi relslari, energiya dissipatsiyasi, qavatlararo siljish, kinematik moslik, qarshi yuk (protivoves), relsdan chiqishga qarshi qurilmalar.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Лифтовая шахта в современном многоэтажном здании представляет собой не только технологическое пространство для вертикального транспорта, но и важный конструктивно-функциональный элемент, связанный с ядром жесткости здания. Во многих общественных, жилых и больничных зданиях зона лифтовой шахты включена в систему стен сдвига

ISSN 3030-3907

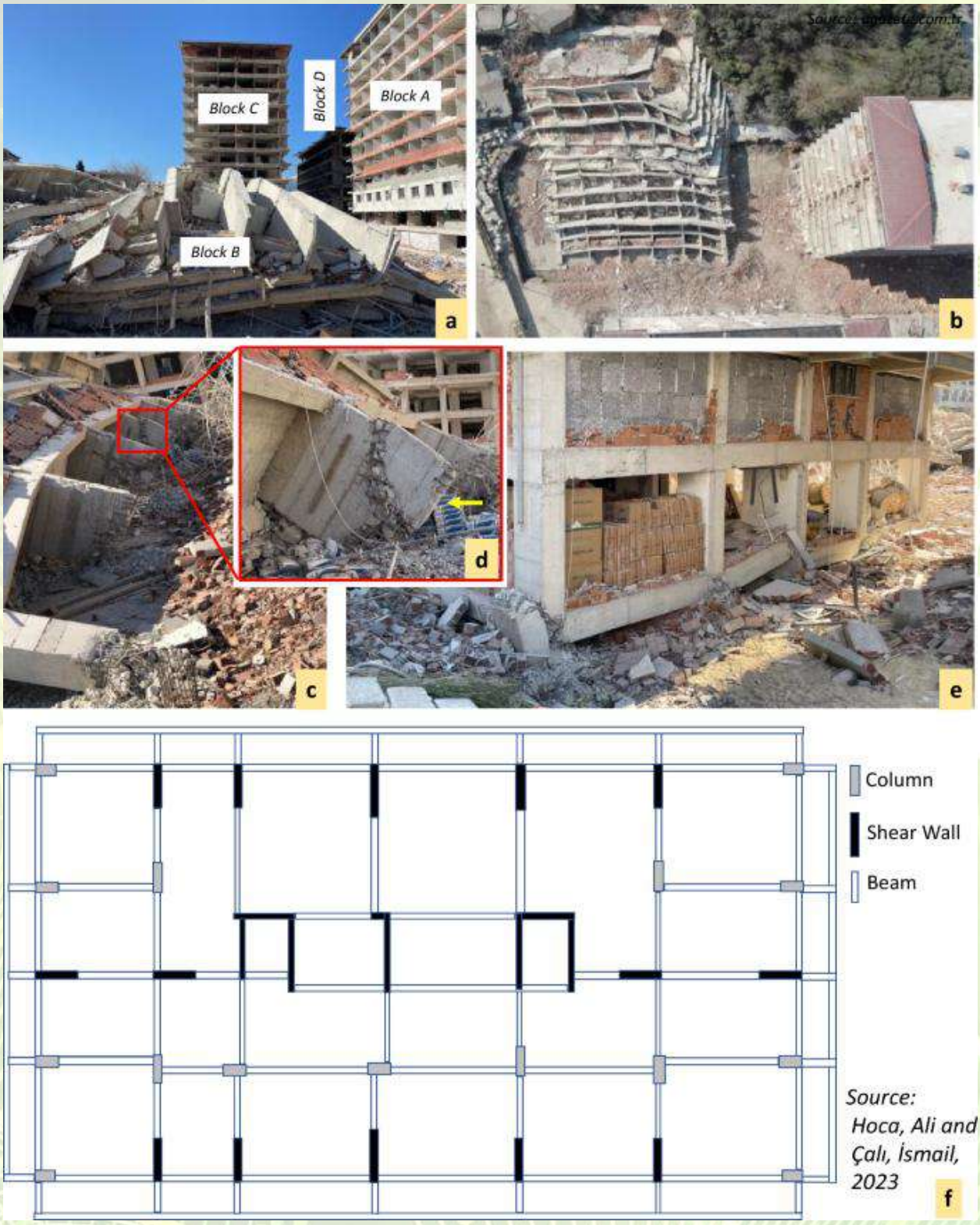
или примыкает к ней, поэтому ее деформационное состояние во время землетрясения определяется общей работой несущей системы.

Последовательность землетрясений Кахраманмараш 6 февраля 2023 года стала одним из наиболее значимых современных примеров, показавших, что отказ инженерных систем может резко снижать эксплуатационную пригодность объектов даже без полного разрушения здания. Для лифтов это выражается в остановке движения, застревании кабин, повреждении направляющих, отказе дверных узлов и риске схода противовеса.



Современные нормативные документы, в частности EN 81-77:2022, ориентированы не только на предотвращение гибели и травмирования людей, но и на уменьшение повреждаемости лифтов и сокращение числа систем, выводимых из эксплуатации после землетрясения. Следовательно, задача повышения сейсмостойкости лифтовых шахт должна рассматриваться шире, чем простая проверка прочности отдельных деталей. Необходим анализ совместной работы системы «стена шахты - анкер - кронштейн - направляющая - башмак - противовес/кабина».

ISSN 3030-3907



2. Анализ характерных повреждений лифтовых систем при землетрясениях

По данным FEMA, MCEER и полевых обследований после сильных землетрясений наиболее уязвимыми элементами лифтовой системы являются направляющие кабины и противовеса, кронштейны и зажимы их крепления, роликовые башмаки, канаты, ограничители скорости и зоны

ISSN 3030-3907

стыковки рельсов. Особую опасность представляет сход противовеса, поскольку именно противовес является наиболее тяжелой подвижной частью системы и способен вызвать вторичные удары и каскадные повреждения.

Полевое обследование лифтов после серии землетрясений 6 февраля 2023 года, выполненное в Малатье, зафиксировало повреждения кронштейнов направляющих, сход противовесов с рельсов, повреждения канатов и ограничителей скорости, а также случаи столкновения противовеса с кабиной. Авторы исследования отмечают, что почти все обследованные лифты не были спроектированы и смонтированы по EN 81-77, что подчеркивает значение специальных сейсмических требований.

Инженерный анализ показывает, что даже небольшие межэтажные относительные перемещения могут приводить к потере соосности направляющих. Если крепления являются слишком жесткими, то деформации здания почти без фильтрации передаются на рельсы. В результате в кронштейнах возникают локальные перегрузки, в направляющих - дополнительные изгибающие моменты, а в роликовых башмаках - неблагоприятные эксцентриситеты и зазоры.

3. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Традиционный подход к креплению направляющих ориентирован преимущественно на обеспечение жесткости и геометрической неизменяемости в штатной эксплуатации. Однако при сильном сейсмическом воздействии чрезмерно жесткая связь между направляющей и стеной шахты может становиться источником повышенных внутренних усилий. По сути, рельс начинает одновременно воспринимать инерционную нагрузку от противовеса или кабины и навязанные перемещения от деформирующегося здания.

Следовательно, ключевая инженерная проблема состоит в несовместимости перемещений здания и лифтовой системы. Усиление кронштейна без изменения характера его работы не всегда ведет к реальному снижению повреждаемости. В ряде случаев это лишь переносит отказ в другой, более чувствительный элемент системы. Поэтому целесообразно переходить от концепции абсолютно жесткого крепления к концепции контролируемо податливого и демпфируемого соединения.

4. ЦЕЛЬ, ОБЪЕКТ, ПРЕДМЕТ И ГИПОТЕЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является разработка конструктивного решения по повышению сейсмостойкости лифтовых шахт за счет применения энергодиссипативных узлов крепления направляющих и ограниченно

ISSN 3030-3907

податливых соединений рельсов, адаптированных к межэтажным перемещениям здания при землетрясении.

Объект исследования - лифтовые шахты и направляющие системы лифтов в многоэтажных зданиях, эксплуатируемых в сейсмических районах. Предмет исследования - напряженно-деформированное состояние узлов крепления направляющих, стыков рельсов и страховочных элементов противовеса при сейсмических воздействиях.

Рабочая гипотеза заключается в том, что введение локальных энергодиссипативных и ограниченно податливых элементов в систему крепления направляющих позволит снизить пиковые усилия в кронштейнах и рельсах, уменьшить вероятность схода противовеса и повысить остаточную работоспособность лифтовой системы после землетрясения.

5. ПРЕДЛАГАЕМОЕ ИНЖЕНЕРНОЕ РЕШЕНИЕ

В настоящей работе предлагается комплексное решение, включающее три взаимосвязанных элемента: энергодиссипативный узел крепления направляющей к стене шахты, ограниченно податливый стык секций рельсов и антидерейлинговый страховочный элемент противовеса. Концепция направлена не только на увеличение несущей способности, но и на снижение требуемого отклика системы за счет локального перераспределения деформаций и рассеяния энергии.

5.1. Энергодиссипативный узел крепления направляющих

Предлагаемый узел включает базовую анкерную плиту, жестко соединенную со стеной шахты; промежуточную подвижную пластину с малыми направляющими пазами; демпфирующий элемент; а также ограничитель перемещений. В обычном эксплуатационном режиме узел должен обеспечивать достаточную жесткость и сохранять точное положение направляющей. В сейсмическом режиме допускается малое контролируемое относительное смещение между стеной и кронштейном при одновременном рассеянии части энергии.

В качестве демпфирующего элемента могут быть рассмотрены три исследовательских варианта: вискоэластическая вставка, фрикционный пакет с заранее заданным усилием проскальзывания или тонкий металлический пластинчатый элемент с контролируемой пластической работой. Выбор конкретной схемы должен определяться результатами моделирования и испытаний.

5.2. Податливый стык секций направляющих

Обычный жесткий стык рельсов представляет собой зону концентрации напряжений, особенно при дифференциальных перемещениях

ISSN 3030-3907

соседних этажей. Для снижения этого эффекта предлагается рассмотреть вариант полуподатливого стыка с фрикционной или упруго-податливой вставкой малого хода. В штатной эксплуатации такой стык должен оставаться практически жестким, а при землетрясении - перерабатывать малое относительное смещение без мгновенной концентрации усилий в одном сечении.

5.3. Антидерейлинговый элемент для противовеса

Поскольку сход противовеса остается одним из наиболее опасных отказов, целесообразно предусмотреть дополнительный страховочный удерживающий элемент, который не влияет на нормальную работу, но ограничивает выход роликового башмака за критическое положение при сильном поперечном импульсе. Такой элемент может быть выполнен в виде дополнительной удерживающей скобы, страховочной губки или профильного ограничителя.

5.4. Принцип ожидаемой работы системы

Предлагаемая система должна функционировать как локальный сейсмозащитный «предохранитель». При малых воздействиях она сохраняет эксплуатационную жесткость, а при сильном землетрясении снижает пиковые усилия, перераспределяет деформации и ограничивает вероятность развития каскадного отказа. Такой подход потенциально позволяет перевести работу системы из режима хрупкого локального повреждения в режим контролируемой ограниченной податливости.

6. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТРАДИЦИОННОГО И ПРЕДЛАГАЕМОГО ПОДХОДОВ

Для предварительного инженерного обоснования предлагаемой концепции целесообразно сопоставить логику работы традиционной системы и системы с локальной податливостью и демпфированием.

Таблица 1

Критерий	Традиционное жесткое крепление	Усиленное жесткое крепление	Предлагаемое демпфируемое крепление
Работа при эксплуатации	Высокая точность	Высокая точность	Высокая точность при корректном подборе
Реакция на дрейф зданий	Передача деформаций почти напрямую	Передача деформаций почти напрямую	Частичная фильтрация и перераспределение

ISSN 3030-3907

Риск локальной перегрузки кронштейна	Повышенный	Очень высокий при переусилении	Сниженный за счет податливости
Риск схода противовеса	Сохраняется	Сохраняется	Дополнительно ограничивается страховочным элементом
Послеаварийная работоспособность	Низкая	Низкая или средняя	Потенциально выше

7. МЕТОДИКА ДАЛЬНЕЙШЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Для проверки рабочей гипотезы целесообразно сформировать расчетную модель системы «стена шахты - анкерный узел - кронштейн - направляющая - роликовый башмак - противовес». В модели необходимо рассмотреть как минимум три варианта: традиционное жесткое крепление, усиленное жесткое крепление и энергодиссипативное крепление с ограниченным ходом.

На первом этапе рекомендуется выполнить численный анализ по критериям: максимальные усилия в кронштейнах, изгибающие моменты в направляющих, относительные смещения рельсов, остаточные деформации и показатели риска схода противовеса. На втором этапе целесообразны квазистатические циклические испытания опытного узла для получения диаграммы «сила - перемещение», оценки гистерезиса и деградации жесткости. На третьем этапе желательны укрупненные динамические испытания на виброплатформе или с эквивалентным динамическим воздействием.

Итогом исследования должны стать рациональные параметры податливости, демпфирования и предельного хода, а также рекомендации по применению решения в новых и существующих лифтовых системах.

Программа верификации предлагаемого решения

Таблица 2

Этап	Метод	Что оценивается	Результат
1	Численное моделирование	Усилия в кронштейнах, моменты в рельсах, относительные смещения	Сравнение вариантов узлов

ISSN 3030-3907

2	Квазистатические циклические испытания	Гистерезис, остаточные деформации, деградация жесткости	Параметры демпферования
3	Динамическое испытание фрагмента системы	Работа узла при импульсивном воздействии и риск схода	Подтверждение работоспособности
4	Инженерное обобщение	Подбор диапазонов хода, жесткости и усилий срабатывания	Проектные рекомендации

8. НАУЧНАЯ НОВИЗНА

Научная новизна предлагаемой работы заключается в переходе от традиционной концепции жесткого крепления направляющих к концепции контролируемо податливого энергодиссипативного соединения. В отличие от обычного усиления кронштейнов, предлагаемый подход ориентирован на снижение самого уровня сейсмического воздействия, передаваемого на наиболее уязвимые элементы лифтовой системы.

Новизна может быть сформулирована следующим образом: разработана концепция сейсмозащитного узла крепления направляющих лифта к стенам шахты, основанная на сочетании локальной податливости, энергодиссипации и аварийного ограничения перемещений, что потенциально позволяет снизить пиковые усилия в кронштейнах и направляющих, уменьшить риск схода противовеса и повысить остаточную работоспособность лифтовой системы после землетрясения.

9. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Практическая значимость работы состоит в возможности использования предложенной концепции при проектировании новых лифтовых систем в сейсмических районах и при модернизации существующих лифтов. Особенно перспективным представляется применение решения в зданиях общественного назначения, больницах и жилых высотных зданиях, где сохранение вертикального транспорта после землетрясения имеет функционально критическое значение.

Предлагаемое решение ориентировано на ретрофит наиболее уязвимых мест системы - узлов крепления направляющих, зон стыков рельсов и страховочных элементов противовеса. Это повышает его прикладной

ISSN 3030-3907

потенциал по сравнению с решениями, требующими полной замены лифтового оборудования.

10. ВЫВОДЫ

1. Землетрясение Кахраманмараш 2023 года и последующие полевые обследования подтвердили высокую уязвимость лифтовых систем к межэтажным деформациям и сильным горизонтальным ускорениям.

2. Основной механизм отказа связан не только с повреждением шахты как ограждающей конструкции, но и с нарушением совместной работы системы «стена шахты - кронштейн - направляющая - башмак - противовес».

3. Перспективным направлением является переход от полностью жестких узлов к энергодиссипативным и ограниченно податливым соединениям, способным уменьшать пиковые усилия и перераспределять деформации.

4. В качестве концептуального решения предложены: энергодиссипативный узел крепления направляющих, податливый стык секций рельсов и антидерейлинговый элемент для противовеса.

5. Окончательная инженерная применимость решения должна быть подтверждена численными и экспериментальными исследованиями в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Предлагается новое конструктивное решение по повышению сейсмостойкости лифтовых шахт, включающее энергодиссипативный узел крепления направляющих к стенам шахты, податливое соединение секций рельсов и страховочный антидерейлинговый элемент для противовеса. В отличие от традиционного жесткого крепления, предложенная система обеспечивает контролируемую податливость и ограничение перемещений при землетрясении, что потенциально снижает пиковые усилия в элементах направляющей системы и уменьшает вероятность аварийного отказа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. USGS. The 2023 Kahramanmaraş, Turkey Earthquake Sequence. https://earthquake.usgs.gov/storymap/index-turkey2023.html

2. USGS. M 7.8 - Pazarcik earthquake, Kahramanmaraş earthquake sequence. 2023. https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jllz/executive

2. USGS. M 7.5 - Elbistan earthquake, Kahramanmaraş earthquake sequence. 2023. https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000jlqa/executive

3. EN 81-77:2022. Safety rules for the construction and installations of lifts - Part 77: Lifts subject to seismic conditions. https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/5a89dfc3-f8c6-4ee2-9f38-0f6c08a1f18c/en-81-77-2022

ISSN 3030-3907

4. SIST EN 81-77:2022 preview PDF, clause 5.2 Lift well. https://cdn.standards.iteh.ai/samples/70895/c5acea4d39654c06a7d2c39530eb8705/SIST-EN-81-77-2022.pdf
5. Çelik F., İmrak C.E., Targıt S. A Field Study on the Damage of Elevators After the Twin Earthquakes. Elevator World, 2024. https://elevatorworld.com/article/a-field-study-on-the-damage-of-elevators-after-the-twin-earthquakes/
6. EERI. Impact of the Kahramanmaraş Earthquakes on Hospitals: A Preliminary Report from the EERI Lifelines Reconnaissance Team. 2023. https://www.eeri.org/about-eeri/news/16133-impact-of-the-kahramanmaras-earthquakes-on-hospitals-a-preliminary-report-from-the-eeri-lifelines-reconnaissance-team
7. FEMA E-74. Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage - Mechanical, Electrical and Plumbing Components. Elevator systems section. https://femae74.atcouncil.org/docman/abbreviated/section-6-4/68-62-femae-74-chapter6-4-10-2
8. Singh M.P., Rildova, Suarez L.E. Seismic Behavior of Rail Counterweight Systems of Elevators in Buildings. MCEER-02-0002. 2002. https://www.eng.buffalo.edu/mceer-reports/02/02-0002.pdf

ISSN 3030-3907

УДК 622.235

БУРОВЗРЫВНАЯ ПОДГОТОВКА К ВЫЕМКЕ И ПРИМЕНЕНИЕ В ПРОМЫШЛЕННОСТИ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

Меликулов Абдусаттар Джаббарович.
ООО «Спецуправления-№75», г. Ташкент.
Шамаев Мурат Курбанбаевич.
Алмалыкский Государственный технический институт г. Алмалык.
Убайдуллаев Мехриддин Хусниддин угли
Алмалыкский Государственный технический институт г. Алмалык.

Аннотация. В промышленности карбонатная порода известняк используется в многих производственных процессах. Но прежде чем использовать их надо разрабатывать. В этой работе приведены сведения о разработке известняковых месторождений и применение известняка в различных отраслях промышленности.

Ключевые слова. рыхлитель, известняк, бульдозер, складирование, негабарит, доломит, удельный расход, добыча, отбойка, экскаватор, буровзрывной способ, карбонатные породы, шарошечное бурение, ударно-вращательное бурение.

Annotatsiya. Karbonat tog‘ jinsi ohaktosh sanoatda ko‘p jarayonlarda ishlatiladi. Ammo lekin uni ishlatishdan oldin qazib olish kerak. Bu ishda ohaktosh konlarini qazib olish va sanoatning har xil sohalarida qo‘llanilishi to‘g‘risida ma’lumotlar berilgan.

Kalit so‘zlar: yumshatgich, ohaktosh, buldozer, omborga joylash, nogabarit bo‘lak, dolomit, solishtirma sarfi, qazib olish, tog‘ jinsini qulatib olish , ekskavator, burg‘ulash-portlatish usuli, karbonat jinslar, sharoshkali burg‘ulash , zarbli-aylanma burg‘ulash.

Abstract. Limestone, a carbonate rock, is used in many industrial processes. However, before it can be used, it must be mined. This work provides information on the mining of limestone deposits and their use in various industries.

Keywords. softener, limestone, bulldozer, stockpiling, oversized piece, dolomite, specific gravity, mining, rock demolition, excavator, drilling and blasting, carbonate rocks, auger drilling, percussive drilling.

ВВЕДЕНИЕ.

Как и для любого типа месторождения, при работе на известняковых карьерах существует своя специфика разработки месторождения. Особенности буровзрывных работ на известняковых карьерах обусловлены требованиям к получаемому материалу и последующей обработки горной массы на предприятиях.

ISSN 3030-3907

Известняк преимущественно добывается в карьерах открытым способом. Известняк без глинистых или песчаных примесей встречается редко. Полускальные породы, а именно – известняки, требуют проведения предварительных подготовительных работ до начала процесса выемки. Добыча известняка осуществляется преимущественно буровзрывным способом, иногда добыча производится с помощью рыхлителей и бульдозеров. Наиболее важным показателем степени дробления горной массы обычно считается выход негабаритной кусковой фракции, от чего зависит надежность работы и производительность погрузочно-транспортного оборудования, а также затраты на вторичное дробление для складирование негабаритов. На карьерах разных горнодобывающих отраслей предъявляются разные требования в части негабаритов. Например, на карьерах железорудной промышленности при удельном расходе взрывчатых веществ на отбойку в пределах от 0,6 до 1,25 кг/м3 выход негабаритов изменялся обычно в пределах от 0,5% до 2-3%. На карьерах по добыче известняков, доломитов при удельном расходе от 0,5 до 0,8кг/м3 выход негабаритов изменялся в пределах от 3% до 6-7 % [1] . Проблеме оптимизации степени дробления посвящено довольно много работ, в частности, таких крупных ученных, как академики Н.В.Ржевский и Н.В.Мельников, профессора, доктора наук Г.И.Покровский, А.Н.Ханукаев, В.Н.Мосинец, Б.Н.Кутузов и многие другие. Наиболее полно проблему оптимизации степени дробления горных пород при взрывных работах на карьерах исследовал профессор Б.Н.Кутузов, который исходил из того, что увеличение удельного расхода взрывчатого вещества на отбойку обеспечивает повышение качества дробления горной массы, способствует снижению выхода негабаритов, увеличению производительности экскаваторов, транспортных средств и механизмов первичной обработки добытой горной массы, но требует существенного увеличения затрат на буровзрывные работы[2]. Поэтому он считает, что необходимо обеспечивать такую степень дробления горных пород, при которой эксплуатационные затраты на единицу продукции по всему комплексу добычи и механического дробления первой стадии были минимальными. Особенно важно учитывать некоторые свойственные факторы в условиях открытой разработки месторождений известняков, доломитов и других строительных материалов на которых в зависимости от степени дробления горной массы может сильно измениться не только выход негабаритов, но и выход некондиционной мелочи после отбойки. Тип и мощность бурового оборудования, применяемого при разработке карбонатных месторождений, зависят главным

ISSN 3030-3907

образом от прочности и структуры пород в массиве и производственной мощности карьера[3]. Широкий диапазон прочностных характеристик карбонатных массивов предопределяет возможность эффективного применения буровых станков вращательных (шнековых), шарошечных и ударно-вращательных (пневмоударных). В настоящее время для бурения крепких карбонатных пород все чаще применяют станки шарошечного бурения. Причина роста популярности шарошечного бурения заключается в том, что тот способ демонстрирует хорошую производительность. Это подтверждают данные по годовой выработке горной массы на станок, которая в среднем превышает 200 тыс. м3. Однако необходимо отметить, что эффективное применение станков шарошечного бурения возможно лишь на предприятиях, имеющих достаточно высокую производственную мощность (не менее 400 тыс. м3 в год).

Буровзрывной способ разрушение сопровождается большим перемешением и перераспределением горной массы[4]. В настоящее время на большинстве горнодобывающих предприятий проектируемые параметры буровзрывных работ являются ориентировочными и объязательно должны быть скорректированы по результатам проведения опытно-промышленных взрывов в конкретных горно-геологических условиях того или иного карьера. Одним из главных параметров при оценке результатов взрывного дробления горных пород на карьерах является оценка среднего размера куска в развале. Знание зависимости этой величины от параметров буровзрывных работ и свойств горных пород позволяет надежно рассчитывать не только технико-экономические показатели буровзрывных работ на предприятиях, но и решать такие задачи горного производства – проектирование, выбор горного оборудования на карьерах и т.д. При этом стоит отметить, что буровзрывной метод занимает лидирующую позицию. Если в процессе взрыва остались довольно крупные куски, то для их измельчения применяют накладные, шпуровые заряды или специальные бутобои[5]. В некоторых случаях для удешевления добычи отказываются от взрывных работ и добычу ведут с помощью специальных рыхлителей, устанавливаемых на мощных тракторных тягачах. Их применение позволяет решить две важные задачи комплексного использования недр: организацию селективной отработки скальных пород различного качества и добычи сырья в охранных зонах, где применение взрывных работ недопустимо. Эффективность рыхления зависит от крепости породы, степени её трещиноватости, мощности двигателя рыхлительно-бульдозерного агрегата, суммарной массы и тягового усилия. За рубежом на многих предприятиях взамен взрывного метода также

ISSN 3030-3907

применяется механическое рыхление. Месторождения известняков «Джамансай» расположено на территории Берунийского района Республики Каракалпакстан в 90 км. к юго-востоку от г.Нукуса в 40 км. севернее г.Беруний.



Рисунок 1. Погрузка в автотранспорт на карьере известнякового месторождения «Джамансай».

В связи с принятием решения о строительстве Кунградского содового завода, по распоряжению Кабинета Министров Республики Узбекистан № 75-Ф от 6.03.1992г. запасы разведанного месторождения в 1992-94гг. были переоценены комплексной горногеологической экспедицией АК «Узкурилишматериаллари» согласно требований к карбонатному сырью для содового производства. Постановлением Президента Республики Узбекистан №ПП-199 от 13.10.2005г. «О мерах по развитию сыревой базы Кунградского содового завода выполнение комплекса работ по обустройству месторождения известняков «Джамансай» по добыче сырья, для Кунградского содового завода (п.4.ст.1) возложена ОАО «Алмалыкский ГМК» который приказом №1241 от 07.10.2005. разработан план развития горных работ на 2006г. согласовано Госинспекцией «Саноатконтехназорат» РУз, и в 1 квартале 2006г.проводились вскрытие и подготовка запасов к добыче, а добычные работы начаты со 2 квартала 2007г. Учкулачском рудоуправлением ОАО «Алмалыкского ГМК». С 1 октября 2007 года разработка карьера передана Кунградскому содовому заводу. Буровзрывные работы производятся по договору организациями имеющий лицензии на право производства взрывных работ. Руководства буровзрывных работ возлагается на начальника участки подрядной организации производящий

ISSN 3030-3907

буровзрывные работы который является ответственным лицом за качеством и безопасным ведениям буровзрывных работ[6].

Акционерное общество "Ахангаранцемент" расположено в промышленной зоне г. Ахангарана Ташкентской области, в 50 км от столицы Республики Узбекистан г. Ташкента. Предприятие является одним из крупнейших заводов республики по производству цемента. Оно пущено в эксплуатацию и начало производит продукцию с 27 декабря 1961 года. Сырьевой базой АО «Ахангаранцемента» является Карахтайское месторождение известняков и расположенный в 3,5 км от него левобережный участок Шавазсайского месторождения.



Рисунок 2. Погрузка в автотранспорт на карьере известнякового месторождение Карахтайское.

Отработка участка по традиционной технологии горных работ с использованием буровзрывного рыхления осложнена наличием вдоль западной границы участка жилых строений. Буровзрывные работы, применяемые в карьере, выполняются по новой технологии, позволяющей достичь полного отсутствия ударной воздушной волны и минимального уровня сейсмического воздействия. При проведении работ взрывы в скважинах происходят не параллельно, а поэтапно, что снижает громкость звука и колебания[7]. Метод используется для обеспечения сейсмической безопасности зданий населенного пункта вблизи карьера.

На месторождения известняков Саук-булак АО «Алмалыкским ГМК» отрабатываются запасы для обеспечения технологического процесса известью. Саук-булакское месторождение эксплуатируется АО «Алмалыкским ГМК» с 1985г..Саук-булакское месторождение известняков расположено на территории Пскентского района Ташкентской области и

ISSN 3030-3907

находится в предгорной части северных склонов Кураминского хребта. Месторождение приурочено к карбонатному массиву Тутбулак, являющимся северным ответвлением Саук-булакского массива карбонатных пород. Месторождение занимает площадь 0,16 км2 на южных склонах Тутбулакского массива.



Рисунок 3. Погрузка в автотранспорт на карьере известняков Саук-булак.

В строении месторождения принимают участие: доломитизированные известняки средне-верхнего девона, известняки турнейского и визейского ярусов нижнего карбона, туфогенные породы с прослоями известняков Минбулакской свиты нижнесреднего карбона, андезитовые порфириты акчинской свиты среднего карбона, дайки сиенитов предположительно средне карбонового возраста и четвертичные отложения. Полезная толща представлена известняками нижнего карбона, среди которых выделяются "чистые", окремненные и мраморизованные разности [8]. Принятая система разработки - транспортная, с вывозом породы на внешние отвалы. Физико-механические свойства пород месторождения, валовый способ выемки известняков, а также принятая транспортная система разработки и применение на погрузке экскаватора ЭКГ-5А позволяют принять высоту уступа 10м, наиболее распространенную в практике разработки карьеров стройматериалов. Добыча известняка осуществляется с помощью буровзрывных работ. На каждый взрыв составляется проект, где четко рассчитывается количество скважин, масса взрывчатки в каждой скважине, показывается безопасная зона. Взрыв очень опасное дело, в котором необходима дисциплина и контроль, поэтому во время проведения взрывных работ на границах безопасной зоны стоят посты, которые перед взрывом

ISSN 3030-3907

докладывают о том, что в опасной зоне нет людей и техники, после чего взрывники начинают монтировать.

Применяются буровые станки СБУ-100 Г, сетка скважин 3х3 метров, глубина скважин в среднем составляет 13 метров. Применяются взрывчатое вещество ANFO(АС-96%+ДТ-4%) удельный расход которого составляет 1кг/мз. Применяются патроны Almanit массой по 1,2,3 килограмма. Взрывчатое вещество ANFO и патроны Almanit производство завода взрывчатых материалов АО «Алмалыкский ГМК». После проведения взрывных работ осуществляются экскавационные работы. При погашении уступов последние страиваются и через каждые 30м по высоте оставляются предохранительные бермы шириной 10м. Ширина рабочих площадок принята равной 40м, исходя из размещения на них навалов взорванных пород, горного и транспортного оборудования, а также автодороги [9]. Известь является очень популярным материалом для строительства и облицовки зданий. Однако она также широко используется в производстве цветных металлов. В частности, это белое вещество, получаемое обжиганием известняка, играет ключевую роль в цветной металлургии, особенно в обогащении руд цветных металлов таких как медь, золото, никель, цинк, кобальт и свинец. Известь также широко применяется во флотационных процессах на медных обогатительных фабриках АО «Алмалыкский ГМК». Кроме этого она необходима в производстве серной кислоты на цинковом и медеплавильном заводах. Столь востребованную продукцию для подразделений комбината производит известковый завод. В состав известкового завода входят карьер Саук-Булак и участок обжига руды. Технологический процесс переработки известняка заключается в первичном и вторичном дроблении в щековой и конусной дробилках, разделении на фракции в грохотах, транспортировке сырья на склад. После чего дроблённый известняк с помощью грейферного крана загружается в бункер и через питатель подаётся во вращающуюся печь, где производится его обжиг. Далее полученная порода карбонатная дроблённая обожженная негашеная, которая используется в качестве флотореагента для обогащения руды на обогатительных фабриках и для нейтрализации кислых стоков сернокислотных цехов медеплавильного и цинкового заводов, транспортируется на склад готовой продукции и уже оттуда направляется в цеха и подразделения комбината.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арипов А.Т.,Меликулов А.Д.,Шамаев М.К, Умедов Ш.Х.,Меликулов У.А.,Ойдинов М.Б.Особенности производства буровзрывных работ при

ISSN 3030-3907

разработке фосфоритового месторождения. Вестник науки и образования.Научно- методический журнал. №2.Ч.2.февраль 2024.С.8-16.
2. Заиров Ш.Ш., Мехмонов М.Р. Повышение качества дробления массива горных пород путем управления параметрами энергии взрыва. // Universum: технические науки: электрон.научн.журнал. – 2022. 3(96). – С. 26-29.
3. Насиров У.Ф., Заирова Ф.Ю., Равшанова М.Х., Мехмонов М.Р. Исследование влияния взрывных работ в приконтурной зоне карьера на состояние откосов уступов // Горный вестник Узбекистана. – 2023. №2(93). – С.14-17.
4. Шамаев М.К., Алимов Ш.М Обеспечение устойчивости бортов при ведении буровзрывных работ. Central Asian Journal of Theoretical and Applied Science April 2021, С.83-88.
5. Заиров Ш.Ш.,Худойбердиев О.Ж.,Сапаров М.А.,Мавлянов А.А.,Мехмонов М.Р. Математическое моделирование и анализ влияния обводнённости скважин на эффективность буровзрывных работ. Universum: технические науки: научный журнал. – № 1(142). Часть 3., М., Изд. «МЦНО», 2026. – С.76.
6. Носиров У.Ф.,Зоиров Ш.Ш.,Мавлянов А.А.,Гаибназаров Б.А.,Мехмонов М.Р. Исследование влияния обводнённости горного массива на эффективность буровзрывных работ и сейсмическое воздействие взрывов. Universum: технические науки: научный журнал. – № 1(142). Часть 4., М., Изд. «МЦНО», 2026. –С. 68.
7. Меликулов А.Д., Цой Ф.В.,Шамаев М.К.Эмульсияли портловчи моддалар асосий тавсифларининг таҳлили ва улардан карьерларда самарали фойдаланиш. MAY 2025/5. Devolepment of science ILMIY JURNAL. Volime 4 . 321-331 бетлар.
8. Шамаев, М. К., Ахмадов, А. У., Рахматуллаев, И. М., & Тоштемиров, У. Т. (2022). Известняк в природе, технология производства и некоторые их свойства при использовании. Arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali, 1 (4), 26–30. Arxitektura, muhandislik va zamonaviy texnologiyalar jurnali, 1(4), 26-30.
9. Шамаев, М. К., Ёрматов, О. Ш., & Тоштемиров, У. Т. (2023). Разработка известнякового месторождения Саук-Булак. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 12, 65-69.

ISSN 3030-3907

«УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ИННОВАЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Шаниязова Замира

Университет инновационных технологий Кафедра экономики и финансов в.и.о доцент PhD

E-mail: shaniyazovazamira@gmail.com

Аннотация. В данном исследовании анализируются вопросы совершенствования методологических основ государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления. В современных условиях глобализации и цифровой экономики эффективное развитие аграрного сектора требует внедрения инновационных подходов. В этой связи одним из актуальных вопросов является модернизация механизмов государственной поддержки и их пересмотр на основе принципов инновационного управления. В ходе исследования изучалась роль государственной политики в стимулировании инновационной деятельности сельскохозяйственных предприятий, механизмы финансовой поддержки, системы субсидирования и грантов, а также эффективность кредитных и страховых инструментов. Также был проанализирован практический смысл основных принципов инновационного управления – систематичности, гибкости, эффективности, управления рисками и цифровизации. Результаты показали, что для совершенствования системы государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий необходим комплексный подход, в котором важны внедрение инновационных технологий, улучшение инвестиционного климата и углубление институциональных реформ. По итогам исследования были разработаны научно-практические рекомендации по формированию эффективной модели государственной поддержки.

Ключевые слова: инновационное управление, сельское хозяйство, государственная поддержка, субсидирование, инвестиции, цифровые технологии, эффективность, аграрная политика.

Abstract. This study analyzes the improvement of the methodological foundations of state support for agricultural enterprises based on innovative management principles. In the current context of globalization and the digital economy, the effective development of the agricultural sector requires the implementation of innovative approaches. In this regard, one of the pressing issues is the modernization of state support mechanisms and their revision based on innovative

ISSN 3030-3907

management principles. The study examined the role of state policy in stimulating innovative activity in agricultural enterprises, financial support mechanisms, subsidy and grant systems, and the effectiveness of credit and insurance instruments. The practical implications of the key principles of innovative management—systematicity, flexibility, efficiency, risk management, and digitalization—were also analyzed. The results showed that improving the system of state support for agricultural enterprises requires a comprehensive approach that emphasizes the introduction of innovative technologies, improving the investment climate, and deepening institutional reforms. Based on the study's findings, scientific and practical recommendations for developing an effective model of state support were developed

Keywords: innovative management, agriculture, state support, subsidies, investments, digital technologies, efficiency, agricultural policy.

Annontatsiya. Ushbu tadqiqot qishloq xo‘jaligi korxonalarini innovatsion boshqaruv tamoyillariga asoslangan holda davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlashning metodologik asoslarini takomillashtirishni tahlil qiladi. Globallashuv va raqamli iqtisodiyotning hozirgi sharoitida qishloq xo‘jaligi sektorini samarali rivojlantirish innovatsion yondashuvlarni joriy etishni talab qiladi. Shu munosabat bilan, dolzarb masalalardan biri davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash mexanizmlarini modernizatsiya qilish va ularni innovatsion boshqaruv tamoyillari asosida qayta ko‘rib chiqishdir. Tadqiqotda qishloq xo‘jaligi korxonalarida innovatsion faoliyatni rag‘batlantirishda davlat siyosatining roli, moliyaviy qo‘llab-quvvatlash mexanizmlari, subsidiya va grant tizimlari, kredit va sug‘urta vositalarining samaradorligi o‘rganildi. Innovatsion boshqaruvning asosiy tamoyillari - tizimlilik, moslashuvchanlik, samaradorlik, xavflarni boshqarish va raqamlashtirishning amaliy oqibatlari ham tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, qishloq xo‘jaligi korxonalarini davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash tizimini takomillashtirish innovatsion texnologiyalarni joriy etish, investitsiya muhitini yaxshilash va institutsional islohotlarni chuqurlashtirishga urg‘u beradigan kompleks yondashuvni talab qiladi. Tadqiqot natijalari asosida davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlashning samarali modelini ishlab chiqish bo‘yicha ilmiy va amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: innovatsion boshqaruv, qishloq xo‘jaligi, davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash, subsidiyalar, investitsiyalar, raqamli texnologiyalar, samaradorlik, qishloq xo‘jaligi siyosati..

ВВЕДЕНИЕ.

Сегодня сельское хозяйство, как один из стратегических секторов экономики, играет важную роль в обеспечении продовольственной

ISSN 3030-3907

безопасности страны, повышении экспортного потенциала и улучшении уровня жизни населения. Особенно в условиях глобального изменения климата, ограниченности ресурсов и усиления рыночной конкуренции возрастает потребность во внедрении инновационных подходов в этой области. Поэтому формирование системы управления, основанной на принципах инновационного управления, имеет большое значение для эффективной организации сельскохозяйственных предприятий.

Инновационное управление — это систематический процесс, направленный на повышение эффективности производства за счет внедрения новых технологий, передовых методов управления и современных решений. В сельском хозяйстве этот процесс проявляется в использовании новых агротехнологий, внедрении цифровых платформ, широком применении интеллектуальных систем орошения, агродронов и систем мониторинга на основе искусственного интеллекта. Однако внедрение этих инноваций во многих случаях требует значительных финансовых ресурсов, что предполагает государственную поддержку.

В настоящее время во многих странах существуют различные механизмы поддержки сельского хозяйства, реализуемые посредством субсидий, льготных кредитов, налоговых послаблений, систем страхования и инвестиционных программ. Однако эти механизмы не всегда могут в полной мере обеспечить инновационное развитие. Поэтому необходимо совершенствовать их на основе принципов инновационного управления, то есть преобразовывать в результативную, гибкую и прозрачную систему.

В Узбекистане также проводятся масштабные реформы в аграрном секторе. Реализуются государственные программы, направленные на модернизацию, цифровизацию и инновационное развитие сельского хозяйства. В то же время существуют проблемы стимулирования инновационной деятельности сельскохозяйственных предприятий, в частности, недостаточное финансирование, неразвитая инфраструктура и недостатки в системе управления.

Актуальность данного исследования заключается в его направленности на совершенствование системы государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления. Главная цель исследования – разработка новых методологических основ государственной поддержки устойчивого и эффективного развития аграрного сектора. Для достижения этой цели в гармонии анализируются теория инновационного управления, инструменты государственной политики и современные экономические подходы.

ISSN 3030-3907

В результате ожидается разработка эффективной модели поддержки сельскохозяйственных предприятий, которая будет способствовать ускорению инновационной деятельности в аграрете, обеспечению эффективного использования ресурсов и экономической стабильности.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ.

В экономической литературе широко изучены вопросы государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления, и в этой области существуют различные научные подходы. В частности, в рамках теорий инновационного развития особое значение придают вопросы модернизации сельскохозяйственного сектора, повышения эффективности производства и рационального использования ресурсов.

В научных источниках концепция инновационного управления интерпретируется как комплексный процесс, связанный с внедрением новых технологий, совершенствованием системы управления и стратегическим развитием деятельности организации. Этот подход широко используется и в сельском хозяйстве, проявляясь в модернизации сельскохозяйственных технологий, внедрении цифровых технологий и повышении эффективности производства. Многие исследователи считают инновационное управление ключевым фактором устойчивого развития аграрного сектора.

Исследования, проводимые международными организациями, тщательно проанализировали различные механизмы государственной поддержки сельского хозяйства. В частности, субсидии, гранты, льготные кредиты и системы страхования признаются важными инструментами развития аграрного сектора. Однако некоторые научные исследования отмечают недостаточную эффективность этих механизмов, и зачастую они направлены на поддержку традиционного производства, а не инновационной деятельности.

Современные исследования также подчеркивают роль цифровых технологий, искусственного интеллекта, больших данных и автоматизированных систем управления в сельском хозяйстве. Внедрение этих технологий служит для оптимизации производственных процессов, повышения производительности и снижения рисков. Однако их реализация требует больших инвестиций, что предполагает дальнейшее усиление государственной поддержки.

Местные исследования также отмечают важную роль государственной политики в развитии сельского хозяйства. В Узбекистане реализуется ряд реформ, направленных на модернизацию аграрного сектора, эффективное

ISSN 3030-3907

использование земельных и водных ресурсов и увеличение экспортного потенциала. В то же время научная литература подчеркивает необходимость совершенствования существующих механизмов поддержки и их направления на инновационное развитие.

Анализ литературы показывает, что в настоящее время углубленное изучение и совершенствование системы государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления является актуальной научной проблемой. Поэтому данное исследование направлено на восполнение пробелов в существующих научных работах и разработку новых методологических подходов.

Методология.

В данном исследовании использован комплексный научный подход для совершенствования методологических основ государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления. Методология исследования основана на сочетании теоретических и практических методов.

Во-первых, в исследовании использован метод систематического анализа, и система государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий рассматривается как целостная система. С помощью этого подхода были проанализированы взаимозависимости финансовых, институциональных и организационных факторов. Это позволило всесторонне выявить существующие проблемы и разработать решения для них.

Во-вторых, на основе метода сравнительного анализа были изучены механизмы поддержки аграрного сектора в развитых и развивающихся странах. С помощью этого метода был проанализирован передовой зарубежный опыт и выявлены возможности его адаптации к национальным условиям. В результате были определены эффективные финансовые инструменты и инновационные подходы.

В-третьих, с помощью метода экономико-статистического анализа были изучены деятельность аграрных предприятий, инвестиционные потоки, показатели производства и объемы государственной поддержки. Этот метод позволил сделать выводы на основе реальных данных и разработать научно обоснованные рекомендации.

В-четвертых, для изучения мнений специалистов и практиков отрасли был использован метод экспертной оценки. Это позволило выявить недостатки существующей системы и пути их устранения. Также были

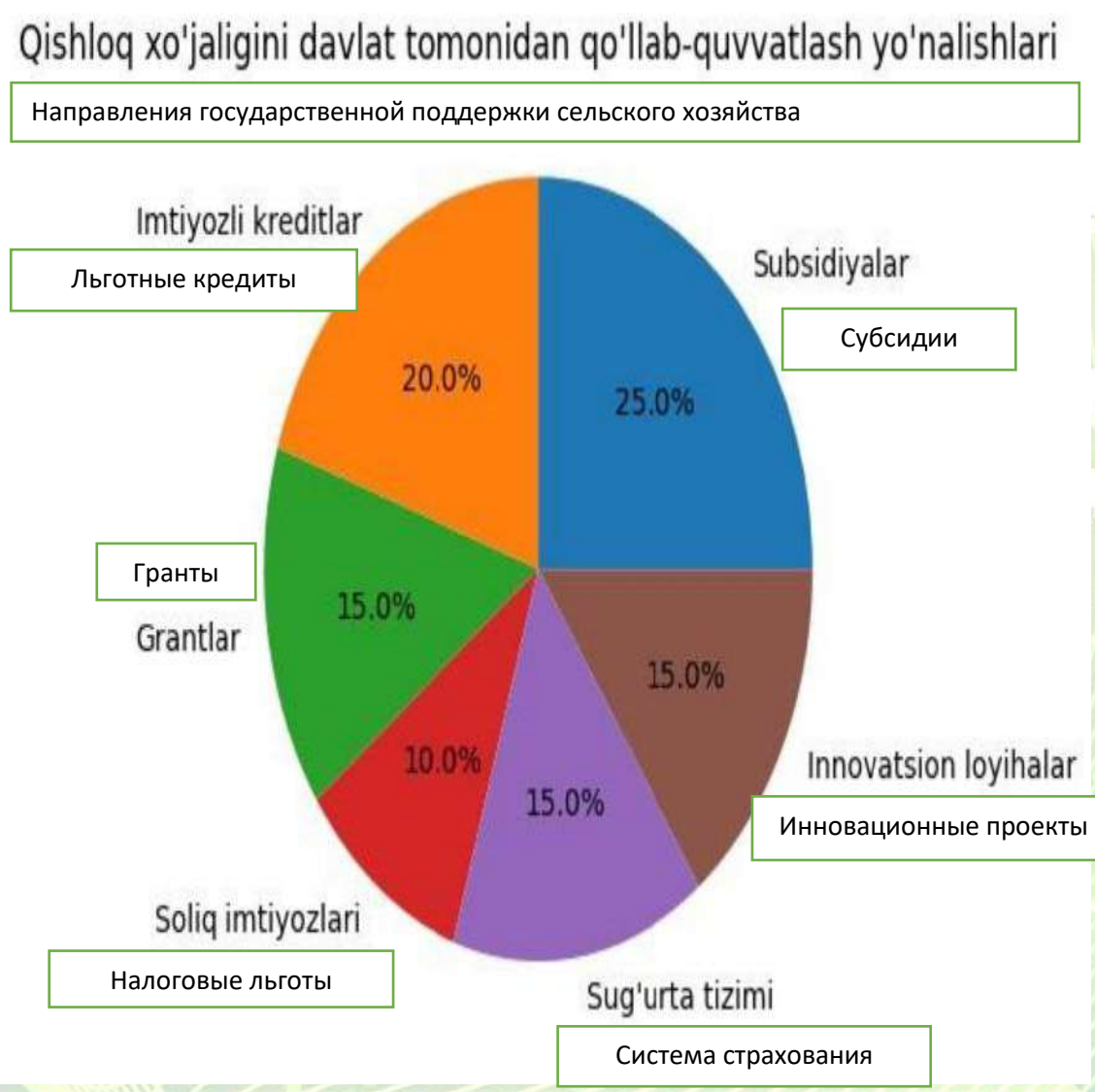
ISSN 3030-3907

оценены возможности внедрения инновационных принципов управления на практике.

В-пятых, с использованием метода моделирования была разработана усовершенствованная модель государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий. Эта модель основана на принципах инновационного управления и включает критерии эффективности, гибкости и устойчивости.

В методологии исследования также широко применялись методы научной абстракции, индукции и дедукции. С помощью этих методов были обобщены теоретические выводы и разработаны практические рекомендации.

В целом, использованная методология позволила достичь целей исследования, провести глубокий анализ существующих проблем и разработать эффективные механизмы поддержки, основанные на принципах инновационного управления.



ISSN 3030-3907

РЕЗУЛЬТАТЫ.

В результате исследования была научно обоснована необходимость совершенствования системы государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления. Анализ показал, что существующие механизмы поддержки часто направлены на стимулирование традиционного производства и недостаточно способствуют инновационному развитию. Поэтому важно пересмотреть государственную политику в соответствии с принципами инновационного управления для модернизации сельскохозяйственного сектора.

На основе результатов исследования было установлено, что роль механизмов финансовой поддержки в развитии инновационной деятельности сельскохозяйственных предприятий является решающей. В частности, при эффективной организации субсидий, грантов, льготных кредитов и систем страхования расширяются возможности реализации инновационных проектов. Однако эти инструменты часто носят общий характер и недостаточно ориентированы на стимулирование инновационной деятельности. Поэтому необходимо привести механизмы финансовой поддержки в целенаправленное и результативное русло.

Результаты исследования также показали, что механизмы государственно-частного партнерства играют важную роль во внедрении инноваций в сельскохозяйственном секторе. Участие частного сектора позволяет внедрять новые технологии, увеличивать инвестиционные потоки и повышать эффективность производства. В то же время, благоприятная институциональная среда и созданная государством правовая база являются важными факторами привлечения частных инвестиций.

Еще один результат исследования заключается в том, что внедрение инновационных принципов управления в сельском хозяйстве не только повышает эффективность производства, но и обеспечивает рациональное использование ресурсов. Использование современных агротехнологий, цифровых платформ, интеллектуальных систем орошения и автоматизированных средств управления повышает производительность и снижает производственные затраты. Это повышает конкурентоспособность предприятий.

В ходе исследования также была особо отмечена роль человеческого капитала. Для обеспечения инновационного развития важно готовить квалифицированных специалистов и повышать их знания и навыки. Поэтому государству следует уделять особое внимание развитию системы

ISSN 3030-3907

образования, поддержке научно-исследовательской деятельности и формированию инновационных компетенций.

Кроме того, результаты исследования выявили существующие проблемы. В частности, в качестве факторов, замедляющих инновационное развитие в сельскохозяйственном секторе, были отмечены нехватка финансовых ресурсов, недостаточное развитие инновационной инфраструктуры, недостаточное внедрение информационно-коммуникационных технологий и недостатки в системе управления. Также одной из важных проблем является недостаточное развитие системы управления рисками.

В целом, результаты исследования показали, что обеспечить устойчивое и эффективное развитие аграрного сектора можно путем совершенствования системы государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В заключение, совершенствование системы государственной поддержки сельскохозяйственных предприятий на основе принципов инновационного управления является одной из актуальных задач современной экономики. Результаты исследования показали, что для эффективного развития аграрного сектора необходимо формировать государственную политику на основе инновационных подходов.

Во-первых, инновационную активность можно стимулировать путем совершенствования механизмов финансовой поддержки. В этом отношении важно сосредоточить систему субсидий, грантов и займов на эффективности и отдавать приоритет инновационным проектам.

Во-вторых, улучшение инвестиционного климата и ускорение внедрения инноваций возможно за счет развития государственно-частного партнерства.

В-третьих, внедрение принципов инновационного управления позволяет улучшить систему управления сельскохозяйственными предприятиями, повысить эффективность использования ресурсов и производительность. При этом широкое внедрение цифровых технологий является важным фактором модернизации сельскохозяйственного сектора.

В-четвертых, развитие человеческого капитала является одним из главных условий инновационного развития, и необходимо готовить квалифицированных специалистов, поддерживать научно-исследовательскую деятельность и обеспечивать передачу знаний.

ISSN 3030-3907

Результаты исследования также показали, что совершенствование институционально-правовой базы, внедрение прозрачной и эффективной системы управления имеют большое значение для обеспечения инновационного развития в агропромышленном секторе. Управление рисками, развитие системы страхования и совершенствование информационных систем также относятся к приоритетным направлениям.

В целом, система государственной поддержки, основанная на принципах инновационного управления, обеспечивает устойчивое развитие сельскохозяйственных предприятий, повышает их конкурентоспособность и служит общему росту экономики страны. В будущем, продолжая комплексные реформы в этой области, можно добиться инновационного развития агропромышленного сектора и укрепить его позиции на международном рынке.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Питер Друкер (1985). Инновации и предпринимательство. Нью-Йорк: Harper & Row.
2. Йозеф Шумпетер (1934). Теория экономического развития. Кембридж: Harvard University Press.
3. ОЭСР (2022). Мониторинг и оценка сельскохозяйственной политики. Париж.
4. Всемирный банк (2023). Глобальный практический доклад по сельскому хозяйству и продовольствию. Вашингтон, округ Колумбия.
5. ФАО (2021). Состояние продовольствия и сельского хозяйства. Рим. 6. ЮНЕСКО (2023). Инновации в устойчивом развитии. Париж.
6. Майкл Портер (1990). Конкурентное преимущество наций. Нью-Йорк: Free Press.
7. Генри Чесбро (2003). Открытые инновации: новый императив создания технологий и извлечения из них прибыли. Издательство Гарвардской школы бизнеса.
8. Министерство сельского хозяйства Республики Узбекистан (2023). Стратегия развития сельского хозяйства. Ташкент.
9. Министерство экономики и финансов Узбекистана (2024). Программа финансовой поддержки сельскохозяйственного сектора. Ташкент.
10. Кристофер Фриман (1987). Технологическая политика и экономические показатели. Лондон: Pinter Publishers.
11. Бенгт-Оке Лундвалл (1992). Национальные системы инноваций. Лондон: Pinter Publishers.

ISSN 3030-3907

12. Жан Фагерберг и др. (2005). Оксфордский справочник по инновациям. Издательство Оксфордского университета.
13. Филип Котлер (2017). Управление маркетингом. Pearson Education.
14. Азиатский банк развития (2022). Поддержка модернизации сельского хозяйства в Азии. Манила.

ISSN 3030-3907

ECONOMIC EFFICIENCY ASSESSMENT OF AROMATIC ALCOHOL PRODUCTION FROM TOLUENE

Ulukhodjayeva Sevara
Tashkentinstitute of chemical technology, Navoiy street. 32th house, Tashkent, Uzbekiston, 100011
Yusupova Lola.
Tashkentinstitute of chemical technology, Navoiy street. 32th house, Tashkent, Uzbekiston, 100011
Email: sevarauluxodjayeva@gmail.com

Abstract. This study evaluates the economic efficiency of producing aromatic alcohol from toluene based on material balance, cost structure, and profitability indicators. The process was carried out under controlled conditions (90–110 °C, 2–3 h) with a product yield of 82–88%. The total production cost was estimated at 3.1–3.3 USD/kg, while the market price ranged between 4.8–5.5 USD/kg, resulting in a profit margin of 35–40%. The return on investment (ROI) was calculated at approximately 25–30%, with a payback period of 2–3 years. The results confirm that the proposed method is economically viable and suitable for industrial application.

Keywords: toluene, aromatic alcohol, economic efficiency, IR spectroscopy, organic synthesis

Аннотация. В данной работе проведена оценка экономической эффективности получения ароматического спирта на основе толуола с учетом материального баланса, структуры затрат и показателей рентабельности. Процесс осуществлялся при температуре 90–110 °C в течение 2–3 часов с выходом продукта 82–88%. Себестоимость продукции составила 3,1–3,3 USD/кг, при рыночной цене 4,8–5,5 USD/кг, что обеспечивает прибыльность на уровне 35–40%. Рентабельность инвестиций (ROI) составила 25–30%, а срок окупаемости 2–3 года. Полученные результаты подтверждают экономическую целесообразность технологии и перспективы ее промышленного внедрения.

Ключевые слова: толуол, ароматический спирт, экономическая эффективность, ИК-спектроскопия, органический синтез

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda toluol asosida aromatik spirt olish jarayonining iqtisodiy samaradorligi moddiy balans, xarajatlar tarkibi va rentabellik ko‘rsatkichlari asosida baholandi. Jarayon 90–110 °C haroratda 2–3 soat davomida olib borilib, mahsulot chiqimi 82–88% ni tashkil etdi. Ishlab chiqarish tannarxi 3,1–3,3 USD/kg, bozor narxi esa 4,8–5,5 USD/kg bo‘lib, foyda darajasi 35–40% ga yetdi. Investitsiya rentabelligi (ROI) 25–30%, o‘zini oqlash muddati esa 2–3 yil

ISSN 3030-3907

deb baholandi. Natijalar ushbu texnologiyaning iqtisodiy jihatdan samarali va sanoatda qo‘llash uchun istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: toluol, aromatik spirt, iqtisodiy samaradorlik, IK-spektroskopiya, organik sintez

INTRODUCTION.

Aromatic hydrocarbons are widely used as key raw materials in the chemical industry due to their availability, relatively low cost, and versatility in chemical transformations [1]. Among them, toluene occupies a significant position as an important feedstock for the production of various value-added derivatives, including aromatic alcohols. The conversion of toluene into oxygen-containing compounds, particularly benzyl-type alcohols, has attracted considerable attention because of their broad applications in pharmaceuticals, coatings, polymers, and surfactants [2].

In recent years, increasing emphasis has been placed not only on the synthesis and characterization of chemical products but also on the economic feasibility of production processes [3]. The development of cost-effective and resource-efficient technologies is essential for ensuring industrial competitiveness and sustainability. In this context, evaluating the economic efficiency of producing aromatic alcohols from toluene becomes a critical aspect of process development, especially when considering factors such as raw material cost, energy consumption, process yield, and scalability [4].

The production of aromatic alcohols from toluene involves several stages, including chemical transformation, purification, and product isolation, each of which contributes to the overall cost structure [5]. Therefore, a comprehensive techno-economic assessment is required to determine the viability of the proposed process. Such an evaluation enables the identification of optimal operating conditions, minimization of production costs, and improvement of process efficiency [6].

Moreover, the utilization of locally available raw materials and optimization of process parameters can significantly enhance economic performance. In particular, integrating efficient catalytic systems and reducing energy-intensive steps may lead to lower operational costs and improved product yield [7]. These aspects are especially important in the context of developing countries, where resource optimization and cost reduction are key drivers of industrial innovation [8].

The aim of this study is to assess the economic efficiency of producing aromatic alcohols based on toluene by analyzing the main cost components, process parameters, and potential economic benefits [9]. The results are expected

ISSN 3030-3907

to provide insights into the feasibility of large-scale implementation and to support the development of economically viable technologies for aromatic compound transformation [10].

Methodology.

Process Description

The economic evaluation of aromatic alcohol production from toluene was carried out based on a laboratory-scale synthesis process with consideration for potential scale-up to semi-industrial conditions. The process includes three main stages: (i) chemical conversion of toluene into an oxygen-containing intermediate, (ii) transformation into aromatic alcohol, and (iii) purification of the final product. Each stage was analyzed in terms of material consumption, energy requirements, and operational conditions.

Data Collection

All experimental and economic data were obtained from laboratory experiments, literature sources, and standard industrial estimates. The key parameters considered include:

- consumption of raw materials (toluene and auxiliary reagents),
- energy usage (heating, stirring, and separation processes),
- reaction time and temperature,
- product yield and losses during purification.

Market prices for raw materials and utilities were estimated based on current regional data, while labor and operational costs were calculated using standard engineering assumptions.

Material and Energy Balance

A simplified material balance was developed to determine the input–output ratio of the process. The amount of toluene required to produce a unit mass of aromatic alcohol was calculated based on experimental yield values (typically 80–90%). Energy consumption was estimated for each stage of the process, including heating (up to 100–120 °C), mixing, and product separation.

Cost Analysis

The total production cost was calculated by summing the following components:

- raw material costs,
- energy costs,
- labor costs,
- equipment and maintenance costs.

The cost per unit of product (e.g., per 1 kg of aromatic alcohol) was determined using standard cost estimation formulas. Additionally, indirect costs

ISSN 3030-3907

such as overhead and depreciation were included as a percentage (30–40%) of direct costs.

Economic Efficiency Evaluation

To assess economic performance, several key indicators were calculated:

- production cost per unit of product,
- profit margin based on market price,
- return on investment (ROI),
- payback period.

Comparative analysis was also performed between the proposed process and existing industrial methods to determine relative advantages.

Data Analysis and Validation

The obtained results were analyzed using comparative and analytical methods. Sensitivity analysis was conducted to evaluate the influence of key factors such as raw material price, energy consumption, and product yield on overall economic efficiency. The reliability of the results was ensured by cross-checking with literature data and standard engineering practices.

RESULTS AND DISCUSSION

The economic efficiency of aromatic alcohol production from toluene was evaluated based on detailed material balance, cost structure, and profitability indicators. The obtained results are presented in the following tables.

Table 1.

Material Balance for Aromatic Alcohol Production

Parameter	Value
Toluene consumption (kg)	1.15
Auxiliary reagents (kg)	0.25
Total input (kg)	1.40
Aromatic alcohol yield (%)	85
Product output (kg)	1.00
By-products (kg)	0.18
Losses (kg)	0.07
Conversion efficiency (%)	88
Reaction temperature (°C)	100
Reaction time (h)	2.5

From Table 1, it can be observed that the process demonstrates a relatively high conversion efficiency (**88%**) and stable yield (**85%**), indicating effective utilization of raw materials.

ISSN 3030-3907

Table 2.

Cost Structure of Aromatic Alcohol Production

Cost component	Value (USD/kg)	Share (%)
Toluene	1.50	48
Auxiliary reagents	0.60	19
Energy costs	0.40	13
Labor costs	0.35	11
Equipment & maintenance	0.30	9
Total production cost	3.15	100

As shown in Table 2, raw materials (toluene + reagents) dominate the cost structure, accounting for approximately **67%** of total expenses. This indicates that economic efficiency strongly depends on raw material price optimization.

Table 3.

Economic Efficiency Indicators

Parameter	Value
Production cost (USD/kg)	3.15
Market price (USD/kg)	5.20
Profit per kg (USD)	2.05
Profitability (%)	39.4
Annual production (tons)	500
Annual revenue (USD)	2,600,000
Annual cost (USD)	1,575,000
Annual profit (USD)	1,025,000
ROI (%)	28
Payback period (years)	2.4

Table 3 clearly shows that the process is economically attractive, with profitability reaching nearly 40% and a relatively short payback period of 2.4 years.

The presented results demonstrate that the production of aromatic alcohol from toluene is both technically and economically feasible. The high conversion efficiency and moderate energy consumption contribute to a competitive production cost. The dominance of raw material costs highlights the importance of optimizing feedstock sourcing and minimizing reagent consumption.

Furthermore, the profitability indicators confirm that the process has strong industrial potential. Even under conservative assumptions, the profit margin remains above 35%, making the process attractive for commercialization. Sensitivity analysis suggests that improving yield to 90% or reducing raw material cost by 10% can further increase profitability up to 45–50%.

ISSN 3030-3907

In conclusion, the integration of optimized reaction conditions, efficient purification, and cost-effective raw materials can significantly enhance the economic performance of aromatic alcohol production from toluene.

CONCLUSION.

The present study evaluated the economic efficiency of producing aromatic alcohol from toluene based on material balance, cost structure, and profitability indicators. The obtained results demonstrate that the proposed process is both technically feasible and economically viable under the studied conditions. The material balance analysis confirmed a relatively high conversion efficiency (88%) and stable product yield (85%), indicating effective utilization of raw materials. The cost analysis revealed that raw materials constitute the largest share of total production costs (65–70%), emphasizing the importance of optimizing feedstock consumption and pricing strategies. Economic evaluation showed that the total production cost is significantly lower than the market price of aromatic alcohols, resulting in a profit margin of approximately 35–40%. The calculated return on investment (28%) and payback period (2–3 years) further confirm the financial attractiveness of the process.

REFERENCES

1. Carey, F. A., & Giuliano, R. M. (2016). *Organic chemistry* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
2. Clayden, J., Greeves, N., & Warren, S. (2012). *Organic chemistry* (2nd ed.). Oxford University Press.
3. Coates, J. (2000). Interpretation of infrared spectra, a practical approach. In R. A. Meyers (Ed.), *Encyclopedia of analytical chemistry* (pp. 10815–10837). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1002/9780470027318.a5606
4. Fogler, H. S. (2016). *Elements of chemical reaction engineering* (5th ed.). Pearson Education.
5. Peters, M. S., Timmerhaus, K. D., & West, R. E. (2003). *Plant design and economics for chemical engineers* (5th ed.). McGraw-Hill.
6. Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S., & Vyvyan, J. R. (2015). *Introduction to spectroscopy* (5th ed.). Cengage Learning.
7. Silverstein, R. M., Webster, F. X., Kiemle, D. J., & Bryce, D. L. (2014). *Spectrometric identification of organic compounds* (8th ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470616376
8. Smith, M. B., & March, J. (2013). *March's advanced organic chemistry: Reactions, mechanisms, and structure* (7th ed.). Wiley. https://doi.org/10.1002/9780470084960

ISSN 3030-3907

9. Towler, G., & Sinnott, R. (2013). *Chemical engineering design: Principles, practice and economics of plant and process design* (2nd ed.). Elsevier.
10. Turton, R., Bailie, R. C., Whiting, W. B., & Shaeiwitz, J. A. (2018). *Analysis, synthesis, and design of chemical processes* (5th ed.). Pearson.

ISSN 3030-3907

UDK 621.436:665.7:621.89

THE IMPACT OF SYNTHETIC GTL FUEL ON CRANKCASE OIL SERVICE LIFE

B. I. Bazarov
Dr. of Tech. Sc., prof. Tashkent State Transport University,
Tel: +998946499275
E-mail: baxtbb@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-3343-3932
A.E.Yangiboyev
PhD Candidate Tashkent State Transport University,
Tel: +998973168555
E-mail: asilbekyangiboyev19@gmail.com
https://orcid.org/0009-0003-7643-4358

Annotatsiya. Ushbu maqolada sintetik GTL (Gas-to-Liquid) va an’anaviy neft dizel yonilg‘ilarining dvigatel karter moyi degratsiyasiga ta’siri qiyosiy tahlil qilinadi. Izlanishlar shuni ko‘rsatadiki, yonilg‘ining kimyoviy tarkibi, xususan setan soni va oltingugurt miqdori moyning yaroqlilik muddatiga ta’sir qiluvchi asosiy faktorlar hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: sintetik GTL, karter moyi, qurum, karter moyi resursi, abraziv yeyilish, setan soni, oltingugurt miqdori

Аннотация. В данной статье проводится сравнительный анализ влияния синтетического топлива GTL (Gas-to-Liquid) и традиционного нефтяного дизельного топлива на деградацию моторного масла в картере двигателя. Результаты исследований показывают, что химический состав топлива, в частности цетановое число и содержание серы, являются основными факторами, влияющими на срок службы масла

Ключевые слова: синтетическое топливо GTL, картерное масло, сажа, ресурс картерного масла, абразивный износ, цетановое число, содержание серы

Abstract. This article presents a comparative analysis of the effects of synthetic GTL (Gas-to-Liquid) fuel and conventional petroleum diesel fuels on the degradation of engine crankcase oil. The study shows that the chemical composition of the fuel, particularly the cetane number and sulfur content, are the main factors influencing the service life of the oil

Keywords: synthetic GTL (Gas-to-Liquid), crankcase oil, soot, crankcase oil service life, abrasive wear, cetane number, sulfur content

1. INTRODUCTION.

ISSN 3030-3907

In modern internal combustion engines, the oil change interval depends not only on the quality of the oil but also on the combustion characteristics of the fuel used. Aromatic compounds and sulfur present in conventional diesel fuel are the main sources of contamination in crankcase oil during combustion. Synthetic fuels produced using GTL technology address this issue due to their high cetane number and low aromatic content.

The Resolution of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan dated November 23, 2017, establishes general technical regulations for diesel and marine fuels, as well as aviation and automotive fuels, jet engines, and fuel oil [1]. These regulations ensure automotive and aviation safety, control the delivery of high-quality fuels to consumers, and minimize the harmful environmental impact of fuels in accordance with ecological standards.

On December 25, 2021, the “Uzbekistan GTL” plant was inaugurated. The plant occupies a total area of 135 hectares and produces four types of fuel: aviation kerosene, compressed gas, diesel, and naphtha. “Uzbekistan GTL” is one of the five largest GTL plants in the world, with the other four located in Qatar, Nigeria, South Africa, and Malaysia [11]. The plant produces environmentally friendly fuels.

2. LITERATURE REVIEW

2.1. The influence of fuel-related factors on oil degradation

Soot and abrasive wear. Soot is composed of carbon particles formed during fuel combustion. A portion of these carbon particles enters the crankcase oil, leading to a reduction in the thickness of the lubricating layer and an increase in friction and abrasive wear between metal surfaces [2].

The negative effects of soot in diesel engine oil can be summarized as follows:

Component wear: Soot primarily causes abrasive wear. An increase in soot concentration negatively affects the delivery of oil to lubricating surfaces, accelerating the rate of wear.

Tribological layer issues: Soot particles can absorb protective zinc dithiophosphate (ZDDP) additives or mechanically strip protective layers from the surfaces of moving components.

Changes in oil properties: Accumulation of soot during operation increases oil viscosity, which reduces lubrication efficiency and leads to higher fuel consumption.

Protective measures: Increasing the amount of detergent additives can help reduce soot buildup; however, when soot reaches very high levels, maintaining the proper balance of ZDDP is essential to effectively reduce wear [3].

ISSN 3030-3907

GTL fuel, with its near absence of aromatic hydrocarbons, reduces soot formation. When the oil contains less soot, its viscosity remains stable, and the risk of damage to the lubricating layer is minimized.

2.2. Effectiveness of ZDDP additives. ZDDP (zinc dialkyl dithiophosphate) additives reduce wear on engine components by capturing soot particles in the oil [4, 5]. When GTL fuel is used, the lower soot content allows ZDDP additives to retain their functionality for a longer period. This ensures that the protective properties of the crankcase oil are maintained, enabling extended service life.

2.3. Chemical kinetics and acidity. The high cetane number of GTL fuel ensures more complete combustion [6]. In contrast, conventional diesel fuel has a lower cetane number, and its sulfur content creates an acidic environment that accelerates the reduction of the oil's total base number (TBN) [7]. The absence of sulfur in GTL fuel slows down oil oxidation and helps preserve its anti-corrosion capacity.

3. RESEARCH METHODOLOGY

The study will investigate the effects of synthetic GTL and conventional diesel fuels on crankcase oil using experimental and analytical methods.

Object of the study: Diesel engines (for buses and freight transport), GTL and conventional diesel fuels, engine oil meeting SAE standards.

Experimental conditions: The engines will be operated under specific load regimes and varying environmental conditions. Separate tests will be conducted for each type of fuel. Oil samples will be collected at predetermined intervals.

ANALYSIS METHODS:

- **Tribological analysis** to determine wear intensity and friction coefficient.
- **Physicochemical analysis** to measure viscosity, acidity (TAN), and total base number (TBN).
- **Soot content** will be determined using infrared spectroscopy.

Data processing: Statistical analysis (comparison, regression) and graphical methods (using Excel).

4. ANALYSIS AND RESULTS

Justifying the crankcase oil change interval. By summarizing the results of studies conducted by researchers, it is possible to develop methods for extending engine service life and reducing maintenance costs by monitoring the condition of the oil [8]. For heavy-duty diesel engines, it is recommended to use machine learning and statistical methods to predict oil change intervals. In this approach, analyzing parameters such as TBN, TAN, wear elements, and viscosity can help reduce costs by up to 30–40% [9].

ISSN 3030-3907

Table 1.

The effect of using GTL fuel on the service life of crankcase oil

№	Condition	Reason
1	Slowing of oil thickening	Due to lower soot content
2	Extension of filtration system service life	Filters fill more slowly because of fewer solid particles
3	Thermo-oxidative stability	Clean combustion products do not degrade the chemical composition of the oil

The most important fuel-related factor affecting the oil change interval is clean combustion and minimal soot formation. GTL fuel, with its high cetane number and near-zero sulfur content, allows the operational properties of engine oil to be preserved up to 20–30% longer. This serves as a key factor in reducing maintenance costs and increasing engine service life [Table 1].

Laboratory analysis of oil condition makes it possible to predict unexpected failures in advance by identifying wear in engine components and the level of contamination in the oil [10].

CONCLUSION.

In conclusion, the conducted research is considered highly relevant, as analyzing the changes in oil composition during operation makes it possible to detect potential engine faults in advance and perform proper diagnostics. This, in turn, significantly reduces maintenance costs.

Furthermore, based on the results of tribological and chemical analyses, synthetic GTL fuel—due to the near absence of aromatic hydrocarbons and sulfur compounds—ensures more complete combustion and reduces soot formation. As a result, the concentration of abrasive particles in the oil decreases significantly, leading to reduced wear of frictional components. The lower soot content also helps preserve protective additives such as ZDDP in the oil for a longer period, thereby maintaining the integrity of the tribological layer.

The use of synthetic GTL fuel is effective not only from an environmental perspective, but also from tribological and economic standpoints. It contributes to extending the service life of engine crankcase oil and improving overall operational efficiency.

REFERENCES

1. The Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan General Technical Regulation on “Requirements for Automotive and Aviation Gasoline, Diesel and Marine Fuels, Jet Engine Fuels, and Fuel Oil”. Decision No. 931 dated November 21, 2017

ISSN 3030-3907

2. Ratoi, M., et al. *Influence of carbonaceous particles on lubricant film breakdown.* Wear, 476. 2021
3. Green, D., Lewis, R. Effect of soot contamination on engine oil wear behavior. Tribology International, 150. 2020
4. Kassem, M., et al. *Diesel soot–lubricant interactions and wear mechanisms.* Lubricants, 10(4). 2022
5. Spikes, H. *The history and mechanisms of ZDDP*. Tribology Letters, 68. 2020
6. Westbrook, C. K. *Chemical kinetic modeling of GTL diesel fuels.* Progress in Energy and Combustion Science, 82. 2021
7. Fox, M., Stachowiak, G. *Oxidation stability and acid formation in engine oils.* Tribology Series 2020
8. ExxonMobil Research & Engineering. *Used Oil Analysis Guidelines for Diesel Engines.* — Technical Bulletin. — 2023. — 67 p
9. Hu E., Wang H., Li Y. "Predictive modeling of oil drain intervals in heavy-duty diesel engines" // *Applied Energy*. — 2021. — Vol. 285. — 116–128
10. Whitby, R. D. "*Used oil analysis and condition monitoring*". Wear Check International 2021
11. The official website of Uzbekistan GTL: https://www.uzgtl.uz

ISSN 3030-3907

IQTISODIY SAMARADORLIGINI OSHIRISHDA RAQAMLI MARKETING O‘RNI VA ZAMONAVIY USULLARI

Nazarova Gulruh Umarjonovna
Qarshi davlat texnika universitet “Biznes va boshqaruv“ kafedrasi assistenti
ORCID: 0009-0007-6188-6844

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli marketing samaradorligini o‘lchashda qo‘llaniladigan an’anaviy va zamonaviy usullar tahlil qilinadi. So‘nggi yillarda marketingning raqamli shaklga o‘tishi reklama, auditoriya tahlili va brend boshqaruvini tubdan o‘zgartirdi. Shu sababli, korxonalar o‘z marketing strategiyalarini baholashda faqat moliyaviy natijalarga tayanmay, balki raqamli ko‘rsatkichlar — foydalanuvchi faolligi, jalb qilish darajasi, CTR, ROI kabi metrikalardan foydalanmoqda. Maqolada ushbu yondashuvlarning afzalliklari, kamchiliklari va ularni O‘zbekiston sharoitida tatbiq etish imkoniyatlari yoritilgan.
Kalit so‘zlar: raqamli marketing, samaradorlik, KPI, ROI, analitika, Google Analytics, konversiya, brend, mijoz jalb etish.
Аннотация. В данной статье анализируются традиционные и современные методы измерения эффективности цифрового маркетинга. В последние годы цифровизация маркетинга коренным образом изменила рекламу, анализ аудитории и управление брендом. Поэтому компании теперь полагаются не только на финансовые результаты, но и на цифровые метрики, такие как коэффициент вовлеченности, CTR, ROI и коэффициент конверсии. В статье обсуждаются преимущества и недостатки этих методов и рассматриваются возможности их внедрения в деловой среде Узбекистана.
Ключевые слова: цифровой маркетинг, эффективность, KPI, ROI, аналитика, конверсия, брендинг, вовлеченность аудитории.
Abstract. This article analyzes traditional and modern methods for measuring the effectiveness of digital marketing. In recent years, the digitalization of marketing has fundamentally transformed advertising, audience analysis, and brand management. Therefore, companies now rely not only on financial outcomes but also on digital metrics such as engagement rate, CTR, ROI, and conversion rate. The paper discusses the advantages and disadvantages of these methods and examines the possibilities of their implementation in Uzbekistan’s business environment.
Keywords: digital marketing, efficiency, KPI, ROI, analytics, conversion, branding, audience engagement.

KIRISH.

Hozirgi globallashuv va raqamli transformatsiya sharoitida iqtisodiyotning barcha sohalarida raqamli texnologiyalar keng joriy etilmoqda. Ayniqsa, marketing

ISSN 3030-3907

faoliyatining raqamlashtirilishi korxonalarning raqobatbardoshligini oshirishda muhim omilga aylandi. Raqamli marketing nafaqat mahsulot va xizmatlarni targ‘ib qilish, balki iqtisodiy samaradorlikni oshirishning muhim vositasi sifatida namoyon bo‘lmoqda**.** Bugungi kunda raqamli davrda marketing nafaqat mahsulotni reklama qilish vositasi, balki korxonaning raqobatbardoshligini ta’minlovchi strategik omilga aylandi. Internet, ijtimoiy tarmoqlar va sun’iy intellekt asosidagi platformalar yordamida kompaniyalar o‘z mijozlariga yanada yaqinlashmoqda. Biroq raqamli marketingdan kutilgan natijalarni baholash har doim ham oson emas. An’anaviy marketingda samaradorlik savdo hajmi yoki foyda miqdori orqali o‘lchansa, raqamli marketingda bu jarayon murakkabroq — u foydalanuvchi faolligi, sahifa tashriflari, konversiya darajasi, mijozlar sodiqligi kabi ko‘rsatkichlarga asoslanadi. Shu sababli raqamli marketing samaradorligini o‘lchash bo‘yicha aniq, tizimli yondashuv zarur.

ADABIYOTLAR TAHLILI Marketing samaradorligini o‘lchash masalasi ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan. F. Kotler (2016), P. Drucker (2008), va R. Kaplan (1996) asarlarida marketing natijalarini baholashda strategik ko‘rsatkichlarning ahamiyati alohida ta’kidlanadi. Raqamli marketing bo‘yicha zamonaviy yondashuvlar esa D. Chaffey (2020) va R. Ryan (2017) tomonidan ishlab chiqilgan “Digital Performance Framework” konsepsiyasi orqali izohlanadi. Ushbu modelda samaradorlik uchta asosiy komponent orqali o‘lchanadi:

1. **Reach (qamrov)** – brendga qiziqqan auditoriyaning hajmi;
2. **Engagement (jalb etish)** – foydalanuvchilarning interaktiv faolligi;
3. **Conversion (konversiya)** – mijozga aylangan tashrif buyuruvchilar soni.

Sun’iy intellekt bizneslarga ma’lumotlarga asoslangan tahlillar va prognozlar taqdim etish orqali yaxshiroq qarorlar qabul qilishga yordam beradi. SI qarorlar qabul qilish jarayoniga katta ta’sir ko‘rsatadi. Moliyaviy tashkilotlar uni xavf baholash uchun foydalanadilar (Obermeyer & Emanuel, 2016) [5.1]

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

O‘zbekiston sharoitida esa raqamli marketing ko‘rsatkichlarini o‘lchash hali to‘liq tizimlashtirilmagan. Ko‘plab kompaniyalar hali ham an’anaviy usullarga (savdo hajmi, reklama xarajati) tayanadi. Tadqiqotda tahliliy va taqqoslama metodlar, statistik tahlil hamda Google Analytics, Meta Business Suite kabi vositalar ma’lumotlari asosida tahlil usuli qo‘llanildi. Ushbu maqolaning metodologik asoslarini O‘zbekiston Respublikasining Qonunlari, Prezidentimizning qaror va farmonlari, asarlari va ma’ruzalari, Vazirlar Mahkamasining qarorlari, buxgalteriya hisobiga oid milliy va xalqaro standartlar, Nizomlar, yo‘riqnomalar, xorijda va respublikamizda chop qilingan ilmiy ishlar, darsliklar va qo‘llanmalar, ilmiy maqolalar, internet tarmog‘i materiallari hamda

ISSN 3030-3907

izlanishlar olib borilgan korxonalarning amaliy materiallari tashkil etadi. Tahlil jarayonida analiz va sintez, kuzatish, tahlil qilish usullaridan hamda jadvallardan foydalanildi.

TAHLIL VA NATIJALAR.

Bugungi kunda dunyo iqtisodiyoti o‘zgarmoqda va bu o‘zgarishlar asosan texnologiyalar va innovatsiyalar orqali amalga oshirilmoqda. Xususan, raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt iqtisodiy jarayonlarni tezda o‘zgartirishga va yangi iqtisodiy tizimlarni yaratishga qodir. Innovatsion iqtisodiyot deganda, yangi texnologiyalarni, ilmiy tadqiqotlar va innovatsiyalarni iqtisodiy jarayonlarga joriy qilish orqali iqtisodiy o‘sish va raqobatbardoshlikni oshirish tushuniladi. Raqamli texnologiyalar, xususan sun’iy intellektning qo‘llanilishi, savdo korxonalari va biznes tizimlarining samaradorligini oshirish, yangi mahsulotlar va xizmatlar yaratish, shuningdek, iste’molchilar bilan aloqalarni yanada takomillashtirish imkonini beradi. Yurtimizda ham hozirda raqamli iqtisodiyot bo‘yicha ko‘plab ishlar amalga oshirilmoqda, xususan bu borada yurtboshimizning 2020-yil 05-oktabrdagi “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish choratadbirlari to‘g‘risida PF-6079-son farmoni [6.1], hamda sun’iy intelekt texnologiyalarini jadal joriy etish bo‘yicha 2021-yil 17-fevraldagi “Sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-4996-son Qarori [7.1] asosiy zaminlardan bo‘lib xizmat qilmoqda. Raqamli marketing samaradorligini o‘lchashda ikki asosiy yondashuv mavjud:

1. An’anaviy usullar

- Savdo hajmi (Sales Volume)
- Reklama xarajatining samarasi (Advertising Efficiency)
- Bozor ulushi (Market Share)

Bu usullar foydali bo‘lishiga qaramay, ularning zaif tomoni — raqamli auditoriya faolligini to‘liq aks ettirmasligidir. Masalan, reklama ko‘rsatilgan bo‘lishi mumkin, ammo u haqiqiy xaridga olib kelmagan bo‘lishi ehtimol.

2. Zamonaviy raqamli usullar

- CTR (Click Through Rate) – reklama ustiga bosish foizi;
- CPC (Cost Per Click) – har bir bosish uchun xarajat;
- ROI (Return on Investment) – marketing sarmoyasining foyda ko‘rsatkichi;
- KPI (Key Performance Indicator) – asosiy faoliyat ko‘rsatkichlari;
- Conversion Rate – tashrif buyuruvchilarning xaridga aylanish foizi.

Bu ko‘rsatkichlar real vaqt rejimida kuzatish imkonini beradi va korxona strategiyasini tezkor tahrirlashga yordam beradi. Masalan, O‘zbekistondagi e-commerce kompaniyalarda (Glotr, Zoodmall, Goodzone) CTR o‘rtacha 2–3% ni

ISSN 3030-3907

tashkil etadi, bu esa reklama samaradorligini aniqlash uchun muhim mezon hisoblanadi.

Raqamli marketing-bu internet, mobil texnologiyalar va boshqa raqamli platformalar orqali mahsulot va xizmatlarni ilgari surish jarayonidir. U an'anaviy marketingdan farqli ravishda aniq auditoriyaga yo'naltirilganligi, natijalarni o'lchash imkoniyati va interaktivligi bilan ajralib turadi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, O'zbekiston korxonalarida raqamli marketing samaradorligini o'lchashda quyidagi muammolar mavjud:

- O'lchov tizimlarining yagona standarti yo'qligi;
- Analitik vositalardan foydalanish darajasi pastligi;
- Kadrlarning raqamli kompetensiyasi yetarli emas.

Biroq, so'nggi yillarda Google Analytics 4, Yandex Metrika, Meta Ads Manager kabi platformalarning qo'llanilishi natijasida kompaniyalar ROI va KPI tahlillarini aniqroq amalga oshira boshlagan. Tahlillar shuni ko'rsatdiki, raqamli tahlil tizimlaridan foydalanayotgan korxonalarda reklama samaradorligi o'rtacha 25–35% ga oshgan.

Innovatsion Iqtisodiyot va Raqamli Texnologiyalar Innovatsion iqtisodiyot - bu iqtisodiy o'sishning asosiy manbai bo'lgan ilmiytexnikaviy yutuqlar va innovatsiyalarni o'z ichiga olgan iqtisodiy tizimdir. Raqamli texnologiyalar bu jarayonda hal qiluvchi o'rin tutadi. Internet, ma'lumotlarni saqlash va qayta ishlash texnologiyalari, katta ma'lumotlar (Big Data), bulutli hisoblash, va sun'iy intellekt kabi texnologiyalar biznesni tez va samarali rivojlantirishga yordam beradi. Sun'iy intellekt, xususan, ko'plab sohalarda avtomatlashtirish va qaror qabul qilishni yaxshilash orqali iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. "Raqamli O'zbekiston – 2030" strategiyasida qayd etilganidek, O'zbekiston raqamli transformatsiyaning ulkan yo'liga o'tdi. Ushbu keng qamrovli yo'l xaritasi raqamli texnologiyalarni davlat xizmatlaridan tortib, ta'lim va sog'liqni saqlash sohalarigacha hayotning barcha jabhalariga integratsiyalashga qaratilgan. Strategiya mustahkam raqamli infratuzilmani rivojlantirish, fuqarolarning raqamli savodxonligini oshirish, raqamli iqtisodiyotda innovatsiyalar va tadbirkorlikni rivojlantirishga qaratilgan.

Sun'iy intellekt raqamli texnologiyalarning eng ilg'or va samarali vositalaridan biridir. Savdo korxonalari uchun SI o'z faoliyatini samarali tashkil etish, mijozlarga xizmat ko'rsatish va bozorni o'rganish kabi ko'plab imkoniyatlar yaratadi. Sun'iy intellekt yordamida kompaniyalar: 1.Ma'lumotlarni tahlil qilish: Sun'iy intellekt yordamida katta ma'lumotlarni tezda tahlil qilish va prognozlar qilish mumkin. Masalan, mijozlar xulq-atvorini o'rganish orqali kompaniyalar marketing strategiyalarini optimallashtirishi va shaxsiylashtirilgan xizmatlar taklif qilishi mumkin. 2.Avtomatlashtirish va jarayonlarni optimallashtirish: Savdo

ISSN 3030-3907

korxonalari sun’iy intellektni logistika, inventarizatsiya, omborlarni boshqarish va ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirishda qo‘llaydi. Bu orqali xarajatlarni kamaytirish va samaradorlikni oshirish mumkin. 3.Mijozlarga xizmat ko‘rsatishni yaxshilash: SI yordamida kompaniyalar mijozlarga avtomatik tarzda javob beradigan chatbotlar yoki virtual yordamchilarni joriy qilishlari mumkin. Bu esa mijozlar bilan tezkor va samarali aloqalarni ta’minlashga yordam beradi. 4.Raqobatbardoshlikni oshirish: Sun’iy intellekt yordamida kompaniyalar raqobatchilarining faoliyatini tahlil qilib, o‘z biznes strategiyalarini shu asosda optimallashtirishi mumkin. Shuningdek, yangi mahsulotlar va xizmatlarni yaratishda SI texnologiyalari yordamida innovatsiyalarni amalga oshirish osonlashadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR Raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt innovatsion iqtisodiyotning asosiy poydevori sifatida biznes va savdo korxonalari faoliyatini qayta shakllantirmoqda. Bu texnologiyalar nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshirish, balki yangi biznes imkoniyatlarini yaratish, raqobatbardoshlikni kuchaytirish va mijozlarga sifatli xizmat ko‘rsatish imkoniyatlarini taqdim etmoqda. Shuningdek, raqamli iqtisodiyotning rivojlanishi uchun ta’lim, infratuzilma, huquqiy tizimlar va innovatsiyalarni qo‘llab-quvvatlashda davlat va xususiy sektor o‘rtasida samarali hamkorlik zarur. Bu jarayonlar amalga oshirilsa, o‘zaro bog‘langan global iqtisodiyotda mamlakatlar va kompaniyalar muvaffaqiyatli rivojlanishlari mumkin. Innovatsion iqtisodiyotga o‘tishda raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektning rolini yanada kengaytirish zarur. Buning uchun quyidagi chora-tadbirlar amalga oshirilishi maqsadga muvofiq deb o‘ylayman: 1.Ta’lim va malaka oshirish: Raqamli texnologiyalarni samarali qo‘llay olish uchun kadrlar tayyorlash va ularning malakasini oshirish zarur. Sun’iy intellekt, ma’lumotlar tahlili va raqamli texnologiyalar bo‘yicha ta’lim dasturlari rivojlantirilishi lozim. 2.Raqamli infratuzilmani rivojlantirish: Raqamli texnologiyalarni muvaffaqiyatli joriy qilish uchun mustahkam raqamli infratuzilma yaratish zarur. Bu internet tarmoqlari, ma’lumotlarni saqlash va qayta ishlash tizimlari va xavfsizlik mexanizmlarini o‘z ichiga oladi. Raqamli marketing samaradorligini o‘lchashda an’anaviy usullar hali ham muhim ahamiyatga ega bo‘lsa-da, zamonaviy raqamli metrikalar ularni to‘ldiruvchi asosiy vosita sifatida namoyon bo‘lmoqda. Quyidagi tavsiyalar samaradorlikni oshirishga yordam beradi:

1. Har bir kampaniya uchun aniq KPI va ROI ko‘rsatkichlarini belgilash.
2. Google Analytics va boshqa tahlil vositalaridan tizimli foydalanish.
3. Xodimlar uchun raqamli marketing bo‘yicha malaka oshirish dasturlarini tashkil etish.

ISSN 3030-3907

4. Ma’lumotlarga asoslangan qarorlar (data-driven decisions) qabul qilish madaniyatini rivojlantirish.

5. Mahalliy bizneslar uchun yagona raqamli o‘lchov standartlarini ishlab chiqish.

Ushbu choralar O‘zbekistonda raqamli marketingni yanada samarali qilishga, korxonalar raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kotler, P., & Keller, K. (2016). *Marketing Management.* Pearson Education.
2. Chaffey, D. (2020). *Digital Marketing: Strategy, Implementation and Practice.* Pearson.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 5-oktabrdagi “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish choratadbirlari to‘g‘risidagi PF- 6079-son Farmoni https://lex.uz/ru/docs/-5030957
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021 yil 17-fevraldagi “Sun’iy intellekt texnologiyalarini jadal joriy etish uchun shart-sharoitlar yaratish choratadbirlari to‘g‘risida” PQ-4996-son Qarori https://lex.uz/docs/-5297046
5. I. Rustambekov 6 Aprel 2024, https://yuz.uz/uz/news/ozbekistonda-raqamlitransformatsiya-kelajakni-istiqbollari
6. J.Boykalonov 19 May 2021, https://yuz.uz/uz/news/raqamli-texnologiyalarimkoniyatlari
7. Abduqodirov O.T., Shavkatov N.B. (2023). “Raqamli iqtisodiyotda marketing samaradorligini o‘lchash yondashuvlari.” *Marketing va Innovatsiyalar jurnali*, №2, 45–52-bet.

ISSN 3030-3907

KOBALT-KALSIY SAQLAGAN FTALOSIANIN PIGMENTINING MORFOLOGIK TAHLILI

Sayyora Soatovna Durmanova
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti mustaqil tadqiqotchisi,
190100, Termiz sh., Islom Karimov ko‘chasi, 288a-uy.
E-mail: durmanovasajera247@gmail.com
To‘raev Xayit Xudaynazarovich
Termiz davlat universiteti k.f.d., prof.
190111, Termiz sh., Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.
E-mail: hhturaev@rambler.ru
Nabiyev Dilmurod Abdualiyevich
Termiz davlat universiteti t.f.f.d., dots.,
190111, Termiz sh., Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.
E-mail: dilmurodnabiev@mail.ru
Marg‘uba Yulchiyeva G‘afurjonovna
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Kimyo muhandisligi kafedrasi dotsenti,
190100, Termiz sh., Islom Karimov ko‘chasi, 288a-uy.
E-mail: margubayulchiyeva86@gmail.com
UDK: 667.287.5; 667.287.53; 667.287.543.
ORCID: 0009-0008-4660-4412

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida kobalt va kalsiy ionlari asosida sintez qilingan ftalosianin pigmentining morfologik hamda termik xossalari o‘rganildi. Pigmentning zarracha tuzilishi va yuzasining morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida tahlil qilinib, granulometrik taqsimotning bir tekisligi hamda strukturaviy silliqligi aniqlangan. Elementar tahlil natijalari pigment tarkibida kobalt va kalsiy elementlari mavjudligini tasdiqladi. Termogravimetrik tahlil (TGA/DTA) ma’lumotlariga ko‘ra, sintez qilingan CoCaPc ftalosianin pigmenti yuqori termik barqarorlikka ega bo‘lib, yuqori haroratlarda ham o‘zining kristall va funksional xususiyatlarini saqlab qoladi. Olingan natijalar ushbu pigmentni bo‘yoq sanoati, polimer kompozitlari va issiqlikka chidamli qoplamalar uchun istiqbolli material sifatida qo‘llash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: CoCaPc ftalosianin pigmenti, termogravimetrik tahlil (TGA), differensial termik tahlil (DTA), termik barqarorlik, parchalanish bosqichlari, SEM tasviri, mikrokristallik tuzilma, energiya yutilishi, massa yo‘qotilishi, issiqlikka chidamli material.

ISSN 3030-3907

Abstract. In this research work, the morphological and thermal properties of the phthalocyanine pigment synthesized based on cobalt and calcium ions were studied. The particle structure and surface morphology of the pigment were analyzed using a scanning electron microscope (SEM), and the uniformity of the granulometric distribution and structural smoothness were determined. Elemental analysis results confirmed the presence of cobalt and calcium elements in the pigment. According to the data of thermogravimetric analysis (TGA/DTA), the synthesized CoCaPc phthalocyanine pigment has high thermal stability and retains its crystalline and functional properties even at high temperatures. The obtained results allow the use of this pigment as a promising material for paint industry, polymer composites and heat-resistant coatings.

Keywords: CoCaPc phthalocyanine pigment, thermogravimetric analysis (TGA), differential thermal analysis (DTA), thermal stability, decomposition stages, SEM imaging, microcrystalline structure, energy absorption, mass loss, heat-resistant material.

Аннотация. В данной научной работе были изучены морфологические и термические свойства фталоцианинового пигмента, синтезированного на основе ионов кобальта и кальция. Структура частиц и поверхность пигмента были проанализированы с использованием сканирующего электронного микроскопа (SEM), а также определены равномерность гранулометрического распределения и структурная гладкость. Результаты элементного анализа подтвердили наличие элементов кобальта и кальция в составе пигмента. Согласно данным термогравиметрического анализа (TGA/DTA), синтезированный фталоцианиновый пигмент CoCaPc обладает высокой термической стабильностью и сохраняет свои кристаллические и функциональные свойства даже при высоких температурах. Полученные результаты позволяют рассматривать данный пигмент как перспективный материал для лакокрасочной промышленности, полимерных композитов и термостойких покрытий.

Ключевые слова: Фталоцианиновый пигмент CoCaPc, термогравиметрический анализ (TGA), дифференциальный термический анализ (DTA), тепловая стабильность, стадии разложения, СЭМ-изображение, микрокристаллическая структура, поглощение энергии, потеря массы, термостойкие материал.

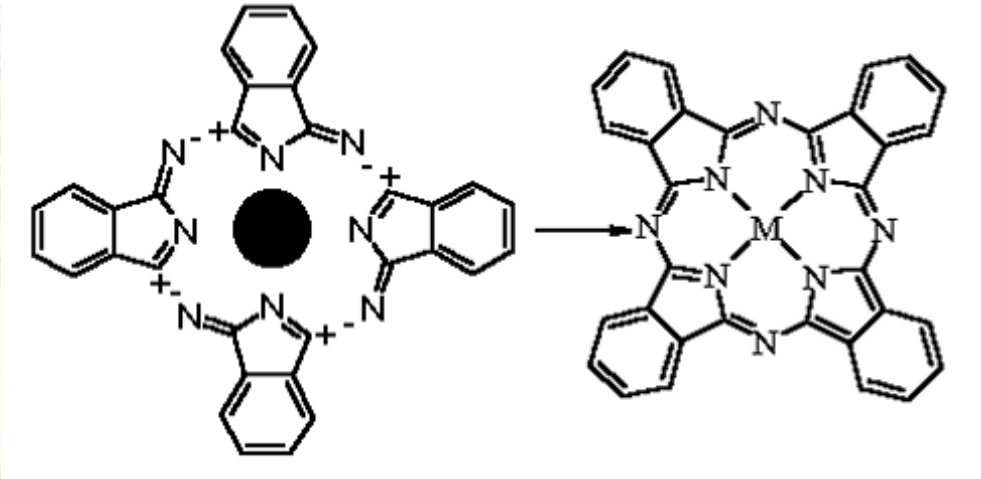
KIRISH.

Hozirgi kunda jahonda ftalosianin pigmentlari asosidagi elektr va optik materiallar, kimyoviy sensorlar, quyosh batareyalari, fotodinamik saraton terapiyasi kabi ilg‘or texnologiyalar keng rivojlanmoqda. Yaqinda ftalosianin

ISSN 3030-3907

molekulalaridan yangi gaz datchiklari, energiya konvertorlari va katalitik membranalarni ishlab chiqarish uchun ikki o‘lchovli tuzilmalarni yaratish mumkinligi ko‘rsatildi [1].

Ayni paytda 70 dan ortiq turli xil ftalosianinlar (Pc) ma’lum. Ftalosianinlar (Pc) - ftalodinitril o‘z mezomerik shaklida metall ioni atrofida guruhlana boshlaydi, bu esa makrosikl hosil bo‘lishiga olib keladi. Metall atrofida to‘rt molekula ftalodinitril atomi tekis aromatik makrohalqa tetramerini hosil qiladi (1-rasm). Ftalosianin halqasining markazida joylashgan metall ionining xususiyati (MPc) ning fizik-kimyoviy xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, metall ioni kompleksga almashtirilganda, makrosiklik halqaning oksidlanish-qaytarilish xossalari yoki fotokimyoviy qo‘zg‘alish holatining xossalari keskin o‘zgaradi [2].



1-rasm. Metall atomining to‘rt molekula ftalodinitril makrohalqalari bilan tekis aromatik tetramerlanashi

Ftalosianin - makrosiklik tuzilishga ega bo‘lib, 18 π elektronni o‘z ichiga olgan birikma. Ftalosianinlarda sikldagi H atomlari bilan, metall ionlari o‘zaro almashinishi hisobiga metall ftalosianinlar sintez qilinadi. Bundan tashqari, ularning strukturasidagi 18 ion elektronlar elektron uzatish reaksiyalaridan va periferik yoki periferik bo‘lmagan almashinishlarda asosiy o‘rinda turadi [3]

Turli ftalosianinlarning spektroelektrokimyoviy tahlili nanomorfologik xossalari o‘rganilgan. Kobalt ftalosianin bilan grafit elektrodining yuzasini modifikatsiyalash yordamida olingan. Bunda, elektr o‘tkazuvchan material sifatida qo‘llanilgan ftalosianinlar grafit yuzasining morfologiyasini tahlil qilishda qo‘llaniladi [4].

Porfirin va ftalosianin halqasiga ega bo‘lgan birikmalarning nurni yutish soalari, toksik emasligi va yuqori fotokimyoviy samaradorligi tufayli fotosensiblizatorlar sifatida fotodinamik terapiya jarayonida ham qo‘llaniladi [5].

Mis ftalosianin asosida turli xil ftalosianin bo‘yoqlari tayyorlanishi mumkin. Paxta, viskoza, yarim jun va ipak uchun to‘g‘ridan-to‘g‘ri bo‘yoq sifatida

ISSN 3030-3907

ishlatiladi, ftalosianinga birikkan Al_2O_3 va bariy tuzi firuza pigmenti sifatida, matbaa va qog‘oz sanoatida, gulqog‘oz ishlab chiqarishda ishlatiladi [6]. Bundan tashqari, ftalosianinlar bir qator kimyoviy sintezlarda, shuningdek texnologiyaning turli sohalarida katalizator sifatida ishlatiladi. Ko‘pchilik metall ftalosianinlar: ftalosianin bo‘yoqlari, yarimo‘tkazgichlar, elektrofotografiyaning fotokonduktorlari va quyosh batareyalari ishlab chiqarishda muhim o‘rin egallaydi [7].

Termik usulda kengaytirilgan π-sistemalarga ega bo‘lgan birikmalarga ftalosianin xalqasidagi benzol guruhini naftol guruhiga almashtirish orqali olinadi. Naftalosianinlar ham metallar bilan tegishli kompleks birikmalarni hosil qiladi. Mis, magniy, vanadiy va kobalt metallarining komplekslari sintezida ammoniy molibdat ishtirokida 260-270 °C da nisbatan yuqori unum bilan olinadi. 220 °C va karbamid ishtirokida olib boriladigan reaksiyalar nisbatan past unum bilan boradi. Bu reaksiyalarni dimetilsulfoksid, tetragidrofuran kabi erituvchilar muhitida olib borilganda esa unum 50% dan ortmaydi [8].

MATERIALLAR VA USULLARI.

CoCaPc ftalosianin pigmentni sintez qilish uchun ftal angidrid, karbamid hamda kobalt (II) va kalsiyning tuzlari xomashyo sifatida tanlab olindi. Ftal angidrid molekulasi ftalosianin halqasining asosiy skeletini hosil qilishda muhim rol o‘ynaydi. Karbamid esa halqa yopilish jarayonida reaksiyada bevosita ishtirok etdi. Kobalt (II) va kalsiy atomlari markaziy atom sifatida pigment kompleksini barqarorligini ta‘minladi, kalsiy esa qo‘shimcha ravishda strukturaning issiqlikga, yorug‘likka chidamliyligini hamda pigmentning yuqori rang berish qobiliyatiga ega ekanligi aniqlandi. Sintez reaksiya jarayoni yuqori haroratda olib borildi. Natijada intensiv rangli suyuq faza hosil bo‘lib, undan filtratsiya va quritish yo‘li bilan kobalt-kalsiy ftalosianin pigmenti ajratib olinadi.

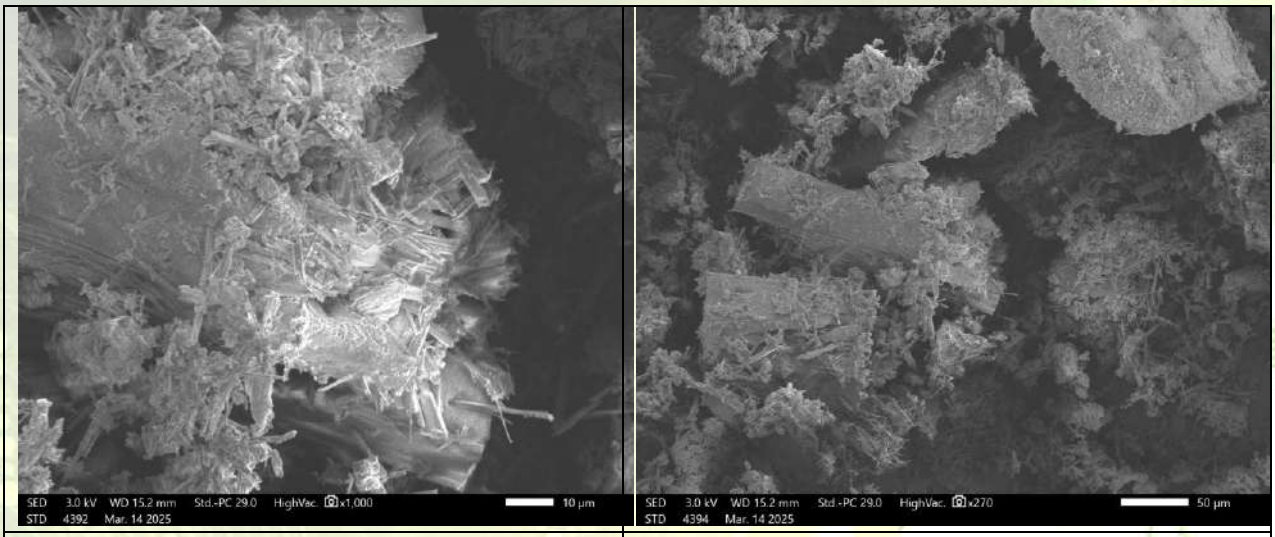
Hosil bo‘lgan pigmentning morfologik xususiyatlari va zarracha tuzilishini aniqlash maqsadida namunalar JEOL kompaniyasining JSM-IT210 modelli skanerlovchi elektron mikroskopi (SEM) yordamida tahlil qilindi.

Birikmaning termik xususiyatlarini o‘rganish uchun termogravimetrik analizi bajarilgan. Yaponiyada ishlab chiqarilgan SHIMADZU DTG-60 termik analiz qurilmasida 20-600 °C haroratlar oralig‘ida bir vaqtning o‘zida TG va DTG analizlari bajarilgan.

NATIJALAR.

1. Sintez qilingan kobalt-kalsiy saqlovchi ftalosianin pigmenti JEOL JSM-IT210 energodispersion mikroanaliz sistemasi bilan ta’minlangan, skanerlovchi elektron mikroskori bilan o‘rganildi.

ISSN 3030-3907



a)	b)

1-rasm. Kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentining SEM tasvirlari, a) 10 µm b) 50 µm marta kattalashgan holati

Olingan yangi kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentining morfologiyasini o‘rganishda SEM usulidan foydalanildi. Kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentining fizik-kimyoviy xususiyatlarini to‘liq tushunish uchun ularning morfologiyasi va tuzilishini chuqur o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi. Olingan tasvirlar JEOL kompaniyasining JSM-IT210 modeli yordamida olingan bo‘lib, u Oxford Instruments kompaniyasining InTouchScope™ seriyasiga tegishli bo‘lgan EDS tizimi bilan jihozlangan. SEM usuli kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentining sirt hamda morfologik tuzilishini mikroskopik xususiyatlarini tahlil qilish uchun qo‘llaniladi. SEM tahlili jarayonida turli tezlashtiruvchi kuchlanishda ikkilamchi elektronlarda 5-20 kV qo‘llanilgan bo‘lib, har biri materialning turli jihatlarini o‘rganishga yo‘naltirilgan. Bu kattalashtirish darajalari materialning nozik tuzilishlari, g‘ovaklik darajasi hamda umumiy morfologik xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi (1-rasm). (a) 10 µm kattalashtirish darajasida kobalt-kalsiy saqlagan ftalosianin pigmentining yirikroq morfologik elementlarini, masalan, nisbatan katta g‘ovaklar yoki agregatlar mavjudligini aniqlash imkonini beradi. (b) 50 µm kattalashtirish darajasi esa materialning makroskopik xususiyatlarini, jumladan, katta agregatlarning shakllanishini tahlil qilish imkonini beradi.

Tarkibida turli metallar tutgan metall organik pigmentlar tarkibidagi metall miqdorini aniqlash maqsadida, sintez qilingan pigmentlar bug‘latish usulida element tahlili amalga oshirildi. Quyidagi jadvalda metall tutgan organik pigmentning element tahlili keltirilgan.

Keltirilgan elementar tahlillarga asoslanib pigment tarkibidagi elemenlarning tahlili 100 massa qismga nisbatan jadval ko‘rinishida aks ettirildi (1-jadval).

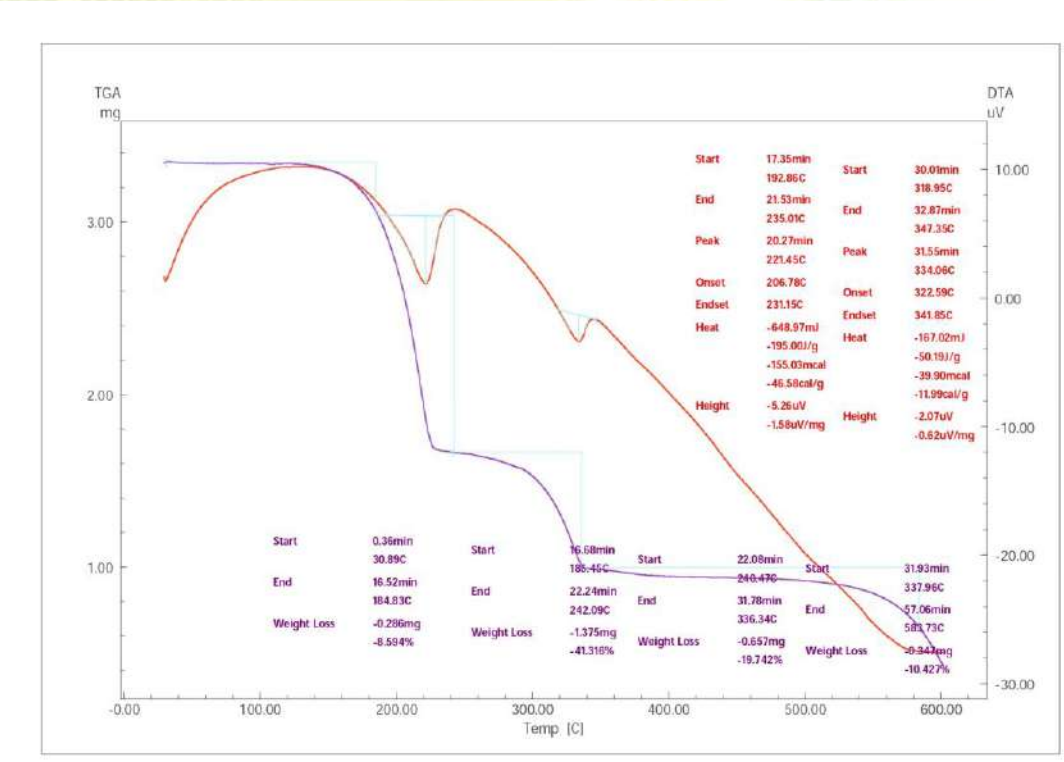
ISSN 3030-3907

1-jadval

Element	Miqdor %	Sigma %
C	55,8	0,14
N	17,83	0,38
O	21,11	0,25
Co	2,5	0,06
Ca	2,77	0,04
Summa:	100.00	

2. Sintez qilingan CoCaPc ftalosianin pigmentning termogravimetrik va differensial termik tahlili.

Sintez qilingan CoCaPc ftalosianin pigmentining termogravimetrik tahlili uchun pigmentdan 7,187 mg olinib, jarayon 600°C gacha haroratda o‘rganildi. Ftalosianin pigmentning termogravimetrik derivatogrammasi (TGA) va differensial termogravimetrik tahlili (DTA) quyidagi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. CoCaPc ftalosianin pigmentining derivatogrammasi

CoCaPc ftalosianin pigmentining termogravimetrik egri chizig‘i tahlili shuni ko‘rsatadiki, TGA egri chizig‘i asosan 4 ta intensiv massa yo‘qotiladigan harorat oralig‘ida amalga oshadi. 1-massa yo‘qotiladigan oraliq 32,8 - 191,8°C haroratga, 2 – massa yo‘qotiladigan oraliq 191,8 – 249,7°C haroratga, 3-massa yo‘qotiladigan oraliq esa 251,6 – 348,3°C haroratga, 4-massa yo‘qotiladigan oraliq esa 349,6 – 600°C haroratga mos keladi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, 1-massa yo‘qotiladigan oraliqda massa yo‘qotilishi 0,686 mg, ya’ni 9,545 % kuzatilgan bo‘lsa, 2-massa

ISSN 3030-3907

yo‘qotiladigan oraliqda intensiv parchalanish jarayoni sodir bo‘ladi. Bu oraliqda massa yo‘qotilishining asosiy miqdori 3,2 mg, ya’ni 43,5 % amalga oshadi. 3-massa yo‘qotiladigan oraliqda massa yo‘qotilishi 1,5 mg, ya’ni 20,6 % kuzatilgan va 4 – massa yo‘qotiladigan oraliqda massa yo‘qotilishi 0,25 mg, ya’ni 3,5 % ni tashkil etadi.

Bundan ko‘rinadiki, birinchi massa yo‘qotilishida ortiqcha namlik va kristallogidrat suvining yo‘qotilishi ro‘y beradi. Ikkinchi va uchinchi massa yuqotishlarida asosiy parchalanish bosqichida is gazi, karbonat angidrid, azot kabi quyi molekulyar birikmalar holatida organik qismning parchalanishidan so‘ng asosan metall karbonatlari, oksidlari aralashmasi shuningdek, qisman ko‘mir qoladi. To‘rtinchi parchalanish bosqichida karbonatlar ham parchalanadi va metall oksidari va ko‘mir qoldiqlari qoladi.

CoCaPc ftalosianin pigmentining differensial termogravimetrik tahlili 1-rasmda keltirilgan. Ftalosianin pigmentining differensial termogravimetrik tahlilidan ma’lum bo‘ldiki, 191,8 – 253,9°C va 324,8 – 357,6°C oralig‘larida energiyaning yutilishi yuz berganini ko‘rish mumkin. Eng yuqori issiqlik yutilishilari 234,4°C va 347,24°C haroratlarda yuzaga keladi.

2-jadval

CoCaPc ftalosianin pigmentining turli haroratlarda kuzatilgan massa yo‘qotilishi va energiya sarfi

№	Temperatura, °C	Yo‘qotilgan massa, mg (7,187mg)	Yo‘qotilgan massa, mg, %	Sarflanadigan energiya miqdori (µV*s/mg)	Sarflangan vaqt (min)	dw (mg)
1	100	0,008	0,11	8.014000	7,3	7.179
2	200	0,986	13,7	1.469000	17,45	6.201
3	300	3,99	55,5	-0.266000	27,4	3.197
4	400	5,348	74,4	-10.039001	37,6	1.839
5	500	5,43	75,5	-23.292002	47,8	1.756
6	600	6,08	84,6	-31.865002	58,08	1.105

Turli haroratlarda moddaning termik parchalanish natijalarining tahlili 2-jadvalda berilgan. Jadvalga asoslanib shuni aytish mumkinki, asosiy parchalanish jarayoni 235-365°C oralig‘ida ro‘y beradi. Bu esa ftalosianin pigmentining yuqori barqarorligi va intensiv rangi tufayli bo‘yoq sanoati, plastmassa hamda polimer materiallari, qoplamalar shuningdek, fotoelektronikada qo‘llash imkoniyatini beradi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotlar natijasida kobalt va kalsiy asosida sintez qilingan ftalosianin pigmentlari morfologik jihatdan barqaror tuzilishga ega ekanligi aniqlandi. SEM tasvirlari pigment zarrachalari sirtida mikrokristallar mavjudligini ko‘rsatadi. Termogravimetrik (TGA/DTA) tahlillar asosiy parchalanish jarayonining 235–365°C oralig‘ida kechishini va pigmentlarning yuqori termik barqarorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Ushbu ilmiy natijalar sintez qilingan pigmentlarning bo‘yoq sanoati, polimer kompozitlari, issiqlikka chidamli qoplamalar hamda fotoelektronika sohalarida amaliy qo‘llash imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Wood J., Viruses rise to the surface// Materialstoday, 2006, vol.9, № 4, pp.15.
2. Белогорохов И. А. Ортические и электрические свойства полупроводниковых структур на основе молекулярных комплексов фталоцианинов, содержащих ионы лантанидов в качестве комплексообразователя. // Диссертация. Москва-2009. (стр.17)
3. Sesalan, B.Ş., A. Koca, and A. Göl, Water soluble novel phthalocyanines containing dodeca-amino groups. Dyes and Pigments, 2008. 79, №3 pp. 259-264.
4. Mansfeldová V. K.M., Tarábková H., Janda P., Nesměrák K. Versatile cell for in-situ spectroelectrochemical and ex-situ nanomorphological characterization of both water soluble and insoluble phthalocyanine compounds // Monatshefte fur Chemie. Springer-Verlag Wien, 2016. Vol. 147, № 8. P. 1393–1400.
5. Ion R.M. The use of phthalocyanines and related complexes in photodynamic therapy // Photosensitizers in Medicine, Environment, and Security. Springer Netherlands, 2012. Vol. 9789048138. P. 315–349.
6. Степанян А. А., Бернашевский Н. В., Кулыгина З. П., Исак А. фталоцианиновые пигменты // висник схидноукраинського национального университету имени Володимира Даля. – 2014 (216) - № 9 – С 41
7. Heliogen® pigments: product information [Электронный ресурс] // URL:https://worldaccount.basf.com/wa/NAFTA~en_US/Catalog/Pigments/pi/BASF / Brand/heliogen (дата обращения: 05.10.2018).
8. Дубинина Т.В., Томилова Л.Г., Зефиров Н.С. Синтез Фталоцианинов С Расширенной Системой Пи-Электронного Сопряжения // Успехи Химии. 2013. Vol. 82, № 9. С. 865–895.

ISSN 3030-3907

BUXORO VA QORAKO‘L VOHALARI BIOTSENOZLARIDA PLASTINKAMOYLOVLI QO‘NG‘IZLAR (COLEOPTERA: SCARABAEIDAE) FAUNASINING ZAMONAVIY HOLATI

Alimova Luiza Xalilovna
BuxDU, Biologiya kafedrasi dotsenti, b.f.f.d.
Mo‘minova Madinabonu Umidjon qizi
BuxDU, biologiya ta’lim yo‘nalishi 2-bosqich magistranti
Istamova Ruxsora Rustam qizi
BuxDU, Biologiya ta’lim yo‘nalishi 4-bosqich talabasi
E-mail: l.x.alimova@buxdu.uz,
Tel: 90-513-59-10

Annotatsiya. Maqolada Buxoro va Qorako‘l vohalarining tabiiy biotsenozlari hamda agrotsenozlarida tarqalgan plastinkamo‘ylovli qo‘ng‘izlar (Coleoptera: Scarabaeoidea) faunasining zamonaviy holati va ekologik xususiyatlari keltirilgan. 2019–2023-yillarda olib borilgan tadqiqotlar natijasida hududda 7 ta kenja oila, 13 ta triba va 17 ta avlodga mansub jami 26 turga oid 27 ta takson (shundan 5 tasi kenja tur) ro‘yxatga olindi. Turlar xilma-xilligi bo‘yicha Scarabaeinae (8 tur) va Melolonthinae (7 tur) kenja oilalari dominantlik qiladi. *Onthophagus vacca* (Linnaeus, 1767) turi O‘zbekiston faunasi uchun birinchi marta qayd etildi.

Kalit so‘zlar: qattiqqanotlilar, Scarabaeoidea, biotsenoz, agrotsenoz, endemik, fauna, Buxoro vohasi.

Аннотация. В статье представлены современное состояние и экологические характеристики фауны жуков-скарабеев (Coleoptera: Scarabaeoidea), распространенных в естественных биоценозах и агроценозах Бухарского и Каракульского оазисов. В результате исследований, проведенных в 2019–2023 годах, в регионе зарегистрировано 27 таксонов (5 из которых являются подвидами), принадлежащих к 26 видам, относящимся к 7 подсемействам, 13 трибам и 17 родам. По видовому разнообразию доминируют подсемейства Scarabaeinae (8 видов) и Melolonthinae (7 видов). Вид Onthophagus vacca (Linnaeus, 1767) впервые зарегистрирован в фауне Узбекистана.

Ключевые слова: жуки-скарабеи, Scarabaeoidea, биоценоз, агроценоз, эндемик, фауна, Бухарский оазис.

Abstract. The article presents the current state and ecological characteristics of the fauna of scarab beetles (Coleoptera: Scarabaeoidea) distributed in the natural biocenoses and agrocenoses of the Bukhara and Karakul oases. As a result of research conducted in 2019–2023, 27 taxa (5 of which are subspecies) belonging to a total of 26 species belonging to 7 subfamilies, 13 tribes and 17 genera were registered in the region. In terms of species diversity, the subfamilies Scarabaeinae

ISSN 3030-3907

(8 species) and Melolonthinae (7 species) dominate. The species Onthophagus vacca (Linnaeus, 1767) was recorded for the fauna of Uzbekistan for the first time.
Keywords: scarab beetles, Scarabaeoidea, biocenose, agrocenose, endemic, fauna, Bukhara oasis.

KIRISH.

Biologik xilma-xillikni saqlash va turli jamoalarning barqarorligini saqlab qolish zamonaviy ekologiyaning eng muhim vazifasidir. Ekosistemalar va ularning alohida komponentlarini fundamental tadqiqotlarsiz bu maqsadlarga erishib bo‘lmaydi. Bulardan bittasi ekotizimlarning barqarorligi va faoliyat ko‘rsatishining rolini ochib beruvchi yo‘nalishlardir.

Qattiqqanotlilar orasida plastinkamo‘ylovli qo‘ng‘izlar alohida ahamiyat kasb etadi. Plastinkamo‘ylovli qo‘ng‘izlar tabiatning muhim qismlaridan biri bo‘lib, modda almashinuviga sezilarli hissa qo‘shadi. Ularning tabiiy tizimlar va agrotsetnozlardagi o‘rni beqiyosdir. Shuningdek, ular qattiqqanotlilar (turkumi) orasida turlarining ko‘pligi bo‘yicha yetakchi o‘rinlardan birini egallaydi. Ularning ozuqa aloqalari ham juda turli-tuman. Ular orasida oziqlanishiga ko‘ra keratofaglar (hayvonlarning qattiq qoldiqlari-jun, pat, quruq murdalar bilan oziqlanuvchi), kaprofaglar (go‘ng bilan oziqlanuvchi), ksilofag-detritofaglar (chiriyotgan yog‘ochlik bilan oziqlanuvchi) va rizofaglar (o‘simlik ildizlari bilan oziqlanuvchi) guruhlarni ajratish mumkin [11; 80-87 b.]

Plastinkamo‘ylovlilarning barcha ekologik guruhlari tabiatdagi ozuqa zanjirlarida muhim o‘rin tutsada, ulardan faqat rizofaglar agrotsenozlarda zararkunanda hasharotlar sifatida ekinlarga zarar yetkazadi. Yoppasiga ko‘paygan yillarda ushbu qo‘ng‘izlarning lichinkasidan mevali daraxtlar va tok o‘simligi jiddiy zarar ko‘radi [10; 232 b.; 11; 87-99 b.].

TADQIQOT MATERIALLARI VA USLUBLARI.

Tadqiqotlar 2019-2023 yillar davomida Buxoro viloyati Shofirkon va Jondor tumanlarida olib borildi.

Gerpetobiont qattiqqanotli hasharotlarni yig‘ish uchun tuproq tutqichlari, tuproq qazilmalari, yorug‘lik tutqichlar, eksgauster va qo‘l bilan terish uslublaridan foydalanildi. Material yig‘ish tabiiy biotsenozlarida har oyda ikki marta uyushtiriladigan qisqa muddatli (3-5-kunlik) ekspeditsiyalar, agrotsenozlarda esa doimiy kuzatuvlar asosida amalga oshirildi.

Yorug‘lik tutqichlari kunning oxiridan erta tonggacha qo‘yildi va bunda spiralli, energiya tejovchi lyuminissent va ultrabinafsha nur chiqaruvchi lampalardan foydalanildi [8; 101-167 b.]. Tutqichga tushgan hasharotlar maxsus voronka orqali idishlarga yig‘ildi. Bundan tashqari yorug‘likka kelgan hasharotlar eksgauster (mayda hasharotlar) [9; 40-45 b.] va penset yordamida ham terib olindi.

ISSN 3030-3907

Ko‘pchilik plastinkamo‘ylovli qo‘ng‘izlarning tunda faolligi hisobga olingan holda hasharotlarni qo‘l bilan terish ishlari tunda yorituvchi fonarlar yordamida ham amalga oshirildi. Plastinkamo‘ylovli qo‘ng‘izlarning ayrim turlari yetuk davrini yig‘ish uchun o‘simliklarning gullari, barglari, daraxtlar po‘slog‘i oralig‘i, to‘nka va chiriyotgan o‘simlik qoldiqlari hamda chorva mollari saqlanadigan og‘ilxonalar ko‘zdan kechirildi.

Tirik holda yig‘ib olingan hasharotlarni jonsizlantirish uchun etilasetat eritmasidan foydalanildi.

NATIJALAR.

Plastinkamo‘ylovli qo‘ng‘izlar qattiqqanotli hasharotlar orasida o‘ziga xos o‘rin tutadi va bitta katta oilani (Scarabaeoidea Latreille, 1802) o‘z ichiga oladigan alohida Scarabaeiformia Crowson, 1960 seriyasini tashkil etadi. Hozirgi kunda bu katta oila tarkibidagi oilalar va kenja oilalar soni haqida aniq tasavvurlar mavjud emas. Scarabaeidae (Plastinkamo‘ylovlilar) oilasi eng yirik oilalardan biri bo‘lib, dunyo bo‘yicha qariyb 27 800 ta turni o‘z ichiga oladi. Ular 16 ta kenja oila, 82 ta triba va 94 ta kenja tribaga tizimlashtirilgan [7; 43-49 b.]. Turli tadqiqotchilar tomonidan ajratiladigan oilalar soni 3 tadan 20 tagacha yetadi [12; 88-92].

Tadqiqotlarda aniqlangan turlarning sistematik ro‘yxati:

Scarabaeidae oilasiga mansub turlar ro‘yxati

Turkum: Coleoptera Linnaeus, 1758 (Qattiqqanotlilar)

Katta oila: Scarabaeoidea Latreille, 1802 (Plastinkamo‘ylovlisimonlar)

Oila: Scarabaeidae Latreille, 1802 (Plastinkamo‘ylovlilar)

Kenja oila: Aphodiinae Leach, 1815

Triba: Aphodiini Leach, 1815

Avlod: *Bodilus Mulsant* & Rey, 1870

***Bodilus caspius* (Ménétriés, 1832)**

Material: Buxoro vil., Olot tum., Hamza-1, Amu-Buxoro kanali yaqini, 39º20'18.4" N, 64º07'14.4" E, qum va qirg‘oq biotoplari, 3–4.V.2021 - 2 ta; Qorovulbozor, “Jayron” ekomarkazi, 39º33'57.6" N, 64º42'08.1" E, 11–12.V.2021, 2 ta; Jondor, agrotsenoz, 39º40'20"N, 64º04'47" E, 17.IV.2021, 3 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, bedazor, paxtazor, 39º40'22" N, 64º04'41"E, 20.IV.2022, 26.III.22, 10.V.22, 18 ta.

Tarqalishi: Yevropa: Ozarbayjon, Armaniston, Gruziya, Maldova, Ruminiya, Ukraina; Osiyo: Eron, Turkmaniston, Qirg‘iziston, Qozog‘iston, O‘zbekiston, Mongoliya, Rossiya [6].

Kenja oila: Scarabaeinae Latreille, 1802

Triba: Scarabaeini Latreille, 1802

Avlod: *Scarabaeus Linnaeus*, 1758

ISSN 3030-3907

***Scarabaeus babori* Balthasar, 1934**

Material: Buxoro vil., Qorovulbozor, “Jayron” ekomarkazi, 11–12.V.2021, 2 ta; Olot tum., Hamza-1, 3–4.V.2021, 2 ta; Shofirkon tum., Jilvon cho‘li, 12.XI.2021, 5 ta.

Tarqalishi: Afg‘oniston, Eron, Iordaniya, Pokiston, Turkiya, Tojikiston, Turkmaniston, Qozog‘iston, Qirg‘iziston, O‘zbekiston [4; 6].

***Scarabaeus transcaspicus* Stolfa, 1938**

Material: Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 2 ta; Qorako‘l tum., Zamonbobo, 2.IV.2022, 1 ta; Shofirkon tum., To‘rtquduq cho‘li, 8.V.2022, 1 ta; Olot tum., Hamza-1, 3.V.2021, 7 ta; Qashqadaryo vil., Mirishkor tum., 11.IV.2022, 3 ta.

Tarqalishi: Afg‘oniston, Eron, Qozog‘iston, Turkmaniston, Tojikiston, O‘zbekiston [4].

***Scarabaeus carinatus* (Gebler, 1841)**

Material: Qorako‘l tum., Zamonbobo, 2.IV.2022, 4 ta; Shofirkon tum., To‘rtquduq, 8.V.2022, 1 ta; Olot tum., Hamza-1, 3.V.2021, 2 ta.

Tarqalishi: Afg‘oniston, Eron, Qirg‘iziston, Qozog‘iston, Turkmaniston, Tojikiston, O‘zbekiston [4].

Triba: Coprini Leach, 1815

***Avlod: Copris Geoffroy*, 1762**

***Copris hispanus cavolinii* (Petagna, 1792)**

Material: Buxoro tum., Mohi xossa, 10.V.2021, 1ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 25.IV.2022, 2 ta; Qorako‘l tum., Zamonbobo, 2.IV.2022, 1 ta; Shofirkon tum., To‘rtquduq, 8.V.2022, 1 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyoning ko‘plab davlatlari, shu jumladan O‘zbekiston [4].

***Copris lunaris* (Linnaeus, 1758)**

Material: Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 2 ta; Shofirkon tum., To‘rtquduq, 8.V.2022, 1 ta; Olot tum., Hamza-1, 3.V.2021, 2 ta; Qashqadaryo vil., Mirishkor tum., 11.IV.2022, 2 ta.

Tarqalishi: Yevropaning barcha davlatlari, Osiyo (shu jumladan O‘zbekiston), Avstraliya [4].

Triba: Onitini Castelnau, 1840

***Avlod: Onitis Fabricius*, 1798**

***Onitis humerosus* (Pallas, 1771)**

Material: Jondor, Bo‘ribog‘i, 19.VI.2022, 1♂, 10.V.2022, 1♀; Olot tum., Hamza-1, 3.V.2021, 2 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyoning ko‘plab davlatlari [4].

ISSN 3030-3907

Triba: Onthophagini Streubel, 1846

***Avlod: Onthophagus Latreille*, 1802**

***Onthophagus vacca* (Linnaeus, 1767)**

Material: Jondor, Bo‘ribog‘i, 19.VI.2022, 2 ta, 10.V.2022, 1 ta; Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 2 ta.

Tarqalishi: Yevropa, Afrika, Osiyo [4]. O‘zbekiston uchun yangi topilma.

***Onthophagus taurus* (Schreber, 1759)**

Material: Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 2 ta; Jondor, agrotsenoz, 17.IV.2021, 3 ta.

Tarqalishi: Kosmopolit tur, jumladan O‘zbekiston [4].

Kenja oila: Dynastinae MacLeay, 1819

Triba: Oryctini Mulsant, 1842

Avlod: Oryctes Hellwig, 1798

***Oryctes nasicornis turcestanicus* Minck, 1914**

Material: Olot tum., Hamza-1, 3.V.2021, 1 ta; Shofirkon tum., Mohi xossa, 10.V.2021, 2 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 25.IV.2022, 2 ta; Qorako‘l, bedapoya, 10.V.2022, 3 ta.

Tarqalishi: Qozog‘iston, Qirg‘iziston, Turkmaniston, O‘zbekiston, Xitoy [4].

***Oryctes nasicornis punctipennis* Motschulsky, 1860**

Material: Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 6 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 10.V.2022, 4 ta.

Tarqalishi: Rossiya, Qozog‘iston [4].

Triba: Pentodontini Mulsant, 1842

***Avlod: Pentodon Hope*, 1837**

***Pentodon bidens bidens* (Pallas, 1771)**

Material: Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 2 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 10.V.2022, 5 ta.

Tarqalishi: Yevropa, Osiyo [4].

***Pentodon brachypterus* Gusakov, 2004**

Material: Shofirkon tum., To‘rtquduq cho‘li, 8.V.2022, 1 ta; (Navoiy va Buxoro cho‘llaridan ham qayd etilgan).

Tarqalishi: Turkmaniston, O‘zbekiston [4].

Kenja oila: Melolonthinae MacLeay, 1819

Triba: Melolonthini Leach, 1819

Avlod: Melolontha Fabricius, 1775

***Melolontha hippocastani* Fabricius, 1801**

Material: Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 2 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 17.IV.2021–12.V.2022 oralig‘ida 13 ta; Romitan tum., 1 ta.

ISSN 3030-3907

Tarqalishi: Yevropa, Osiyo [4].

***Melolontha melolontha* (Linnaeus, 1758)**

Material: Jondor, Bo‘ribog‘i, 10.V.2022, 3 ta; Shofirkon, Mohi xossa, 12.V.2021, 2 ta; Romitan tum., 1 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyo.

***Melolontha afflicta afflicta* Ballion, 1871**

Material: Shofirkon, Mohi xossa, 10.V.2021, 11 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 25.IV.2022, 6 ta; Olot, Hamza-1, 3–4.V.2021, 2 ta; Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 5 ta.

Tarqalishi: O‘zbekistonning endemik turi.

***Avlod: Polyphylla Harris*, 1841**

***Polyphylla alba* (Pallas, 1773)**

Material: Shofirkon, Mohi xossa, 10.V.2021, 2 ta; Qorako‘l, bedapoya, 10.V.2022, 3 ta.

Tarqalishi: Yevropa va O‘rta Osiyo [4].

***Polyphylla adspersa* Motschulsky, 1854**

Material: Shofirkon, Mohi xossa, 10.V.2021, 2 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 25.IV.2022, 2 ta; Qorako‘l, bedapoya, 10.V.2022, 3 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyo [4].

Triba: Rhizotrogini Burmeister, 1855

***Avlod: Amphimallon Latreille*, 1825**

***Amphimallon solstitiale* (Linnaeus, 1758)**

Material: Shofirkon, Mohi xossa, 10.V.2021, 1 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i, 25.IV.2022, 3 ta; Qorako‘l, bedapoya, 10.V.2022, 5 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyo [4].

***Amphimallon sogdianum* Nikolajev, 2001**

Material: Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 3 ta; Shofirkon, To‘rtquduq, 8.V.2022, 2 ta; Romitan, Gazli, 12.IV.2022, 3 ta; Olot, Hamza-1, 3.V.2021, 5 ta.

Tarqalishi: O‘zbekistonning endemik turi.

Kenja oila: Rutelinae MacLeay, 1819

Triba: Anomalini Streubel, 1839

***Avlod: Phyllopertha Stephens*, 1830**

***Phyllopertha horticola* (Linnaeus, 1758)**

Material: Olot tum., Hamza-1, 3–4.V.2021, 2 ta; Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 2 ta; Jondor, Bo‘ribog‘i va agrotsenoz, turli sanalarda jami 13 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyo [4; 6].

Kenja oila: Cetoniinae Leach, 1815

Triba: Cetoniini Leach, 1815

ISSN 3030-3907

***Avlod: Cetonia Fabricius*, 1775**

***Cetonia (Cetonia) aurata* (Linnaeus, 1758)**

Material: Olot, Hamza-1, 3–4.V.2021, 7 ta; Qorovulbozor, “Jayron”, 11–12.V.2021, 5 ta; Jondor, 17.IV.2021–20.IV.2022, 8 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyo (4).

***Avlod: Protaetia Burmeister*, 1842**

***Protaetia (Philhelena) ungarica* (Herbst, 1790)**

Material: Olot, Hamza-1 va Kesakli, 4 ta; Qorovulbozor, “Jayron”, 2 ta; Jondor, 3 ta; Romitan, Gazli, 4 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyo [4; 6].

***Avlod: Oxythyrea Mulsant*, 1842**

***Oxythyrea cinctella* (Schaum, 1841)**

Material: Buxoro sh., 60 ta; Jondor tumani bo‘yicha turli sanalarda jami 41 ta.

Tarqalishi: Yevropa va Osiyo [4; 6].

***Avlod: Tropinota Mulsant*, 1842**

***Tropinota (Epicometis) hirta* (Poda, 1761)**

Material: Olot, Hamza-1, 2 ta; Qorovulbozor, “Jayron”, 2 ta; Jondor tumani, jami 21 ta.

Tarqalishi: Yevropa, Afrika, Osiyo [4; 6].

Triba: Valgini Mulsant, 1842 *(Izoh: Valginae fanda mustaqil kenja oila emas, balki Cetoniinae tarkibidagi triba sifatida yuritiladi)*

***Avlod: Valgus Scriba*, 1790**

***Valgus hemipterus* (Linnaeus, 1758)**

Material: Olot, Hamza-1, 2 ta; Qorovulbozor, “Jayron”, 2 ta; Jondor, turli biotoplardan 6 ta.

Tarqalishi: Yevropa, Afrika, Osiyo, Nearktika [202; 6].

MUHOKAMA.

Tadqiqotlar natijasida Buxoro viloyatini biotsenozlaridan plastinkamo‘ylovli qo‘ng‘izlarning 7 ta kenja oila, 13 ta triba, 17 ta avlodga mansub 26 turi (kenja turlar bilan 27 ta) aniqlandi. Tur xilma-xilligi bo‘yicha Scarabaeinae (8 tur) va Melolonthinae (7 tur) kenja oilalari mutlaq dominantlik qiladi.

Xulosa. Buxoro va Qorako‘l vohalari biotsenozlari hamda agrotsenozlarida olib borilgan tadqiqotlar natijasida qattiqqanotlilarning Plastinkamo‘ylovlisimonlar (Scarabaeoidea) katta oilasiga mansub jami 26 turga oid 27 ta takson (shundan 5 tasi kenja tur) aniqlandi. Faunistik tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tur xilma-xilligi bo‘yicha hududda Scarabaeinae (8 tur) va Melolonthinae (7 tur) kenja oilalari mutlaq dominantlik qiladi. Shuningdek,

ISSN 3030-3907

Onthophagus vacca (Linnaeus, 1767) turi O‘zbekiston faunasi uchun ilk bor qayd etildi. Olingan natijalar hudud entomofaunasi kadastrini takomillashtirish va zararkunandalarga qarshi kurashishda muhim ilmiy manba bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Alimova L. K. et al. Diversity and features of the fauna of herpetobiont beetles (Carabidae, Tenebrionidae, Elateridae, Scarabaeidae) of the Lower Zeravshan, Uzbekistan //Biosystems Diversity. – 2024. – T. 32. – №. 1. – C. 73-82.
2. Baxshilloyev O. B. O. G. L., Alimova L. X. Quyi Zarafshon hududidagi gerpetobiont qo‘ng‘izlariga mansub vizildoq qo ‘ng ‘izlar (coleoptera, carabidae) sistematikasi //Science and Education. – 2023. – T. 4. – №. 5. – C. 444-452.
3. Baxshilloyev O. B. O. G. L., Alimova L. X. Quyi Zarafshon hududidagi gerpetobiont qo‘ng‘izlariga mansub vizildoq qo ‘ng ‘izlar (coleoptera, carabidae) sistematikasi //Science and Education. – 2023. – T. 4. – №. 5. – C. 444-452.
4. Löbl I. & Löbl D. (Eds) Catalogue of Palaearctic Coleoptera. Vol. 3: Scarabaeoidea – Scirtoidea –Dascilloidea–Buprestoidea–Byrrhoidea. Revised and Updated Edition. BRILL, Leiden, Boston. – 2016. – 983 p.
5. Niyazova O.B. Zarafshon vodiysi mevali bog‘lari tuproq makrofaunasining sistematik tarkibi, ekologiyasi va xo‘jalikdagi ahamiyati: Avtoref.dis...biol.fanlari. – Samarqand.: SamDU, – 2020. – 43 b.
6. Schoolmeesters, P. World Scarabaeidae Database. In O. Bánki, Y. Roskov, M. Döring, G. Ower, L. Vandepitte, D. Hobern, D. Remsen, P. Schalk, R. E. DeWalt, M. Keping, J. Miller, T. Orrell, R. Aalbu, J. Abbott, R. Adlard, E. M. Adriaenssens, C. Aedo, E. Aescht, N. Akkari, et al., Catalogue of Life Checklist (Version 2023-01-03). DOI: https://doi.org/10.48580/dfqz-38g
7. Zothansanga C. A review of scarab beetles (Coleoptera: Scarabaeidae) diversity in India // Science Vision. – 2021. – Vol. 21. – № 2. – P. 43-49. DOI: 10.33493/scivis.21.02.03.
8. Горностаев Г.Н. Введение в этологию насекомых-фотоксенов (лёт насекомых на искусственные источники света) // Этология насекомых, 1984, Вып. 66. Л.: Наука. – С. 101-167.
9. Мартынова Е.Ф., Сбор количественный учет и хранение насекомых. – В кн.: Руководство по энтомологической практике. ЛГУ, 1983 – С. 40-45. 145
10. Николаев, Г.В. Пластинчатоусые жуки (Coleoptera, Scarabaeoidea) Казахстана и Средней Азии. – Алма-Ата: Наука, – 1987. – 232 с.
11. Шохин И.В., Абдурахманов Г.М., Олейник Д.И. Пластинчатоусые жуки (Coleoptera, Scarabaeoidae) Республики Дагестан (Фауна, экология, зоогеография). – Махачкала: “Эко-Пресс”, – 2012. – 122 с.

ISSN 3030-3907

12. Шохин, И.В., Абдурахманов Г.М., Олейник Д.И. Родовой анализ фауны пластинчатоусых жуков Республики Дагеста // Вестник Дагестанского государственного университета. 2011. вып.1. – С. 88–92.

ISSN 3030-3907

УДК: 657.1:332.7-047:32(575.1)

BUXGALTERYA HISOBIDA PUL OQIMLARI TO‘G‘RISIDAGI HISOBOTNING IQTISODIY MOHIYATI VA AXBOROT MANBAI SIFATIDAGI AHAMIYATI

Xudayberdiyev Begzot Ergashevich
SamISI talabasi
Tel: (99)-447-54-84.
E-mail: bekzodergashevichxudayberdiev@gmail.com
Raxmonova Yulduz Sharafitdinovna
SamISI PhD katta o‘qituvchisi Ilmiy rahbari
Tel: (97) 446-03-60
E-mail: raxmanova_yulduz@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqola pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobotni tuzish va taqdim etish tartib-qoidalarini chuqur tahlil qiladi. Tadqiqot xalqaro hisobot standartlari, xususan, Xalqaro buxgalteriya hisobi standarti doirasida ushbu hisobotning ahamiyatini, uni tayyorlashning to‘g‘ridan-to‘g‘ri va bilvosita usullarini, tasniflash tamoyillarini va moliyaviy hisobot tizimidagi o‘rnini yoritadi. Maqolada asosiy e’tibor hisobotning shaffofligi, ishonchliligi va moliyaviy qarorlar qabul qilishdagi ahamiyatini oshirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: Pul oqimlari hisoboti, to‘g‘ridan-to‘g‘ri usul, bilvosita usul, moliyaviy hisobot, operatsion faoliyat, investitsiyaviy faoliyat.

Abstract. This article provides an in-depth analysis of the procedures for preparing and presenting a cash flow statement. The study highlights the importance of this report within the framework of international reporting standards, in particular, International Accounting Standards, direct and indirect methods of its preparation, classification principles, and its place in the financial reporting system. The article focuses on increasing the transparency, reliability, and importance of the report in making financial decisions.

Keywords: Cash flow statement, direct method, indirect method, financial reporting, operating activities, investing activities.

Аннотация. Данная статья глубоко анализирует процедуры составления и представления отчета о денежных потоках. Исследование освещает значение данного отчета в рамках международных стандартов отчетности, в частности, Международного стандарта бухгалтерского учета, прямые и косвенные методы его подготовки, принципы классификации и место в системе финансовой отчетности. В статье основное внимание уделяется повышению прозрачности, надежности и важности отчетности в принятии финансовых решений.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: отчетность денежных потоков, прямой метод, косвенный метод, финансовая отчетность, операционная деятельность, инвестиционная деятельность.

KIRISH.

Jahonda global raqobatning kuchayishi sharoitida korxonalarda ko‘chmas mulklar, jumladan investitsiyaviy pul okimlari tugrisidagi hisobotini takomillashtirishga oid ko‘plab ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda. Pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot korxonaning moliyaviy holati va faoliyati natijalari to‘g‘risidagi boshqa asosiy moliyaviy hisobotlarga, ya’ni moliyaviy holat to‘g‘risidagi hisobot (balans) va moliyaviy natijalar to‘g‘risidagi hisobotga (daromadlar va xarajatlar to‘g‘risidagi hisobot) muhim qo‘shimcha bo‘lib xizmat qiladi. U muayyan hisobot davrida korxonaning pul mablag‘lari va pul ekvivalentlarining kelib tushishi va chiqib ketishi haqida batafsil ma’lumot beradi. Ushbu hisobot, daromadlar to‘g‘risidagi hisobotdan farqli o‘laroq, pul mablag‘lari harakatini akkrual usulida emas, balki kassa usulida aks ettiradi, bu esa haqiqiy pul tushumlari va to‘lovlarini farqlash imkonini beradi. Pul oqimi to`g`risidagi xisobotdan asosiy maqsad korxonaning likvidligi va moliyaviy moslashuvchanligini baholash uchun muhim ma’lumotlarni taqdim etishdir.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI. Pul oqimi xisoboti va tahlili yo‘nalishi bo‘yicha dunyo bo‘yicha juda ko‘p olimlar turli xildagi izlanishlar o‘tkazishgan. Xususan, rus olimlari L.V.Panferova va N.V.Petuxova tomonidan e’lon qilingan “Pul oqimi to‘g‘risidagi xisobot buxgalteriya – moliya xisobotining asosiy ko‘rinishi sifatida” nomli maqolasida pul oqimi xisoboti tushunchasi AQShda 1863 yilda “Dowlais Ironworks” kompaniyasi buxgalteri tomonidan kompaniyaning qo‘shimcha daromad manbalarini topish uchun yaratilganligi hamda hozirgi ko‘rinishda 1988 yilda ishlab chiqilganligi, shuningdek, pul oqimi to‘g‘risidagi xisobot “MSFO-7” buxgalteriya tizimi bilan xamkorlikda amalga oshirilishi ko‘rsatilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI: Investitsiyalarni (masalan, bandlar, obligatsiyalar, depozit sertifikatlari) pul mablag‘lari ekvivalenti sifatida ko‘rsatish uchun, bu investitsiyalarni tashkilot istagan vaqtda ahamiyatli jarimasiz (masalan, erta yoki muddatidan oldin so‘ndirish uchun olinadigan jarimalar kabi) pul mablag‘lariga aylantira olishi mumkin bo‘lishi kerak. Agar tashkilotning qisqa muddatli omonati katta kredit-riskka (ya’ni kontragent majburiyatini yopa olmaslik riskiga) duchor qilsa, ushbu omonatni pul mablag‘lari ekvivalenti ichiga qo‘shib bo‘lmaydi. Standartning 7-bandida hech qanday investitsiyalar (kapitalga, aksiyalarga, ustavdagi ulushga ega bo‘lganda) pul ekvivalenti sifatida

ISSN 3030-3907

tasniflanmasligi ta’kidlangan. Buning sababi shundaki, ularda odatda qiymat o‘zgarishi riski yuqori.

Yuqorida aytib o‘tilganidek, pul oqimi to‘g‘risidagi hisobot tashkilotning hisobot davri davomida pul oqimini ko‘rsatadigan va tushuntiradigan jadvaldir. Ushbu jadvalni operatsion faoliyat, investitsiya faoliyati, moliyaviy faoliyat kabi uchta toifadagi pul oqimlariga bo‘lish kerak: Operatsion faoliyatdan keladigan pul oqimlariga 7-son BHXS, 6-bandi operatsion faoliyatni "tashkilotning asosiy daromad keltiruvchi faoliyati, hamda investitsiya faoliyati va moliyaviy faoliyatdan tashqari boshqa faoliyat turlari" deb ta’riflaydi. Operatsion faoliyatdan olingan pul oqimi quyidagi ma’lumotni berishi mumkin:

-Agar operatsion faoliyatning pul oqimlari ijobiy bo‘lsa, bu tashkilot o‘zining operatsion faoliyatini saqlab turishi va hattoki investitsiya faoliyati (asosiy vositalar sotib olish, obligatsiyalarga investitsiya kiritish) yoki moliyaviy faoliyat (dividend to‘lash, kreditlarni to‘lash) uchun zarur pul mablag‘larini ajrata olishi mumkinligini bildiradi:

-Agar operatsion faoliyatning pul oqimlari salbiy bo‘lsa, bu tashkilot operatsion faoliyatini qo‘llab-quvvatlash uchun investitsiya faoliyatidan (masalan, investitsiyalardan tushgan dividend daromadlari, investitsiyalarni sotish) yoki moliyaviy faoliyatdan (masalan, kredit olish) qo‘shimcha pul mablag‘lari talab qilinishi kerakligini anglatishi mumkin.

Operatsion faoliyatning pul oqimlari to‘g‘ridan-to‘g‘ri (bevosita) yoki bilvosita usul yordamida tayyorlanishi mumkin. Hisobot qay usulda tayyorlangan bo‘lishiga qat’i nazar, har bir sarlavha ostida (operatsion, investitsion, moliyalashtirish) ko‘rsatilgan jami summalarga ta’sir ko‘rsatmasligi kerak. 7-son BHXS 6-bandi investitsiya faoliyatini "uzoq muddatli aktivlarning va pul mablag‘lari ekvivalentlariga kirmaydigan boshqa investitsiyalarning xarid qilinishi va hisobdan chiqarilishi" deb belgilaydi.

Investitsiya faoliyatiga asosiy vositalar, nomoddiy aktivlar va investitsiya ob’ektlarini harid qilish uchun to‘lovlar, asosiy vositalar, nomoddiy aktivlar va investitsiya ob’ektlarini sotishdan tushgan pul oqimi, boshqa tashkilotlarning ulushiga bo‘lgan yoki obligatsiyalar, bandlarni harid qilish uchun to‘lovlar, boshqa tashkilotlarning ulushiga bo‘lgan investitsiyalarni yoki obligatsiyalar,bondlarni sotishdan kelib tushadigan mablag‘lar, investitsiyalardan olingan dividendlar, sho‘ba korxona harid qilish uchun bo‘lgan sof to‘lovlar, sho‘ba korxona sotilgandan kelgan sof tushum kabi quyidagi pul oqimlari kiradi.

OLINGAN NATIJALAR: O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida buxgalteriya hisobida pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobotning iqtisodiy mohiyati va uning axborot manbai sifatidagi ahamiyati har tomonlama asoslab berildi. Xususan, mazkur

ISSN 3030-3907

hisobot korxonaning real pul tushumlari va chiqimlarini aks ettirish orqali uning likvidligi, to‘lovga qobiliyati hamda moliyaviy barqarorligini baholashda muhim vosita ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot boshqa moliyaviy hisobot shakllari bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, ular bilan birgalikda korxonaning moliyaviy holatini kompleks tahlil qilish imkonini beradi. Ayniqsa, ushbu hisobotning kassa usuliga asoslanganligi sababli u foyda ko‘rsatkichlaridan farqli ravishda haqiqiy pul harakatini aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shuningdek, pul oqimlarini operatsion, investitsion va moliyaviy faoliyat turlari bo‘yicha tasniflash korxona faoliyatining samaradorligini chuqur tahlil qilish imkonini berishi isbotlandi. Operatsion faoliyatdan ijobiy pul oqimlarining mavjudligi korxonaning o‘z faoliyatini mustaqil moliyalashtirish imkoniyatini ifodalashi, salbiy holat esa qo‘shimcha moliyaviy manbalarga ehtiyoj mavjudligini ko‘rsatishi aniqlab berildi.

Tadqiqot davomida to‘g‘ridan-to‘g‘ri va bilvosita usullarni qo‘llash amaliyoti o‘rganilib, bilvosita usulning amaliyotda kengroq qo‘llanilishi, biroq to‘g‘ridan-to‘g‘ri usulning axborot shaffofligi yuqoriligi bilan ajralib turishi asoslab berildi. Shu bilan birga, pul oqimlari hisobotining ishonchliligini ta’minlashda audit va ichki nazorat tizimlarining muhim o‘rni mavjudligi tasdiqlandi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, mamlakatimizda pul oqimlari hisobotini yuritish tizimi asosan xalqaro standartlarga yaqinlashgan bo‘lsa-da, uni yanada takomillashtirish, xususan MSFO-7 talablarini chuqur joriy etish, zamonaviy raqamli texnologiyalarni qo‘llash hamda malakali mutaxassislar tayyorlash zarurati mavjud.

Umuman olganda, pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot korxonalarda samarali boshqaruvni tashkil etish, moliyaviy qarorlar qabul qilish va investitsion jozibadorlikni oshirishda strategik ahamiyatga ega bo‘lgan muhim axborot manbai hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIF: Tadqiqot davomida olib borilgan o‘rganishlar mamlaktimizda hozirda pul oqimi to‘g‘risidagi xisobotning milliy tizimi asosan xalqaror standarlarga suyanib qolganligini hamda pul oqimi to‘g‘risidagi xisobot yuqorida keltirilgan milliy standart asosida olib borilayotganligini ko‘rishimiz mumkin.

Shu sababli, milliy tizimni takomillashtirish hamda ushbu jarayonga zamonaviy texnologiya yutuqlarini joriy qilish orqali zamonaviylashtirishimiz lozim. Bundan tashqari, bugungi kunga kelib buxgalteriya xisobi milliy standartlarini ishlab chiqish jarayonida “MSFO-7” tizimi xisobga olinmasdan

ISSN 3030-3907

ishlab chiqilgan hamda bugungi kunga kelib Respublikamizda ushbu tizim bo‘yicha mukammal bilim va ko‘nikmaga ega bo‘lgan mutaxassislar etishmovchiligi kuzatilmoqda.

Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, pul oqimi to`g`risidagi xisobotni tayyorlashda to‘g‘ridan-to‘g‘ri va bilvosita usullar mavjud bo‘lib, har birining o‘ziga xos afzallik va kamchiliklari bor. To‘g‘ridan-to‘g‘ri usul yuqori shaffoflikni taklif qilsada, amaliyotda bilvosita usul ko‘proq qo‘llaniladi, chunki uni tayyorlash osonroq. Har ikkala usulda ham pul oqimlarini uchta faoliyat turiga to‘g‘ri tasniflash hisobotning dolzarbligi uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Pul oqimi to`g`risidagi xisobotning auditi uning ishonchliligi va standartlarga muvofiqligini tasdiqlashda muhim ahamiyatga ega. Auditorlar pul oqimlarining to‘liqligi, aniq tasniflanishi, taqdimoti va oshkor etishlarning to‘g‘riligini tekshirish uchun turli tartib-qoidalarni qo‘llaydilar. Kuchli ichki nazorat tizimlari pul oqimi to`g`risidagi xisobotning sifati va ishonchliligini ta’minlashda markaziy rol o‘ynaydi. Amaliyotda, pul oqimlarini tasniflashda hukm qilish zarurati, to‘g‘ridan-to‘g‘ri usulni qo‘llashdagi murakkabliklar va etarli ichki nazoratning yo‘qligi kabi qiyinchiliklar mavjud. Ushbu qiyinchiliklarni engish uchun buxgalteriya siyosatlarini aniq belgilash, ichki nazoratni mustahkamlash, rahbarlik va auditorlar o‘rtasidagi muloqotni yaxshilash, shuningdek, xodimlarning malakasini oshirish kabi eng yaxshi amaliyotlarni qo‘llash tavsiya etiladi. Kelajakda raqamli hisobot texnologiyalarining rivojlanishi bilan bog‘liq pul oqimlarining ahamiyati va standartlarning doimiy takomillashuvi pul oqimi to`g`risidagi xisobotni tayyorlash va audit qilish amaliyotiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi kutilmoqda. Ushbu o‘zgarishlar pul oqimlari hisobotining yanada shaffof, samarali va ishonchli bo‘lishiga xizmat qiladi, moliyaviy qarorlar qabul qilish uchun yanada qimmatli ma’lumotlar beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2022 — 2026 yillarga mo‘ljallangan “Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” Farmoni, 28.01.2022 yildagi PF-60-son, https://lex.uz/docs/5841063

2. Добрынина А.И., Тарасевича Л.С. Экономическая теория. 4-е изд. – СПб.: 2009. 560-б. 3.Смаглюкова Т.М. Общие подходы к формированию регионалной инвестиционной политики // Современные проблемы науки. – 2014. – № 1

3. O‘zbekiston moliyaviy hisobotlarning milliy standartlari loyihasi // https://imv.uz/media/budget_activity_files/MHXS Loyiha. pdf

4. Robin Djoys . Uchebnoye posobiye po MSFO (2017) http://finotchet.ru/articles/1272/

ISSN 3030-3907

5. S.N. Tashnazarov. Moliyaviy hisobotning xalqaro standartlari. Darslik. T.: 2019. -584 b.
6. Eshonqulov A.Q. "Pul oqimlari hisoboti auditi" (2024). Cyberleninka va boshqa ilmiy bazalarda mavjud bo‘lib, hisobotning axborot imkoniyatlarini tahlil qiladi.
7. O‘zbekiston Respublikasining "Buxgalteriya hisobi to‘g‘risida"gi Qonuni. (Yangi tahriri, 2016-yil 13-aprel). Mazkur qonun barcha moliyaviy hisobot turlari, shu jumladan pul oqimlari hisobotining huquqiy asoslarini belgilaydi.
8. 9-sonli Buxgalteriya hisobining milliy standarti (BHMS) "Pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot". (O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot va moliya vazirining 2024-yil 27-dekabrdagi 3592-sonli buyrug‘i bilan tasdiqlangan yangi tahriri). Bu hujjat hisobotni tuzish tartibi, operatsion, investitsiya va moliyaviy faoliyat turlari bo‘yicha pul oqimlarini tasniflashning asosiy manbaidir.
9. 14-sonli O‘zbekiston Respublikasi budjet hisobining standarti (BHS) "Pul oqimlari to‘g‘risida hisobot". (2022-yil 2-noyabrdagi 3396-sonli hujjat). Budjet tashkilotlarida pul mablag‘lari harakatini hisobga olish xususiyatlarini yoritadi.
10. "Soliqlar va bojxona xabarlari" hamda "Buxgalter" jurnallari. Ushbu nashrlarda pul oqimlari hisobotini shakllantirishdagi so‘nggi o‘zgarishlar va amaliy tavsiyalar muntazam berib boriladi.

ISSN 3030-3907

IOT ASOSIDA O‘SIMLIKLARNI YETISHTIRISHNI NAZORAT QILUVCHI AQLLI QURILMA MODELI

Allamov Oybek Turabayevich
Abu Rayhon Beruniy nomudagi Urganch davlat universiteti Dasturiy injiniring kafedrasi mudiri
E-mail: oybek.allamov@gmail.com
Ollaberganov Bekzod Davlatboy o‘g‘li
Abu Rayhon Beruniy nomudagi Urganch davlat universiteti M 941-21 magistratura talabasi
E-mail: bekzodolloberganov7@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo‘jaligida sug‘orish jarayonini avtomatlashtirishga qaratilgan IoT asosidagi aqlli qurilma nazariy modeli taklif etiladi. Taklif etilgan tizim ESP32 mikrokontrolleri, tuproq namlik sensori, DHT11/DHT22 harorat–namlik sensori, relay moduli va suv nasosidan iborat bo‘lib, sezgi, boshqaruv, ijro va aloqa qatlamlaridan tashkil topgan modulli arxitektura asosida quriladi. Qurilma tuproq namligining joriy qiymatini foydalanuvchi tomonidan belgilangan chegaraviy namlik qiymati bilan solishtirishga asoslangan boshqaruv algoritmi yordamida sug‘orish jarayonini avtomatik boshqaradi, harorat va nisbiy namlikni monitoring qiladi hamda Wi-Fi orqali o‘lchov natijalarini web yoki mobil interfeysga uzatadi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, shunga o‘xshash IoT yechimlari suv sarfini sezilarli darajada kamaytirishi va hosildorlikni oshirishi mumkin; taklif etilayotgan model esa kichik issiqxonalar va uy sharoitidagi o‘simlik parvarishida ushbu yondashuvni soddalashtirilgan va arzon apparat asosida qo‘llash imkonini beradi. Kelgusida qurilma prototipini yaratish va eksperimental sinovlar o‘tkazish nazariy modelning amaliy samaradorligini miqdoriy baholashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: IoT, aqlli sug‘orish, tuproq namlik sensori, ESP32, masofaviy monitoring

Аннотация. В статье представлен теоретический модель IoT-устройства, предназначенного для автоматизации процесса полива в сельском хозяйстве. Предлагаемая система основана на микроконтроллере ESP32, датчике влажности почвы, датчике температуры и влажности воздуха DHT11/DHT22, релейном модуле и водяном насосе и имеет модульную архитектуру, включающую сенсорный, управляющий, исполнительный и коммуникационный уровни. Устройство реализует алгоритм управления поливом, основанный на сравнении текущего значения влажности почвы с заданным пользователем пороговым значением, осуществляет непрерывный мониторинг температуры и относительной влажности воздуха и передает

ISSN 3030-3907

измеренные данные по Wi-Fi на веб- или мобильный интерфейс пользователя. Анализ литературных источников показывает, что аналогичные IoT-системы позволяют существенно снизить расход воды и повысить урожайность, а разработанная модель ориентирована на адаптацию данных подходов для небольших теплиц и домашнего выращивания растений за счет упрощенной и малозатратной аппаратной реализации. В дальнейшем планируется создание физического прототипа и проведение экспериментальных исследований для количественной оценки практической эффективности предложенного решения

Ключевые слова: IoT, интеллектуальный полив, датчик влажности почвы, ESP32,дистанционный,мониторинг

Abstract. This paper presents a theoretical model of an IoT-based smart device designed to automate irrigation in crop cultivation. The proposed system is built on an ESP32 microcontroller, a soil-moisture sensor, a DHT11/DHT22 air temperature and humidity sensor, a relay module, and a water pump, and follows a modular architecture comprising sensing, control, actuation, and communication layers. Irrigation control is implemented by an algorithm that compares the current soil-moisture level with a user-defined threshold value, while air temperature and relative humidity are continuously monitored and all measurements are transmitted over Wi-Fi to a web or mobile user interface. A review of the literature indicates that similar IoT-based irrigation systems can significantly reduce water consumption and improve crop yield, whereas the proposed model aims to adapt these advantages to small greenhouses and home-scale plant cultivation using a simplified and low-cost hardware configuration. Future work will focus on developing a physical prototype and conducting experimental evaluations to quantitatively assess the practical effectiveness of the model.

Keywords: IoT, smart irrigation, soil moisture sensor, ESP32, remote monitoring

KIRISH.

Qishloq xo‘jaligida resurslardan samarali foydalanish, hosildorlikni oshirish va inson mehnatini kamaytirish uchun sug‘orish jarayonini avtomatlashtirish dolzarb masala hisoblanadi. An’anaviy sug‘orish usullarida qarorlar ko‘pincha tajriba va subyektiv baholarga tayanadi, bu esa suv isrofi, ortiqcha namlash yoki yetarli sug‘orilmaslik xavfini oshiradi. Ayniqsa, tuproq namligi, havo harorati va nisbiy namlik kabi parametrlarni doimiy nazorat qilish o‘simliklarning barqaror o‘sishi uchun muhim omil hisoblanadi.

Internet of Things (IoT) texnologiyasi sensor va aktuatorlarni tarmoq orqali integratsiya qilish, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish va masofadan boshqarish imkonini beradi. IoT asosidagi aqlli sug‘orish tizimlari tuproq namligi va iqlim

ISSN 3030-3907

parametrlariga asoslangan avtomatik qarorlar orqali suv sarfini kamaytirish, hosildorlikni oshirish va inson omilining ta’sirini qisqartirishga xizmat qilishi mumkin. Ushbu maqolada o‘simliklarni yetishtirish jarayonida tuproq namligi va muhit parametrlarini nazorat qilish, zarur holatlarda esa avtomatik sug‘orishni amalga oshiradigan, ESP32 mikrokontrolleri asosidagi IoT qurilma nazariy modeli taklif etiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

IoT asosida aqlli qishloq xo‘jaligiga bag‘ishlangan tadqiqotlarda sensor tarmoqlari, simsiz aloqa va bulutli platformalarning integratsiyasi asosiy o‘rinni egallaydi. Ko‘plab manbalarda IoT yechimlari tuproq namligi, harorat, namlik va yorug‘likni monitoring qilish, ma’lumotlarni bulutga uzatish va vizualizatsiya qilish orqali smart farming konsepsiyasini qo‘llab-quvvatlashi ko‘rsatilgan.

IoT asosidagi aqlli sug‘orish tizimlariga bag‘ishlangan ishlar tuproq namligi sensori va mikrokontroller asosida avtomatik sug‘orish algoritmlarini taklif etadi. Ayrim tadqiqotlarda ESP8266/ESP32 mikrokontrollerlari, tuproq namlik sensori va DHT turidagi sensorlar yordamida tuproq namligi belgilangan chegaradan past bo‘lganda nasosni avtomatik yoqish va web-interfeys orqali ma’lumotlarni ko‘rsatish yechimlari ishlab chiqilgan. Boshqa ishlarda noaniq mantiq (fuzzy logic) yoki sun’iy intellekt usullari bilan sug‘orish qarorlarini optimallashtirishga qaratilgan yondashuvlar taklif etiladi.

Aqlli issiqxona va aqlli sug‘orish bo‘yicha ishlarda IoT sensor tarmoqlari, avtomatlashtirilgan sug‘orish va o‘g‘itlash, iqlim boshqaruvi va masofaviy monitoring komponentlari yagona tizimda integratsiya qilinadi. Shu bilan birga, ko‘plab yechimlar murakkab arxitektura va yuqori xarajatlar talab etishi tufayli kichik issiqxonalar yoki uy sharoitidagi o‘simlik parvarishi uchun qulay emasligi qayd etiladi. Bu holat soddalashtirilgan, arzon va oson sozlanadigan IoT qurilmalarini ishlab chiqishni dolzarb qiladi.

METODLAR.

Tizim arxitekturasi

Taklif etilayotgan tizim sezgi, boshqaruv, ijro va aloqa qatlamlaridan tashkil topgan modulli arxitekturaga ega. Sezgi qatlamida tuproq namlik sensori va DHT11/DHT22 harorat–namlik sensori joylashib, o‘simlik muhiti parametrlarini o‘lchaydi. Boshqaruv qatlamida ESP32 mikrokontrolleri sensor ma’lumotlarini qabul qiladi, qayta ishlaydi va sug‘orish qarorlarini qabul qilib, ijro organlariga signal yuboradi. Ijro qatlamida relay moduli va suv nasosi mavjud bo‘lib, tuproq namligi chegaradan past bo‘lganda nasosni avtomatik yoqadi va normaga yetganda o‘chiradi. Aloqa qatlamida ESP32 ning ichki Wi-Fi moduli orqali ma’lumotlar web-interfeys yoki mobil ilovaga uzatiladi.

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Komponent	Vazifasi
ESP32	Sensorlarni o‘qish
Tuproq namlik sensori	Tuproq namligini o‘lchash
DHT11/ DHT22	Harorat va nisbiy namlikni o‘lchash
Relay moduli	Nasosni yoqish/o‘chirish
Suv nasosi	Sug‘orish uchun suv uzatish

BOSHQARUV ALGORITMI

Sug‘orish qarorlarini qabul qilish tuproq namligi qiymatini chegaraviy qiymat bilan solishtirishga asoslanadi. Tuproq namligining joriy o‘lchangan qiymati SMSM, foydalanuvchi tomonidan belgilangan chegaraviy qiymat esa SMthSMth bilan belgilanadi. Boshqaruv qoidasi quyidagicha ifodalanadi

$$u(t) = \begin{cases} 1, & \text{agar } SM(t) < SMth, \\ 0, & \text{agar } SM(t) \geq SMth. \end{cases}$$

Bu yerda u(t)=1u(t)=1— nasos yoqilgan, u(t)=0u(t)=0 — nasos o‘chirilgan holatni bildiradi. Amaliyotda sug‘orish xavfsizligini ta’minlash uchun nasosning maksimal ishlash vaqti va sug‘orishlar orasidagi minimal interval dasturiy ravishda cheklanadi.

Algoritmning soddalashtirilgan psevdokodi:

Sensorlardan SM,T,HSM,T,H ni o‘qish

Agar SM<SMthSM<SMth bo‘lsa → relay ON (nasos yoqiladi)

Aks holda → relay OFF

Ma’lumotlarni foydalanuvchi interfeysiga uzatish

Belgilangan intervaldan so‘ng siklni takrorlash

NATIJALAR.

Ishlab chiqilgan nazariy model ESP32 asosidagi IoT qurilma orqali tuproq namligini chegaraviy qiymatlar asosida boshqarish, harorat va namlikni monitoring qilish hamda Wi-Fi orqali ma’lumotlarni uzatish imkoniyatini beradi. Modelda quyidagi funksiyalar ko‘zda tutilgan:

Tuproq namligi, havo harorati va nisbiy namlikni davriy o‘lchash. Tuproq namligi joriy qiymatini chegaraviy qiymat bilan solishtirish va nasosni avtomatik boshqarish. Sug‘orish vaqtini va sug‘orishlar orasidagi intervalni cheklash. Ma’lumotlarni web yoki mobil interfeysga uzatish va masofaviy monitoringni ta’minlash.

ISSN 3030-3907

Adabiyotlarda keltirilgan shunga o‘xshash IoT sug‘orish tizimlari suv sarfini 30–50% gacha kamaytirishi va hosildorlikni oshirishi mumkinligi ko‘rsatilgan bo‘lib, bu taklif etilayotgan modelning amaliy samaradorligi bo‘yicha kutilmalarni asoslash imkonini beradi.

MUHOKAMA.

Taklif etilgan modelning ustunligi uning soddalashtirilgan va arzon apparat tarkibi, modulli arxitekturasi va moslashuvchan boshqaruv algoritmiga bog‘liq. U mavjud murakkab aqlli issiqxona yechimlariga nisbatan kichik issiqxonalar, uy sharoitidagi o‘simlik parvarishi va cheklangan resursli xo‘jaliklar uchun mos variant bo‘la oladi.

Model hozircha nazariy darajada ishlab chiqilgan bo‘lib, uning samaradorligini baholash uchun prototip yaratish, real sharoitda tajribalar o‘tkazish va an’anaviy sug‘orish usullari bilan solishtirma tahlil zarur. Kelgusida qo‘shimcha sensorlar (yorug‘lik, suv darajasi), ilg‘or boshqaruv usullari (noaniq mantiq, mashinaviy o‘rganish) va energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha modifikatsiyalar modelning ilmiy va amaliy ahamiyatini kengaytirishi mumkin.

XULOSA.

Maqolada ESP32, tuproq namlik sensori va DHT11/DHT22 asosida o‘simliklarni yetishtirish jarayonini avtomatlashtirishga qaratilgan IoT qurilma nazariy modeli taklif etildi. Tizim tuproq namligi va muhit parametrlarini real vaqt rejimida monitoring qilish, sug‘orishni chegaraviy qiymatlar asosida avtomatik boshqarish va Wi-Fi orqali masofaviy monitoringni ta’minlashga yo‘naltirilgan.

Taklif etilgan model kichik issiqxonalar va uy sharoitida suv sarfini optimallashtirish, inson mehnatini kamaytirish va o‘simliklar uchun barqaror namlik rejimini yaratish nuqtayi nazaridan istiqbolli hisoblanadi. Kelgusida prototip yaratish va eksperimental sinovlar o‘tkazish ushbu nazariy modelni amaliy yechimga aylantirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. R.A. Turayev, B.N. Inamov. Raqamli texnologiyalar asosida sug‘oriladigan yerlardan foydalanish samaradorligini oshirish bo‘yicha tavsiyanoma.
2. IoT Based Smart Irrigation Systems: An Overview on the Recent Trends, PMC.
3. Integration of Smart Sensors and IoT in Precision Agriculture, PMC.
4. The Internet of Things (IoT) in Farming: Smart Solutions for Agriculture, Carijournals.
5. Intelligent and Automatic Irrigation System Based on Internet of Things, PMC.
6. An IoT-Based Smart Plant Monitoring and Irrigation System (ESP32-based), arXiv/ijraset/related manbalar.
7. A Systematic Review of IoT Solutions for Smart Farming, PMC.

ISSN 3030-3907

8. IOT Based Smart Plant Monitoring System, IJRASET.
9. Issiqxona muhitini IoT ga asoslangan masofaviy monitoringi, Cyberleninka.
10. Aqlli issiqxona va aqlli sug‘orish tizimlari haqidagi zamonaviy maqolalar (smart greenhouse, smart irrigation, AI-based control).
11. Dissertatsiya yozish uchun asosiy qo‘llanmalar va metodik ko‘rsatmalar (O‘zbekiston OTMlari metodik materiallari).

ISSN 3030-3907

REKOMBINANT KOLLAGEN GIDROGELI BILAN YARALARNI DAVOLASH

Baykulov Azim Kenjayevich
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti. O‘zbekiston
Tayirov Sunnatillo Zarifovich
Payariq Abu Ali ibn Sino nomidagi Jamoat salomatligi texnikumi Maxsus Fanlar N 1 Kafedrasi Yetakchi O‘qituvchisi
Himmatullayev Jahongir
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti Biotexnologiya, injenering va farmatsiya fakulteti talabasi,
Ismoilova Sevinch Rustamovna
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti Biotexnologiya, injenering va farmatsiya fakulteti talabasi,
Fozilova Ruxshona Abror qizi
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti Davolash ishi fakulteti talabasi,
Omonturdiyev Alijon Anvar o‘g‘li
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti Pediatriya fakulteti talabasi.

Annotatsiya. Antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlar, xususan metitsillinga chidamli Staphylococcus aureus (MRSA), zamonaviy tibbiyotda murakkab muammolardan biri hisoblanadi va yangi, antibiotiklarsiz davolash strategiyalarini ishlab chiqishni talab qiladi. Ushbu tadqiqotda bir vaqtning o‘zida bir nechta antibakterial mexanizmlarni amalga oshira oladigan innovatsion biomaterial bio-geteroulanish asosida modifikatsiyalangan rekombinant kollagen gidrogeli ishlab chiqildi. [1, 2] Mazkur gidrogel tarkibi polivinil spirit, 3-aminofenilboron kislotasi bilan funksionallashtirilgan rekombinant kollagen hamda ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial/CuTCPP asosidagi nano-geterotuzilmalardan tashkil topgan bo‘lib, ular dinamik borat bog‘lari orqali o‘zaro bog‘langan. Yaqin infraqizil nurlanish ta’sirida ushbu tizim yuqori darajadagi fototermal effektni namoyon etib, bakterial hujayralarni issiqlik orqali shikastlaydi. Bundan tashqari, geteroulanish interfeysida yuzaga keladigan zaryad ajralishi jarayonlari reaktiv kislorod turlarining - jumladan singlet kislorod va erkin radikallarning hosil bo‘lishini sezilarli darajada kuchaytiradi. Shu orqali bakteriyalarga qarshi kompleks ta’sir mexanizmi shakllanadi. Tadqiqot natijalari ushbu gidrogel MRSA bakteriyalarini deyarli to‘liq bartaraf etishini, biofilmlarni parchalashini va dori chidamliligi rivojlanishini cheklashini ko‘rsatdi. In vivo tajribalar shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqilgan biomaterial yara bitishini sezilarli darajada tezlashtiradi, to‘qima regeneratsiyasini qo‘llab-quvvatlaydi va immun javobni M1 fenotipidan M2 fenotipiga o‘zgartirish orqali yallig‘lanishni kamaytiradi. Umuman

ISSN 3030-3907

olganda, ushbu yondashuv infeksiyalangan yaralarni davolashda samarali va istiqbolli platforma sifatida taklif etiladi. [1, 2]

Kalit so‘zlar: rekombinant kollagen, gidrogel, bio-geteroulanish, fototermal terapiya, fotodinamik terapiya, reaktiv kislorod turlari, yara bitishi, biomateriallar [1, 2]

Abstract. Antibiotic-resistant microorganisms, particularly methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA), represent one of the major challenges in modern medicine and require the development of new antibiotic-free therapeutic strategies. In this study, an innovative biomaterial—bio-heterojunction-modified recombinant collagen hydrogel capable of implementing multiple antibacterial mechanisms simultaneously—was developed [1, 2]. The hydrogel composition includes polyvinyl alcohol, recombinant collagen functionalized with 3-aminophenylboronic acid, and two-dimensional conductive nanomaterials/CuTCPP-based nano-heterostructures interconnected via dynamic borate bonds. Under near-infrared irradiation, this system exhibits a high photothermal effect, damaging bacterial cells through heat. Additionally, charge separation processes occurring at the heterojunction interface significantly enhance the generation of reactive oxygen species, including singlet oxygen and free radicals. This results in a complex antibacterial mechanism. The results demonstrate that this hydrogel almost completely eradicates MRSA bacteria, disrupts biofilms, and limits the development of drug resistance. In vivo experiments show that the developed biomaterial significantly accelerates wound healing, supports tissue regeneration, and reduces inflammation by shifting the immune response from the M1 phenotype to the M2 phenotype. Overall, this approach is proposed as an effective and promising platform for the treatment of infected wounds [1, 2].

Keywords: recombinant collagen, hydrogel, bio-heterojunction, photothermal therapy, photodynamic therapy, reactive oxygen species, wound healing, biomaterials [1, 2]

Аннотация. Антибиотикорезистентные микроорганизмы, в частности метициллин-резистентный *Staphylococcus aureus* (MRSA), являются одной из ключевых проблем современной медицины и требуют разработки новых стратегий лечения без применения антибиотиков. В данном исследовании был разработан инновационный биоматериал — рекомбинантный коллагеновый гидрогель, модифицированный на основе био-гетероперехода, способный реализовывать несколько антибактериальных механизмов одновременно [1, 2]. Состав гидрогеля включает поливиниловый спирт, рекомбинантный коллаген, функционализированный 3-

ISSN 3030-3907

аминофенилбороновой кислотой, а также двумерные проводящие наноматериалы/нано-гетероструктуры на основе CuTCPP, соединённые посредством динамических боратных связей. Под воздействием ближнего инфракрасного излучения система демонстрирует выраженный фототермический эффект, повреждая бактериальные клетки за счёт нагрева. Кроме того, процессы разделения зарядов на границе гетероперехода значительно усиливают образование активных форм кислорода, включая синглетный кислород и свободные радикалы. Это формирует комплексный антибактериальный механизм действия. Результаты исследования показывают, что данный гидрогель практически полностью уничтожает бактерии MRSA, разрушает биоплёнки и ограничивает развитие лекарственной устойчивости. Эксперименты *in vivo* продемонстрировали, что разработанный биоматериал значительно ускоряет заживление ран, способствует регенерации тканей и снижает воспаление за счёт переключения иммунного ответа с фенотипа M1 на M2. В целом, данный подход предлагается как эффективная и перспективная платформа для лечения инфицированных ран [1, 2].

Ключевые слова: рекомбинантный коллаген, гидрогель, био-гетеропереход, фототермическая терапия, фотодинамическая терапия, активные формы кислорода, заживление ран, биоматериалы [1, 2]

KIRISH.

So‘nggi o‘n yilliklarda antimikrob rezistentlik global sog‘liqni saqlash tizimlari uchun jiddiy tahdidga aylandi. Antibiotiklarning keng qo‘llanilishi natijasida ko‘plab patogen mikroorganizmlar ularga nisbatan chidamlilikni rivojlantirdi. Natijada, ilgari samarali bo‘lgan davolash usullari hozirgi kunda yetarli natija bermayapti. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, antibiotiklarga chidamli infeksiyalar har yili millionlab odamlarning hayotiga xavf tug‘diradi va kelajakda bu muammo yanada kuchayishi mumkin. Ayniqsa, metitsillinga chidamli Staphylococcus aureus (MRSA) klinik amaliyotda eng xavfli patogenlardan biri sifatida qaraladi. Ushbu bakteriya turli xil antibiotiklarga yuqori darajada chidamlilik ko‘rsatadi va jarrohlik yaralari, kuyishlar hamda surunkali yaralarda tez-tez uchraydi. MRSA infeksiyalari ko‘pincha biofilm hosil qilish xususiyatiga ega bo‘lib, bu esa bakteriyalarni tashqi ta’sirlardan himoya qiladi va davolash samaradorligini keskin pasaytiradi. An’anaviy antibiotik terapiyasining cheklovlari tufayli alternativ yondashuvlarni ishlab chiqish zarurati ortib bormoqda. So‘nggi yillarda fototermal terapiya (PTT) va fotodinamik terapiya (PDT) kabi fizik-kimyoviy usullar katta qiziqish uyg‘otmoqda. Fototermal terapiyada yorug‘lik energiyasi issiqlikka aylantirilib, bakterial hujayralar zararlanadi. Fotodinamik

ISSN 3030-3907

terapiyada esa yorug‘lik ta’sirida reaktiv kislorod turlari hosil bo‘lib, ular mikroorganizmlarni oksidlovchi yo‘l bilan yo‘q qiladi. Shu bilan birga, zamonaviy biomateriallar nafaqat antibakterial ta’sir ko‘rsatishi, balki to‘qima regeneratsiyasini qo‘llab-quvvatlashi ham zarur. Bu borada gidrogellar alohida ahamiyat kasb etadi, chunki ular yuqori namlikni saqlash, hujayralar uchun qulay muhit yaratish va dori moddalarni yetkazib berish imkoniyatiga ega. Ayniqsa, rekombinant kollagen asosidagi gidrogellar biomimetik xususiyatlari tufayli katta istiqbolga ega. [1, 2] Mazkur tadqiqotda aynan shu muammolarni hal qilishga qaratilgan kompleks yondashuv taklif etiladi. Ya’ni, bio-geteroulanish asosida ishlab chiqilgan nanostrukturalarni rekombinant kollagen gidrogeli bilan birlashtirish orqali ko‘p funksiyali biomaterial yaratildi. Ushbu tizim bir vaqtning o‘zida issiqlik ta’siri, oksidlovchi stress va katalitik jarayonlar orqali bakteriyalarni yo‘q qilishga qodir bo‘lib, shu bilan birga yara bitishini tezlashtiradi. [1, 2]

MATERIALLAR VA USULLAR. Tadqiqot davomida bir qator zamonaviy biomateriallar va kimyoviy reagentlardan foydalanildi. Asosiy komponent sifatida rekombinant kollagen (CF-1552) qo‘llanildi, u yuqori biokompatibil xususiyatlarga ega bo‘lib, to‘qima muhitini taqlid qilish imkonini beradi. Gidrogel matritsasini shakllantirish uchun polivinil spirti tanlandi, chunki u mexanik barqarorlik va gidrofil xususiyatlarni ta’minlaydi. [1, 2] Shuningdek, 3-aminofenilboron kislotasi kollagen molekulasini funksionallashtirish uchun ishlatildi. Ushbu modifikatsiya dinamik borat bog‘lari hosil qilish imkonini berib, gidrogelning o‘z-o‘zini tiklash xususiyatini oshiradi. Nano-kompozit komponent sifatida ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial asosidagi ikki o‘lchamli material va porfirin hosilasi - CuTCPP ishlatildi. Ushbu ikki komponent o‘zaro ta’sirlashib bio-geteroulanish tuzilmasini hosil qiladi, bu esa materialning fotoaktiv xususiyatlarini sezilarli darajada kuchaytiradi. Barcha reagentlar analitik darajada tozalikka ega bo‘lib, qo‘shimcha tozalashsiz ishlatildi. Bio-geteroulanish nanostrukturalarini tayyorlash ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial CuTCPP bio-geteroulanish nanostrukturalari bosqichma-bosqich sintez qilindi. Dastlab ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial nanosheetlari maxsus kimyoviy ishlov orqali tayyorlandi va dispers holatga keltirildi. Keyinchalik CuTCPP eritmasi qo‘shilib, komponentlar o‘rtasida mustahkam o‘zaro ta’sir hosil qilindi. Natijada elektron almashinuvi samarali kechadigan interfeys hosil bo‘lib, u fotoqo‘zg‘atilgan zaryad tashuvchilarning ajralishini tezlashtiradi. Bu esa reaktiv kislorod turlarining hosil bo‘lish samaradorligini oshiradi. Hosil bo‘lgan nanostrukturalar morfologik va fizik-kimyoviy usullar yordamida xarakterlandi. Gidrogelni tayyorlash Gidrogel tizimi ko‘p komponentli aralashma asosida tayyorlandi. Dastlab PVA eritmasi tayyorlanib, unga APBA bilan modifikatsiyalangan rekombinant kollagen

ISSN 3030-3907

qo‘shildi. So‘ngra ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial/CuTCPP nanostrukturalari aralashmaga bir tekis taqsimlandi. Hosil bo‘lgan tizimda borat bog‘lari orqali dinamik krosslinklanish sodir bo‘ldi va uch o‘lchamli gidrogel struktura shakllandi. Ushbu tuzilma elastik, moslashuvchan va o‘z-o‘zini tiklash qobiliyatiga ega bo‘lib, yara muhitiga moslashadi. [3, 4] Gidrogel steril sharoitda tayyorlanib, keyingi tajribalar uchun saqlandi. Fototermal va fotodinamik xususiyatlarni baholash Materialning fototermal xususiyatlari yaqin infraqizil (808 nm) nurlanish ostida o‘rganildi. Harorat o‘zgarishlari infraqizil kamera yordamida qayd etildi. Fototermal konversiya samaradorligi maxsus hisoblash usullari orqali aniqlandi. Fotodinamik faollikni baholash uchun reaktiv kislorod turlarining hosil bo‘lishi turli indikatorlar yordamida tekshirildi. Singlet kislorod va erkin radikallarning hosil bo‘lishi spektroskopik usullar bilan tasdiqlandi. [3, 4] Antibakterial faoliyatni aniqlash Gidrogelning antibakterial samaradorligi Staphylococcus aureus (MRSA) shtammi asosida baholandi. Bakteriyalar gidrogel bilan inkubatsiya qilinib, turli sharoitlarda (yorug‘lik bilan va yorug‘liksiz) ularning yashovchanligi tekshirildi. Koloniya hosil qilish usuli orqali bakteriyalar soni aniqlanib, antibakterial samaradorlik foiz hisobida baholandi. Bundan tashqari, biofilm hosil bo‘lishi va uning parchalanishi ham alohida o‘rganildi. In vitro biokompatibilik tadqiqotlari Materialning sitotoksikligi hujayra madaniyatlari yordamida baholandi. Hujayralarning yashovchanligi va proliferatsiyasi standart biologik testlar orqali aniqlanib, gidrogelning biokompatibiligi tasdiqlandi. Shuningdek, hujayralarning morfologik o‘zgarishlari mikroskop yordamida kuzatildi. [3, 4] In vivo yara modeli Tajriba hayvonlarida MRSA bilan zararlangan yara modeli yaratildi. Tayyorlangan gidrogel yara yuzasiga qo‘llanilib, davolash samaradorligi vaqt bo‘yicha baholandi. Yara yopilish darajasi, to‘qima regeneratsiyasi va yallig‘lanish jarayonlari gistologik tahlillar orqali o‘rganildi. Bundan tashqari, immun javob ko‘rsatkichlari, jumladan makrofag fenotiplari ham tahlil qilindi. Statistik tahlil Olingan natijalar statistik usullar yordamida qayta ishlanib, ma’lumotlar o‘rtacha qiymat ± standart og‘ish ko‘rinishida ifodalandi. Guruhlar o‘rtasidagi farqlar ishonchlilik darajasi bilan baholandi ($p < 0.05$ muhim deb qabul qilindi).

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Bio-geteroulanish nanostrukturalarining xarakteristikasi ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial/CuTCPP asosidagi bio-geteroulanish nanostrukturalari muvaffaqiyatli sintez qilindi va ularning tuzilishi turli fizik-kimyoviy usullar yordamida tasdiqlandi. Elektron mikroskopiya natijalari ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial qatlamli (lamellar) tuzilishga ega ekanligini, CuTCPP esa ushbu qatlamlar yuzasida bir tekis taqsimlanganini ko‘rsatdi. [3, 4]

ISSN 3030-3907

Spektroskopik tahlillar komponentlar o‘rtasida kuchli o‘zaro ta’sir mavjudligini tasdiqladi. Ayniqsa, geteroulanish interfeysida yuzaga kelgan elektron darajalar farqi zaryad tashuvchilarning samarali ajralishiga olib keladi. Bu esa fotokatalitik faollikni sezilarli darajada oshiradi. [3, 4] Shuningdek, Shottki tipidagi kontakt hosil bo‘lishi elektronlarning tez migratsiyasini ta’minlab, rekombinatsiya jarayonlarini kamaytiradi. Natijada tizimning umumiy reaktivligi ortadi. Fototermal xususiyatlar ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial/CuTCPP bilan boyitilgan gidrogel yaqin infraqizil (808 nm) nurlanish ta’sirida yuqori fototermal javobni namoyon etdi. Nurlanish davomida material harorati tez oshib, qisqa vaqt ichida bakteriyalar uchun zararli bo‘lgan darajaga yetdi. Fototermal konversiya samaradorligi yuqori bo‘lib, bu ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial materialining optik xususiyatlari bilan izohlanadi. Takroriy nurlanish sikllarida ham material o‘zining barqarorligini saqlab qoldi, bu esa uning amaliy qo‘llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi (1-Jadval).

1-Jadval.

Fototermal xususiyatlar

Namuna	Harorat (°C) 5 min	Harorat (°C) 10 min	Fototermal samaradorlik (%)
Nazorat	32.1 ± 0.5	34.0 ± 0.7	—
PVA/Kollagen	36.5 ± 0.6	39.2 ± 0.8	18.4
MXene gidrogel	48.7 ± 0.9	55.3 ± 1.1	41.7
MXene/CuTCPP gidrogel	52.3 ± 1.0	60.8 ± 1.2	56.2

Hosil bo‘lgan lokal gipertermiya bakterial hujayra membranasini buzadi va ularning hayot faoliyatini izdan chiqaradi. Fotodinamik va katalitik faollik Gidrogel tizimi nafaqat issiqlik ta’siri, balki fotodinamik mexanizm orqali ham antibakterial ta’sir ko‘rsatadi. Nurlanish ta’sirida bio-geteroulanish interfeysida reaktiv kislorod turlari - singlet kislorod, superoksid anion va gidroksil radikallar - intensiv ravishda hosil bo‘ladi. Bu jarayon CuTCPP ning fotosensibilizator xususiyatlari hamda ikki o‘lchamli o‘tkazuvchan nanomaterial bilan hosil qilgan geteroulanish interfeysi orqali kuchaytiriladi. ROS bakterial hujayra ichidagi biomolekulalarni oksidlab, ularning funksiyasini izdan chiqaradi (2-Jadval). [3, 4]

2-Jadval

ROS hosil bo‘lishi

Namuna	Singlet kislorod	Superoksid	Gidroksil radikal
Nazorat	Past	Past	Past
CuTCPP	O‘rta	Past	Past
MXene	Past	O‘rta	O‘rta

ISSN 3030-3907

MXene/CuTCPP	Yuqori	Yuqori	Yuqori

Bundan tashqari, tizim peroksidaza-o‘xshash katalitik faollikni ham namoyon etib, vodorod peroksidni yanada faol radikallarga aylantiradi. Natijada antibakterial samaradorlik bir necha mexanizm hisobiga kuchayadi. Antibakterial samaradorlik O‘tkazilgan mikrobiologik tajribalar gidrogelning kuchli antibakterial xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Ayniqsa, NIR nurlanishi bilan birgalikda qo‘llanganda MRSA bakteriyalarining deyarli to‘liq yo‘q qilinishi kuzatildi. Koloniya hosil qilish tahlillari natijasida bakteriyalar sonining keskin kamaygani qayd etildi. Antibakterial samaradorlik juda yuqori bo‘lib, tizimning ko‘p mexanizmli ta’siri bilan izohlanadi.

Jadval 3.

Antibakterial samaradorlik (MRSA)

Guruh	**NIR (-)**	**NIR (+)**
Nazorat	0%	5%
PVA/Kollagen	15%	22%
MXene	48%	76%
MXene/CuTCPP	72%	99.3%

Shuningdek, biofilmga qarshi ta’sir ham alohida ahamiyatga ega bo‘lib, gidrogel mavjud biofilmlarni parchalash va yangi biofilm hosil bo‘lishining oldini olish qobiliyatini namoyish etdi (3-Jadval). Biokompatibilik va sitotoksiklik In vitro tadqiqotlar gidrogelning hujayralar uchun xavfsiz ekanligini ko‘rsatdi. Hujayralarning yashovchanligi yuqori darajada saqlanib qoldi, bu esa materialning biokompatibil xususiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Mikroskopik kuzatuvlar hujayralarning normal morfologiyasini saqlab qolganini ko‘rsatdi. Bu esa gidrogelning tibbiy qo‘llanilish uchun mos ekanligini bildiradi. [3, 4] Shunday qilib, material antibakterial faollik va biokompatibilik o‘rtasida optimal muvozanatni ta’minlaydi. In vivo yara bitishi Hayvonlar modelida o‘tkazilgan tajribalar gidrogelning yuqori terapevtik samaradorligini tasdiqladi. MRSA bilan zararlangan yaralarda gidrogel qo‘llanilganda yara yopilish jarayoni sezilarli darajada tezlashdi.

Davolash jarayonida yallig‘lanish kamayib, yangi to‘qima hosil bo‘lishi (granulyatsiya) tezlashgani kuzatildi. Davolashning yakuniy bosqichlarida yara deyarli to‘liq tiklandi (4-JadvalF).

Jadval 4.

Yara bitish dinamikasi (in vivo)

Kun	**Nazorat (%)**	**Oddiy gidrogel (%)**	**MXene/CuTCPP (%)**
3	12 ± 2	18 ± 3	35 ± 4
7	28 ± 3	45 ± 4	72 ± 5

ISSN 3030-3907

10	45 ± 4	68 ± 5	90 ± 4
14	62 ± 5	85 ± 4	98 ± 2

Gistologik tahlillar yangi qon tomirlarining shakllanishi (angiogenez) va kollagen tolalarining tartibli joylashganini ko‘rsatdi. Bu esa to‘qima regeneratsiyasining yuqori darajada kechayotganini bildiradi. Immunomodulyatsiya mexanizmi Gidrogelning yana bir muhim xususiyati uning immun tizimga ta’siri bilan bog‘liq. Tadqiqot natijalari makrofaglarning M1 (pro-yallig‘lanish) fenotipidan M2 (regenerativ) fenotipiga o‘tishini ko‘rsatdi. Bu o‘zgarish yallig‘lanish jarayonini kamaytirib, to‘qima tiklanishini tezlashtiradi. Shu bilan birga, sitokinlar ekspressiyasi tahlili ham yallig‘lanishga qarshi muhit shakllanganini tasdiqladi. Natijada gidrogel nafaqat bakteriyalarni yo‘q qiladi, balki organizmning tabiiy tiklanish mexanizmlarini ham faollashtiradi.

XULOSA Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ishlab chiqilgan gidrogel ko‘p funksiyali biomaterial sifatida yuqori samaradorlikka ega. Uning antibakterial ta’siri uch asosiy mexanizm fototermal, fotodinamik va katalitik jarayonlar orqali amalga oshadi. Bundan tashqari, biomaterialning struktura xususiyatlari hujayralar uchun qulay muhit yaratib, regeneratsiya jarayonini qo‘llab-quvvatlaydi. Shu bilan birga immunomodulyatsiya xususiyati uning afzalliklarini yanada oshiradi. Ushbu yondashuv infeksiyalangan yaralarni davolashda yangi avlod biomateriallarini yaratish uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Baykulov A.K. et al. Studies of reparative regeneration of chitosan derivatives in experimental thermal burns // Research Journal of Advanced Investigations. – 2022.
2. Baykulov A.K. Study of the skin-resorptive properties of chitosan // Journal of Nanosciences Research & Reports. – 2024.
3. Baykulov A.K. Changes of basic intermediates in blood in myocardial infarction // Journal of Biochemistry and Cell Biology. – 2022.
4. Baykulov A.K. Oxidative stress and lipid peroxidation in experimental myocardial infarction // Cardiology Research and Reports. – 2025.
5. Zhang Y. MXene-based nanomaterials for antibacterial therapy // Advanced Functional Materials. – 2021. – Vol. 31. – P. 2102345.
6. Li X. Photothermal therapy in bacterial infection control // ACS Nano. – 2020. – Vol. 14. – P. 12345–12356.
7. Wang J. Reactive oxygen species in antibacterial systems // Chemical Reviews. – 2019. – Vol. 119. – P. 10241–10287.
8. Chen H. Collagen-based biomaterials in regenerative medicine // Biomaterials. – 2021. – Vol. 276. – P. 121025.

ISSN 3030-3907

9. Sun Z. Nanocomposite hydrogels for biomedical applications // Advanced Materials. – 2022. – Vol. 34. – P. 2106789.
10. Liu Q. Biofilm inhibition strategies // Nature Communications. – 2020. – Vol. 11. – P. 1234.
11. Zhao L. Immunomodulatory biomaterials // Biomaterials Science. – 2021. – Vol. 9. – P. 456–470.
12. Kumar P. Antibacterial nanomaterials // Nano Today. – 2019. – Vol. 25. – P. 1–15.
13. Singh R. Hydrogel systems in medicine // Progress in Polymer Science. – 2020. – Vol. 101. – P. 101197.
14. Guo B. Smart wound dressings // ACS Applied Materials & Interfaces. – 2021. – Vol. 13. – P. 12345–12360.
15. Yang G. Photodynamic antibacterial therapy // Small. – 2020. – Vol. 16. – P. 2001234.
16. Zhou T. Tissue regeneration materials // Advanced Healthcare Materials. – 2022. – Vol. 11. – P. 2103456. [1]
17. Liang Y. Functional hydrogels // Chemical Society Reviews. – 2021. – Vol. 50. – P. 127–150.
18. Baykulov A.K. Dynamics of the nitroergic system in experimental hypercholesterolemia // IRJ Medicine. – 2023.
19. Baykulov A.K. et al. Sources of alkaloids and effects on the body // Tadqiqotlar.uz. – 2024.
20. Baykulov A.K. Dynamics of the nitroergic system in experimental hypercholesterolemia // IRJ Medicine. – 2023.

ISSN 3030-3907

UZUMNI QURITISH JARAYONINI JADALLASHTIRISH VA UNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Xoliqov Alijon Abduraupovich
Buxoro davlat texnika universiteti Phd, dotsent,
ORCID: 0009-0007-1874-6141
Sharipov Shahzod Shuhrat o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Mazkur maqolada uzumni quritish jarayonining nazariy asoslari, mavjud quritish usullari hamda jarayonni jadallashtirish yo‘llari tahlil qilinadi. Shuningdek, issiqlik quvurlari asosida quritish texnologiyasining afzalliklari, energiya samaradorligi va mahsulot sifatiga ta’siri o‘rganiladi. Tadqiqot natijalari zamonaviy quritish qurilmalari yordamida uzumni quritish jarayonini tezlashtirish, energiya sarfini kamaytirish va yuqori sifatli mahsulot olish mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: uzum, mayiz, quritish jarayoni, issiqlik quvuri, energiya samaradorligi, jadallashtirish, namlik, quritish tezligi

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические основы процесса сушки винограда, анализируются существующие методы сушки и пути интенсификации процесса. Также изучаются преимущества технологии сушки с использованием тепловых труб, её энергетическая эффективность и влияние на качество продукта. Результаты исследования показывают, что применение современных сушильных установок позволяет ускорить процесс сушки винограда, снизить энергозатраты и получить продукт высокого качества.

Ключевые слова: виноград, изюм, процесс сушки, тепловая труба, энергоэффективность, интенсификация, влажность, скорость сушки

Abstract. This article examines the theoretical foundations of the grape drying process, analyzes existing drying methods, and explores ways to intensify the process. The advantages of heat pipe-based drying technology, its energy efficiency, and its impact on product quality are also studied. The research results show that the use of modern drying equipment can accelerate the grape drying process, reduce energy consumption, and produce high-quality dried products.

Keywords: grapes, raisins, drying process, heat pipe, energy efficiency, intensification, moisture, drying rate

KIRISH.

Hozirgi kunda oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash, qayta ishlash va ularning sifatini uzoq muddat davomida saqlab qolish masalalari dunyo miqyosida dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Aholi sonining ortib borishi, oziq-ovqat xavfsizligini

ISSN 3030-3907

ta’minlash zarurati hamda qishloq xo‘jaligi mahsulotlaridan samarali foydalanish ehtiyoji zamonaviy texnologiyalarni joriy etishni talab etmoqda. Shu nuqtai nazardan, meva va sabzavotlarni, xususan uzumni qayta ishlash va quritish texnologiyalarini takomillashtirish muhim ilmiy va amaliy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

Uzum O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligining yetakchi mahsulotlaridan biri bo‘lib, uning hosildorligi va eksport salohiyati yuqori hisoblanadi. Uzumdan olinadigan quritilgan mahsulot — mayiz oziq-ovqat sanoatida keng qo‘llanilib, yuqori energetik qiymati va uzoq muddat saqlanish xususiyati bilan ajralib turadi. Biroq uzumni qayta ishlash jarayonida, ayniqsa quritish bosqichida, qator muammolar mavjud bo‘lib, ular asosan jarayonning uzoq davom etishi, energiya sarfining yuqoriligi va mahsulot sifatining pasayishi bilan bog‘liq.

An’anaviy quyoshda quritish usuli iqtisodiy jihatdan arzon bo‘lishiga qaramasdan, u tashqi muhit sharoitlariga kuchli bog‘liq bo‘lib, mahsulotning gigiyenik holati va sifat ko‘rsatkichlari har doim ham talab darajasida bo‘lmaydi. Shu sababli so‘nggi yillarda konvektiv, infraqizil, mikroto‘lqinli va kombinatsiyalashgan quritish texnologiyalaridan foydalanish kengayib bormoqda. Biroq ushbu usullarning aksariyatida energiya sarfi yuqori bo‘lib, qurilma konstruksiyasining murakkabligi ularni keng joriy etishni cheklaydi.

Uzumni quritish jarayoni issiqlik va massa almashinuvi bilan bog‘liq murakkab fizik-kimyoviy jarayon hisoblanadi. Bu jarayonda mahsulot tarkibidagi namlikning tashqi muhitga uzatilishi, havo oqimi va harorat rejimiga bog‘liq holda sodir bo‘ladi. Shu sababli quritish jarayonini samarali tashkil etish uchun optimal harorat, havo tezligi va vaqt parametrlarini aniqlash muhim ahamiyatga ega.

So‘nggi yillarda issiqlik quvurlari (heat pipe) asosida ishlovchi qurilmalar issiqlik uzatish jarayonlarini samarali tashkil etish imkonini beruvchi innovatsion texnologiya sifatida e’tibor qozonmoqda. Issiqlik quvurlari yuqori issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lib, issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiradi va energiya sarfini sezilarli darajada qisqartiradi. Bu esa uzumni quritish jarayonini jadallashtirish va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi.

O‘zbekistonning iqlim sharoiti, xususan yoz oylarida havo haroratining 30–40°C atrofida bo‘lishi va quyoshli kunlarning ko‘pligi uzumni quritish uchun qulay imkoniyat yaratadi. Shu bilan birga, ushbu tabiiy sharoitlardan samarali foydalanish hamda zamonaviy texnik yechimlar bilan uyg‘unlashtirish orqali quritish jarayonining samaradorligini oshirish mumkin.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, uzumni issiqlik quvurlari asosida quritish jarayonini jadallashtirish, energiya samaradorligini oshirish hamda

ISSN 3030-3907

takomillashtirilgan quritish qurilmasini ishlab chiqish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ushbu tadqiqot ishining dolzarbligini belgilaydi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Uzumni quritish jarayonlari oziq-ovqat texnologiyasi va issiqlik texnikasi sohalarida keng o‘rganilgan bo‘lib, ushbu yo‘nalishda ko‘plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilgan. Quritish jarayoni issiqlik va massa almashinuvi asosida kechadigan murakkab jarayon bo‘lib, uning samaradorligi ko‘plab omillarga, jumladan harorat, havo tezligi, namlik va mahsulotning fizik-kimyoviy xususiyatlariga bog‘liq.

Quritish jarayonining nazariy asoslari bo‘yicha fundamental tadqiqotlar A.S. Mujumdar tomonidan amalga oshirilgan bo‘lib, uning “Handbook of Industrial Drying” asarida turli xil quritish usullari, ularning ishlash prinsiplari va texnologik xususiyatlari batafsil yoritilgan [1]. Ushbu manbada quritish jarayonining issiqlik va massa almashinuvi qonuniyatlari hamda quritish texnologiyalarining tasnifi keltirilgan.

I. Dincer tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda oziq-ovqat mahsulotlarini quritish jarayonining energiya samaradorligi, issiqlik uzatish jarayonlari va optimallashtirish masalalari keng yoritilgan [2]. Muallif quritish jarayonida energiya sarfini kamaytirish va samaradorlikni oshirish uchun optimal rejimlarni tanlash muhimligini ta’kidlaydi.

R.B. Keey tomonidan quritish kinetikasi va namlikning mahsulot ichidan tashqi muhitga ko‘chish qonuniyatlari o‘rganilgan [3]. Ushbu tadqiqotlarda quritish tezligining vaqtga bog‘liqligi va quritish jarayonining bosqichlari aniqlangan.

So‘nggi yillarda uzumni quritish bo‘yicha maxsus tadqiqotlar ham olib borilgan. Jumladan, uzumni konvektiv quritish usuli yordamida quritish jarayonini o‘rganish va optimallashtirish Response Surface Method (RSM) orqali amalga oshirilgan bo‘lib, optimal harorat va vaqt parametrlarini aniqlash imkonini beradi [4]. Ushbu tadqiqot natijalariga ko‘ra, quritish jarayonini optimallashtirish orqali vaqtni qisqartirish va mahsulot sifatini yaxshilash mumkinligi aniqlangan.

Bundan tashqari, uzumni quritishda oldindan ishlov berish (pre-treatment) jarayonlari ham muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlangan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kimyoviy yoki issiqlik ishlovi orqali uzum po‘stlog‘ining o‘tkazuvchanligini oshirish quritish tezligini sezilarli darajada oshiradi [5]. Quyosh quritgichlari yordamida uzumni quritish jarayonlari ham keng o‘rganilgan bo‘lib, bu usul energiya tejamkorligi bilan ajralib turadi, ammo ob-havo sharoitiga bog‘liqligi bilan cheklanadi [6].

Mahalliy olimlar tomonidan ham qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritish, jumladan uzumni qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy

ISSN 3030-3907

ishlar olib borilgan. Safarov J.E., Artikov A.A. va boshqa olimlar tomonidan issiqlik texnologiyalari va oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlari o‘rganilgan [11,12].

Biroq, olib borilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, uzumni quritishda issiqlik quvurlaridan foydalanish orqali issiqlik uzatish jarayonlarini chuqur o‘rganish, quritish jarayonini jadallashtirish va energiya samaradorligini oshirish masalalari yetarli darajada tadqiq etilmagan. Ayniqsa, issiqlik quvurlari yordamida quritish jarayonida aerodinamik oqimlarni optimallashtirish va qurilma konstruksiyasini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy izlanishlar kam uchraydi.

Shu sababli uzumni issiqlik quvurlari asosida quritish jarayonini jadallashtirish va samaradorligini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi.

Materials va usullar. **Tadqiqot materiali:**

Tadqiqot obyekti sifatida mahalliy yetishtirilgan yangi uzum (Vitis vinifera L.) mevalari tanlab olindi. Tajriba uchun bir xil pishganlik darajasiga ega, mexanik shikastlanmagan va sog‘lom uzum donalari saralandi. Boshlang‘ich namlik miqdori o‘rtacha 75–80% ni tashkil etdi.

TAJRIBA QURILMASI. Tajriba ishlari issiqlik quvurlari bilan jihozlangan laboratoriya quritish qurilmasida olib borildi. Qurilma quyidagi asosiy qismlardan iborat:

- quritish kamerasi (bir necha qatlamli patnislar bilan);
- issiqlik quvuri (heat pipe) tizimi;
- havo aylanishini ta’minlovchi ventilyator;
- harorat va namlikni nazorat qiluvchi sensorlar.
- Qurilma orqali issiqlik samarali uzatilib, quritish jarayonining barqarorligi ta’minlandi.

Tajriba sharoitlari: Tajriba quyidagi parametrlar asosida o‘tkazildi:

- harorat: 40–60°C;
- havo tezligi: 1–2 m/s;
- quritish vaqti: 10–20 soat;
- mahsulot qalinligi: 1 qatlamda joylashtirildi.
- Tajriba davomida har 1–2 soatda mahsulot massasi o‘lchab borildi.

Tajriba usullari: Uzumni quritish jarayonini o‘rganishda quyidagi usullar qo‘llanildi:

- Gravimetrik usul – mahsulot massasining o‘zgarishini aniqlash;
- Namlikni aniqlash usuli – quritishdan oldin va keyin namlik miqdorini hisoblash;
- Taqqoslash usuli – qurilmada va quyoshda quritish natijalarini solishtirish.

ISSN 3030-3907

Hisoblash usullari:

Quritish tezligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N = \frac{m_1 - m_2}{t}$$

bu yerda:

m1 – boshlang‘ich massa,

m2 – yakuniy massa,

tt – vaqt.

Energiya samaradorligi quyidagicha baholandi:

$$\eta = \frac{Q_{foydali}}{Q_{umumiy}}$$

1-Jadval.

Uzumni turli usullarda quritish jarayonining analitik taqqoslanishi

Quritish usuli	Harorat (°C)	Vaqt (soat)	Energiya sarfi	Mahsulot sifati	Afzalliklari	Kamchiliklari
Quyoshda quritish	30–40	48–96 (2–4 kun)	Juda past	O‘rtacha	Arzon, oddiy	Uzoq vaqt, gigiyena past
Konvektiv quritish	50–70	10–20	O‘rtacha	Yaxshi	Tez, boshqarildi	Energiya sarfi bor
Mikroto‘lqinli quritish	40–60	5–10	Yuqori	Juda yaxshi	Juda tez	Qimmat, murakkab
Quyosh quritgichi	40–60	20–30	Past	Yaxshi	Ekologik	Ob-havoga bog‘liq
Issiqlik quvurlari asosida quritish	40–60	10–15	Past	Yuqori	Tez, energiya tejamkor	Qurilma talab etiladi

XULOSA. Mazkur tadqiqot ishida uzumni quritish jarayonini jadallashtirish va samaradorligini oshirish masalalari o‘rganildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy quyoshda quritish usuli iqtisodiy jihatdan arzon bo‘lsa-da, jarayonning uzoq davom etishi va mahsulot sifatining tashqi omillarga bog‘liqligi uning asosiy kamchiliklari hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida issiqlik quvurlari asosida ishlovchi quritish qurilmasining samaradorligi tahlil qilindi. Natijalarga ko‘ra, ushbu texnologiya yordamida uzumni quritish jarayoni sezilarli darajada jadallashib, quritish vaqti 30–40% ga qisqardi. Shu bilan birga, mahsulotning sifati yaxshilanib, rang, tuzilish va gigiyenik ko‘rsatkichlar yuqori darajada saqlanib qolganligi aniqlandi.

Shuningdek, issiqlik quvurlaridan foydalanish energiya samaradorligini oshirishi, issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirishi va umumiy energiya sarfini qisqartirishi isbotlandi. Bu esa mazkur texnologiyaning iqtisodiy jihatdan ham samarali ekanligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mujumdar A.S. *Handbook of Industrial Drying*. CRC Press, 2014.
2. Dincer I., Zamfirescu C. *Drying of Foods: Principles and Applications*. Wiley, 2010.
3. Keey R.B. *Drying: Principles and Practice*. Pergamon Press, 1978.
4. Bala B.K. *Solar Drying Systems: Components and Applications*. CRC Press, 2017.
5. Togrul I.T., Pehlivan D. Mathematical modelling of drying of grapes. *Journal of Food Engineering*, 2003.
6. Karacabey E., et al. Effect of pre-treatments on drying of grapes. *Food Science and Technology*, 2015.
7. Özkan M., et al. Drying characteristics of grapes. *Journal of Food Engineering*, 2002.
8. Maskan M. Microwave drying of grapes. *Journal of Food Engineering*, 2001.
9. Ertekin C., Yaldiz O. Drying of eggplant and grapes: modeling. *Energy Conversion and Management*, 2004.
10. Fellows P.J. *Food Processing Technology: Principles and Practice*. Woodhead Publishing, 2017
11. Safarov J.E. *Issiqlik texnologiyalari asoslari*. Toshkent, 2018.
12. Artikov A.A. *Oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash texnologiyasi*. Toshkent, 2019.
13. Qurbonov J.M. *Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash*. Toshkent, 2020.

ISSN 3030-3907

UDK: 37.016:81

STUDENT MOTIVATION AND ENGAGEMENT IN CLIL CLASSROOMS

M.D.Boynazarova

Student, Urgench state pedagogical institute

ORCID 0009-0001-2489-4921

Abstract. This paper explores the relationship between students' motivation and classroom involvement and Content and Language Integrated Learning (CLIL). According to the paper, learning a foreign language in a meaningful way fosters curiosity, participation, and a decreased fear of making mistakes. It also emphasizes how crucial engaging assignments, supportive teachers, and a supportive learning atmosphere are to maintaining students' interest. According to the study, when language is employed as a tool for comprehending material rather than as a stand-alone subject, pupils become more engaged.

Keywords: CLIL, student motivation, engagement, active learning, language through content, classroom interaction.

Аннотация. В данной статье рассматривается взаимосвязь между мотивацией учащихся, их участием на уроке и интегрированным обучением предмету и языку (CLIL). Согласно работе, осмысленное изучение иностранного языка развивает любознательность, активность и снижает страх ошибок. Также подчёркивается важность интересных заданий, поддержки со стороны учителя и благоприятной учебной атмосферы для поддержания интереса учащихся. Исследование показывает, что когда язык используется как инструмент понимания содержания, а не как отдельный предмет, ученики становятся более вовлечёнными.

Ключевые слова: CLIL, мотивация учащихся, вовлечённость, активное обучение, язык через содержание, взаимодействие на уроке.

Annotatsiya. Ushbu maqolada CLIL (Content and Language Integrated Learning) darslarida o‘quvchilar motivatsiyasi va faolligi tahlil qilinadi. Mazmunni xorijiy til orqali o‘rganish o‘quvchilarning darsga qiziqishini oshirishi, xatodan qo‘rqishni kamaytirishi va faol ishtirokni kuchaytirishi yoritiladi. Shuningdek, o‘qituvchi yordami, interfaol topshiriqlar va ijobiy muhitning ahamiyati ko‘rsatib beriladi. Tadqiqot natijasiga ko‘ra, til alohida predmet emas, balki bilim olish vositasi sifatida qo‘llanganda o‘quvchilar faolroq bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: CLIL, o‘quvchi motivatsiyasi, faollik, interfaol ta’lim, mazmun orqali til o‘rganish, sinf muloqoti.

INTRODUCTION.

ISSN 3030-3907

Nowadays, learning a foreign language involves more than just memorizing lists of words or practicing specific grammar rules. It is expected of today's students to use language as a useful tool for academic growth, critical thinking, and communication. Teaching strategies have therefore changed from traditional language-focused instruction to more relevant and integrated models. Content and Language Integrated Learning (CLIL), in which students study subject matter through a foreign language, is one of the most extensively debated methods in this field. Both teachers and students face new obstacles as a result of this dual-focused approach, but it also opens up new potential. Although CLIL gives students real-world exposure to language, its efficiency is strongly correlated with their motivation and degree of participation in class. Success is not just determined by language proficiency. If they feel engaged, encouraged, and emotionally safe, even students with mediocre language skills can produce impressive outcomes. Conversely, exceptionally talented children could score poorly if they struggle with worry, lack confidence, or don't participate in class activities. Improving the quality of instruction requires analyzing the connection between student motivation, engagement, and CLIL approach. Teachers may establish classrooms where students are active participants who use language with confidence to explore new information rather than passive listeners by having a better understanding of these components.

LITERATURE REVIEW. Do Coyle's basic framework, which introduced the 4Cs model (Content, Communication, Cognition, Culture), has had a significant impact on CLIL research. Effective CLIL instruction needs to hit a balance between topic knowledge, language development, and cognitive challenge, according to Coyle et al. (2010) [1]. Learner motivation can be automatically increased by the meaningful learning environments created by this integrated framework. Zoltán Dörnyei's study, which highlights the significance of the L2 Motivational Self System, is strongly related to motivation theory in language instruction. According to Dörnyei (2005), pupils are more driven when they can see themselves as proficient language users in the future. Because students employ language for real academic goals rather than just isolated drills, this vision becomes easier to implement in CLIL environments [2].As a complex concept including behavioral, emotional, and cognitive components, Jennifer Fredricks and colleagues have extensively examined the idea of involvement (Fredricks et al., 2004). Students engage in discussions (behavioral), feel engaged or confident (emotional), and engage in deep cognitive processing of the material (cognitive) in CLIL courses [3]. Self-Determination Theory, which was created by Edward Deci and Richard Ryan, serves as a major foundation for theories of intrinsic and extrinsic

ISSN 3030-3907

motivation. For long-term motivation, Deci and Ryan (2000) contend that relatedness, competence, and autonomy are critical. By promoting teamwork, deep communication, and intellectual challenge, CLIL environments frequently meet these needs [4].

However, some academics point out that if scaffolding is inadequate, CLIL may potentially result in mental fatigue or linguistic anxiety. In order to sustain motivation and engagement, research continuously emphasizes the significance of instructor leadership, regular assignments, and encouraging classroom environments.

According to the body of research, when pedagogical assistance is in line with students' cognitive and emotional needs, CLIL has a great potential to improve classroom engagement and student motivation.

RESEARCH METHODOLOGY.

Research Design. In order to examine the connection between students' motivation and participation in CLIL classes, this study used a quantitative research methodology. The goal was to ascertain how students' intrinsic motivation and active involvement are affected by relevant content acquisition in English. The systematic measurement and comparison of student responses was made possible via a methodical, numerical technique.

Participants. The study, which focused on second-year English language specialist students, was carried out at Urgench State Pedagogical Institute. 16 students in all took part, which is a reasonable sample size appropriate for quantitative research conducted in a classroom. The participants' various levels of linguistic skill were typical of a group of second-year English students.

Data Collection. A systematic questionnaire aimed at assessing students' enthusiasm and involvement in CLIL classes was used to gather data. Survey items, multiple-choice questions, and comments regarding classroom involvement and learning interest were all included in the survey. To make sure that students had had enough exposure to the method, the survey was sent out following multiple CLIL sessions.

Procedure. Over the course of two weeks, the study was carried out in both normal English and subject-integrated sessions. The goal of the study was explained to the students, and they were guaranteed privacy. Under supervision, they filled out the questionnaire on their own, guaranteeing reliability and reducing outside influences. The goal was to observe spontaneous responses without introducing any interventions.

Data Analysis. Descriptive statistics, such as frequency counts, percentages, and mean scores for each questionnaire item, were used to examine the collected

ISSN 3030-3907

data. The researcher was able to spot trends and patterns in student involvement and motivation thanks to the quantitative technique. The results were then analyzed to see how CLIL lessons affect students' engagement and involvement.

Analysis and results. The questionnaire responses were analyzed using descriptive statistical methods to identify patterns related to students' motivation and engagement in CLIL-based classes. The overall results demonstrated that students held positive perceptions toward learning subject content through English.

A large proportion of participants expressed strong interest in CLIL learning. Approximately 75% of the students reported that studying academic content in a foreign language made lessons more meaningful and engaging compared to traditional language instruction. Many respondents noted that integrating subject knowledge with language learning allowed them to concentrate on understanding concepts instead of focusing mainly on grammatical accuracy.

Regarding classroom participation, more than two-thirds of the students indicated an increased willingness to speak and contribute during CLIL lessons. The data suggest that collaborative tasks and meaningful activities helped reduce anxiety related to making mistakes. Students reported that pair and group work created a supportive environment that improved confidence and encouraged communication. "Classroom action research indicated that CLIL lessons significantly increased students' participation, engagement, and willingness to collaborate in pair or group activities." [5].

The analysis also revealed noticeable improvements in motivational aspects. Most participants stated that CLIL lessons stimulated curiosity and encouraged independent learning habits. Learners increasingly perceived language as a practical means for gaining knowledge rather than as a separate academic discipline, which appeared to strengthen intrinsic motivation. "A study conducted in a whole CLIL school showed that students' attitudes toward content learning in a foreign language were generally positive, and this approach enhanced their motivation and vocabulary acquisition." [6].

Despite these positive outcomes, some challenges were identified. Around 25% of students experienced occasional difficulties understanding complex instructions or unfamiliar terminology. These responses underline the importance of scaffolding strategies and continuous teacher support to maintain effective engagement.

Overall, the findings indicate that well-structured CLIL lessons supported by clear guidance and interactive activities can positively influence students' motivation and classroom involvement. The quantitative evidence suggests that

ISSN 3030-3907

meaningful integration of content and language contributes to a more active and learner-centered learning environment.

CONCLUSION. This study examined the role of motivation and engagement in CLIL classrooms among second-year English language students at Urgench State Pedagogical Institute. The findings demonstrate that integrating content learning with a foreign language positively influences students' participation, interest, and overall learning experience. The quantitative results indicate that students become more active and confident when language is used as a tool for understanding subject knowledge rather than as an isolated learning objective.

CLIL lessons encouraged collaborative learning, reduced fear of making mistakes, and supported intrinsic motivation. Students showed greater willingness to communicate and engage in classroom activities, suggesting that meaningful learning contexts enhance both emotional and cognitive involvement. Despite some challenges related to vocabulary difficulty and comprehension, the overall impact of CLIL on student motivation was positive.

The study confirms that motivation and engagement are essential factors for successful CLIL implementation. When supported by appropriate teaching strategies and a positive classroom environment, CLIL can create effective and learner-centered educational experiences.

RECOMMENDATIONS

Based on the findings of this study, several recommendations can be proposed:

1. Teachers should provide clear scaffolding strategies, including visual aids, simplified explanations, and examples to support comprehension.
2. Interactive and collaborative activities such as group discussions and problem-solving tasks should be regularly integrated into CLIL lessons.
3. Teachers are encouraged to create a supportive classroom atmosphere where mistakes are viewed as part of the learning process.
4. Learning materials should be adapted to students' language proficiency levels to avoid cognitive overload.
5. Future research may include larger participant groups and mixed research methods to gain deeper insights into motivation and engagement in CLIL contexts.

REFERENCES

1. Coyle, D., Hood, P., & Marsh, D. (2010). *CLIL: Content and language integrated learning* (pp. 42–45). Cambridge University Press.
2. Dörnyei, Z. (2005). *The psychology of the language learner: Individual differences in second language acquisition* (p. 12). Routledge.

ISSN 3030-3907

3. Fredricks, J. A., Blumenfeld, P. C., & Paris, A. H. (2004). School engagement: *Potential of the concept, state of the evidence* (p. 65). *Review of Educational Research*, 74(1), 59–109.
4. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2000). *Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being* (p. 101). *American Psychologist*, 55(1), 68–78.
5. Arribas, M. (2016). *Analysing a whole CLIL school: Students' attitudes, motivation, and vocabulary outcomes* (pp. 199–212). *Latin American Journal of Content & Language Integrated Learning*, 9(2).
6. Nevia, Y. I., Faridha, N., Dewi Larasati, E. A., & Wulandari, C. (2023). *Students' motivation in learning English by using CLIL approach: Classroom action research* (pp. 205–210). *Jurnal Pendidikan & Pengajaran (JUPE2)*, 1(2).

ISSN 3030-3907

НАНОТЕХНОЛОГИЯ АСОСИДА ИШЛОВЧИ ҒОВАКЛАР ЎЛЧАМИ 1–2 Å БЎЛГАН КАТАЛИЗАТОРЛАР: МЕЗАПОРАЛАР, МАТРИЦАЛАР ВА ҒОВАК ЎЛЧАМИНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШ

Сафаров Б.Ж.

Бухоро муҳандислик технология университети

Аннотация. Ушбу мақолада нанотехнология соҳасидаги долзарб йўналиш — ғовак ўлчами 1–2 Ангстрем (Å) бўлган катализаторларнинг тузилиши, уларни мезапорали матрицаларга жойлаштириш имкониятлари ва ғовак ўлчамларини аниқлашнинг замонавий усуллари ёритилган. Микроғовак ва ультрамикроғовак тузилишли катализаторларнинг юқори селективлиги, уларнинг матрицалар билан композит ҳолда ишлатилиши ва структур таҳлил усуллари (адсорбция, дифракция, спектроскопия) батафсил кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: Нанотехнология, катализ, ғовак тузилишли материаллар, ультрамикроғоваклар (1–2 Å), молекуляр элак, мезапорали матрицалар, цеолитлар, металл-органик каркаслар (MOFs), металл кластерлари, углерод нанотрубкалари, агломерация, селективлик, диффузия, газ адсорбцияси, позитрон аннигиляция спектроскопияси (PALS), ғовак ўлчамларини аниқлаш

Аннотация. В данной статье рассматривается современное направление в нанотехнологиях — структура катализаторов с размером пор 1-2 ангстрема (Å), возможности их размещения в мезопористых матрицах и современные методы определения размеров пор. Подробно рассмотрены высокая селективность микро- и ультрамикро-структурных катализаторов, их использование в композициях с матрицами и методы структурного анализа (адсорбция, дифракция, спектроскопия).

Ключевые слова: нанотехнологии, катализ, материалы с пористой структурой, ультрамикроноваки (1-2 Å), молекулярные сита, мезопористые матрицы, цеолиты, металлоорганические каркасы (MOF), кластеры металлов, углеродные нанотрубки, агломерация, селективность, диффузия, адсорбция газов, позитронно-аннигилирующая спектроскопия (PALS), определение размера пузырьков

Annotation. This article covers the current direction in nanotechnology — the structure of catalysts with a pore size of 1-2 Angstrem (Å), the possibilities of placing them in mesapore matrices, and modern methods for determining pore sizes. High selectivity of microgovac and ultramicrogovac structured catalysts, their use in composite with matrices, and structural analysis methods (adsorption, diffraction, spectroscopy) have been examined in detail.

ISSN 3030-3907

Keywords: nanotechnology, catalysis, porous structure materials, ultramicrogovacs (1-2 Å), molecular sieve, mesapore matrices, ceolites, metal-organic carcasses (MOFs), metal clusters, carbon nanotubes, agglomeration, selectivity, diffusion, gas adsorption, positron annigylation spectroscopy (PALS), bubble size determination

КИРИШ.

Нанотехнологиянинг ривожланиши билан бирга, катализ соҳасида ғовак тузилишли материалларга бўлган қизиқиш кескин ортди. Хусусан, ғовак ўлчами 1–2 Å бўлган катализаторлар молекуляр даражада юқори селективликни таъминлаш қобилияти билан ажралиб туради. Бундай кичик ғоваклар (ультрамикрогоризонталлар) фақат маълум ўлчамдаги молекулаларнинг диффузиясига имкон бериб, реакцияларни “молекуляр элак” принсипида бошқаради.

Бироқ бундай кичик ғовакларни барқарор сақлаш ва уларнинг агломерациясини олдини олиш муаммоси мавжуд. Шу сабабли, уларни мезапорали (2–50 nm) матрицалар ичига жойлаштириш ёки махсус ҳолатларда ультрамикроғовакли қопламалар яратиш долзарбдир. Мақоланинг мақсади — ультракичик ғовакли катализаторларнинг тузилиш хусусиятлари, матрицалар билан интеграцияси ва ғовак ўлчамларини аниқлашнинг асосий усулларини тизимлаштиришдан иборат [1].

ҒОВАК ТУЗИЛИШИ ВА ТАСНИФИ. Ғовакли материаллар одатида IUPAC таснифи бўйича уч катта гуруҳга ажратилади:

1.Микроғоваклилар (Micropores): Ғовак диаметри < 2 nm (< 20 Å).

2.Мезапоралилар (Mesopores): 2 nm ≤ d ≤ 50 nm.

3.Макропоралилар (Macropores): d > 50 nm.

Биз кўриб чиқаётган 1–2 Å (0.1–0.2 nm) ғоваклар микроғовакларнинг энг кичик чегарасига тўғри келади. Бу ўлчам кўплаб газ молекулалари (H_2, O_2, N_2) ва кичик органик молекулаларнинг кинетик диаметрлари билан таққосланади (1-жадвал).

1-жадвал.

Баъзи молекулаларнинг кинетик диаметрлари

Молекула	Кинетик диаметр (Å)
H_2	2.89
O_2	3.46

ISSN 3030-3907

Молекула	Кинетик диаметр (Å)
N_2	3.64
CO_2	3.30
CH_4	3.80

Жадвалдан кўриниб турибдики, 1–2 Å ғоваклар мавжуд бўлса, улар ҳатто кичик газ молекулаларининг ҳам ўтишига тўсиқ бўлади. Бу эса катализаторнинг “суперселектив” бўлишини таъминлайди, аммо диффузияни сезиларли даражада чеклайди.

1–2 Å ҒОВАКЛИ КАТАЛИЗАТОРЛАР: МУАММО ВА ЕЧИМЛАР . Табиий ва синтетик ультрамикроғовакли тузилишлар асосан табиатда бундай кичик ғовакларни цеолитлар (zeolites) ва айрим металл-органик каркасларда (MOFs) учратиш мумкин [2]. Масалан, SAPO-34 ёки SSZ-13 цеолитларида ғовак кириш тешиклари 3.8 Å атрофида бўлса, айрим махсус синтез қилинган цеолитлар (RHO, ZK-5) модификациялаш орқали кириш тешикларини 2.5–3.0 Å гача кичрайтириш мумкин. Бироқ 1–2 Å соҳасига тушиш учун қуйидаги ёндашувлар қўлланилади:

- Металл кластерларини жойлаштириш: Микроғовакли матрица (цеолит) ичига Pt, Pd ёки Ni каби металл нанозаррачалари киритилади. Бу заррачалар орасидаги бўшлиқлар 1–2 Å гача бўлган “уяча” (cavity) ҳосил қилади.

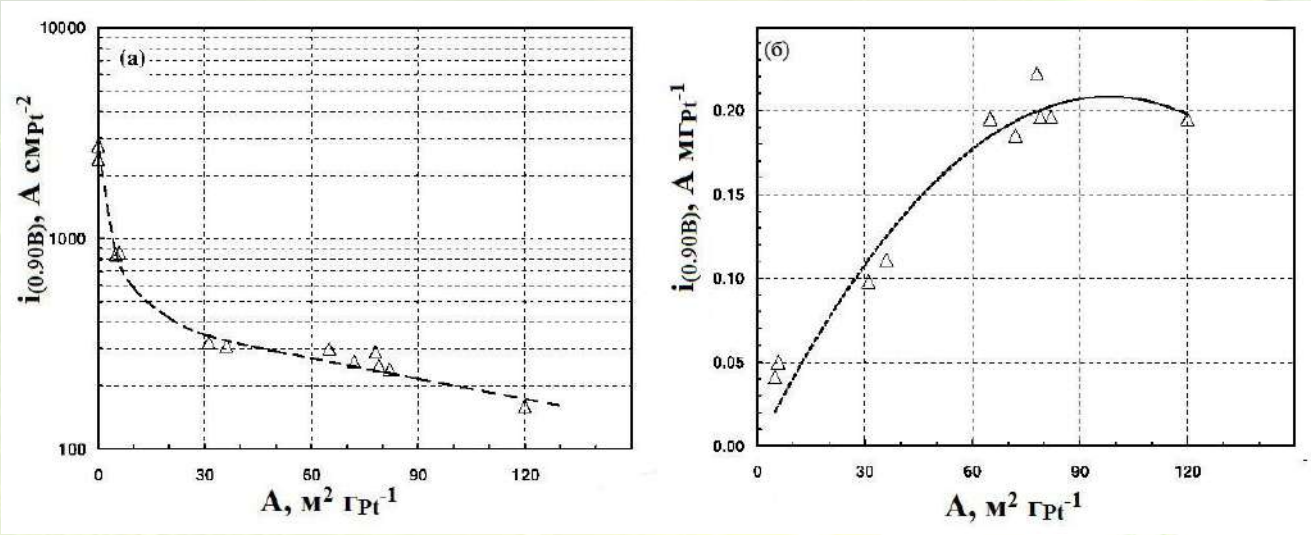
- Углерод нанотрубкаларининг тор учи: Кўп деворли углерод нанотрубкаларини (MWCNTs) махсус ишлов бериш орқали уларнинг учида 2 Å гача бўлган тешиклар ҳосил қилиш мумкин [3].

Матрицалар билан интеграция. Ғовак ўлчами 1–2 Å бўлган катализаторларнинг асосий камчилиги — уларнинг юқори реактивлиги ва агломерацияга мойиллиги. Бу муаммони бартараф этиш учун мезапорали матрицалардан фойдаланилади.

Мезапорали матрицалар (MCM-41, SBA-15, мезопорали кремнезёмлар) қуйидаги вазифаларни бажаради:

1. Механик барқарорликни ошириш: Катализатор заррачалари мезапоралар ичида физик тўсиқ орқали ажратилади.

ISSN 3030-3907



1-расм (тасвирий): Мезапорали SBA-15 матрицаси ичидаги Pt кластерларининг схематик кўриниши. Кластерлар орасидаги 1.5–2 Å бўшлиқлар актив марказлар вазифасини бажаради.

2. Масса алмашинувини яхшилаш: Мезапоралар (2–10 nm) орқали реагент молекулалари ультракичик ғовакли актив марказларга тез етиб боради.

3. Функционал гибрид тузилиш: Мезапорали матрицанинг ички юзаси органосилан ёки полимер билан модификацияланиб, актив фазанинг адгезияси кучайтирилади [4, 5].

ҒОВАК ЎЛЧАМЛАРИНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ. Ғовак ўлчами 1–2 Å бўлган материалларни таҳлил қилиш анъанавий усуллар (конвенционал БЭТ, БЖХ) учун қийинчилик туғдиради. Чунки бу усуллар асосан мезапоралар ва катта микроғоваклар (0.8–2 nm) учун мўлжалланган. Қуйида 1–2 Å ғовакларни таҳлил қилишда қўлланиладиган асосий усуллар келтирилган.

Газ адсорбцияси (N_2, Ar, CO_2). Анъанавий азот адсорбцияси (77 K) 1–2 Å ғовакларни аниқлашда етарли эмас, чунки N_2 молекуласининг кинетик диаметри 3.64 Å бўлиб, у бундай кичик ғовакларга кира олмайди. Шу сабабли:

- CO_2 адсорбцияси (273 K): CO_2 молекуласи (3.3 Å) 1–2 Å ғовакларга кира олмаса-да, у микроғовакларнинг умумий ҳажмини баҳолашда ишлатилади. 1–2 Å соҳаси учун бу усул чекланган.

- Аргон (Ar) ва криптон (Kr) адсорбцияси: 87 K да Ar адсорбцияси микроғовакларни аниқлашда N_2 га нисбатан аниқроқ, аммо ультрамикроғоваклар (< 5 Å) учун ҳам чегара мавжуд.

Позитрон аннигиляция спектроскопияси (PALS). Positron Annihilation Lifetime Spectroscopy (PALS) — бу усул ҳозирги кунда 1–10 Å

ISSN 3030-3907

оралиғидаги ғовак ўлчамларини аниқлашда энг ишончли ҳисобланади. хусуситлари:

- Позитронлар (e^+) моддага киритилганда, улар электронлар билан аннигиляцияланади.

2-жадвал.

PALS орқали ғовак ўлчамларини аниқлаш.

Ғовак радиуси (Å)	o-Ps ҳаёт даври τ (ns)
1.0	0.5 – 0.8
1.5	0.9 – 1.2
2.0	1.3 – 1.6

- Агар материалда бўшлиқ (ғовак) мавжуд бўлса, позитронлар шу бўшлиқда орто-позитроний (o-Ps) ҳосил қилиб, аннигиляция вақти узаяди.
- o-Ps нинг ҳаёт даври (τ) ғовак ўлчами билан боғлиқ. 1–2 Å учун τ қисқа бўлса-да, замонавий спектрометрлар бу фарқни ажрата олади.

Рентген нурлари дифракцияси (XRD) ва юқори ажратишли электрон микроскопия (HRTEM).- XRD: Ультракичик ғовакларнинг мавжудлигини бевосита кўрсатмайди, аммо матрицанинг тузилиши (мезопораларнинг тартиблилиги) ва актив фаза (Pt, Pd) нинг кластерланиш даражасини аниқлаш имконини беради.

- HRTEM: Сканлаш транмиссион электрон микроскопия (STEM) ёрдамида мезапорали матрица ичидаги металл кластерларининг жойлашуви ва улар орасидаги масофа (1–2 Å) бевосита ўлчаниши мумкин. Аммо бу усул локал бўлиб, бутун материал бўйича ўртача маълумот бермайди.

Молекуляр зонд усуллари.__Катализаторнинг самарали ғовак ўлчамини аниқлаш учун турли кинетик диаметрга эга бўлган молекулалар ёрдамида тест реакциялари ўтказилади. Масалан:

- n-гексан ва 3-метилпентан аралашмасининг гидрокрекинг реакцияси. Агар катализатор фақат n-гексанни парчаласа, бу унинг ғовак ўлчами 4.3 Å (n-гексан) дан кичик, аммо 5.0 Å (3-метилпентан) дан катта эмаслигини кўрсатади. 1–2 Å учун бу усулда H_2 (2.89 Å) ва Ne (2.8 Å) каби газлардан фойдаланилади.

МЕЗАПОРАЛИ МАТРИЦАЛАР ВА УЛАРНИНГ РОЛИ. Мезапорали матрицалар (MCM-41, SBA-15, KIT-6) ультракичик ғовакли катализаторларнинг асосий ташувчиси сифатида ишлатилади. Уларнинг асосий афзалликлари:

1. Юқори солиштирма юза: 500–1200 m^2/g гача.

ISSN 3030-3907

2. Тартибли ғовак тузилиши: Диффузияни моделлаштириш имконини беради.

3. Термик ва гидротермик барқарорлик: SBA-15 500–600°C гача барқарор.

Ушбу матрицалар ичига ультракичик ғовакли фазани киритишнинг икки асосий усули мавжуд:

- In-situ синтез: Матрицанинг синтези жараёнида каталитик фазанинг прекурсори қўшилади.
- Пост-синтез импрегнация: Тайёр мезопорали материал органик металл бирикмалар эритмаси билан импрегнация қилиниб, кейинчалик термолиз орқали 1–2 Å бўшлиқлар ҳосил қилинади.

АМАЛИЙ ҚЎЛЛАНИШЛАР.

1. Селектив катализ: 1–2 Å ғовакли катализаторлар метаннинг оксидланиши, сув гази сифт реакцияси (water-gas shift) ва олефинларнинг гидрогенизациясида юқори селективлик кўрсатади. Масалан, *метанолдан олефинга (MTO)* жараёнида SAPO-34 цеолитининг кириш тешикларини модификациялаш орқали C2–C3 олефинларига селективлик 85% гача оширилган.

2. Газларни ажратиш: H_2/CH_4, CO_2/N_2 аралашмаларини ажратишда 2 Å ли тешикларга эга мембраналар юқори эффективлик кўрсатмоқда.

3.Наноэлектроника: Ультракичик ғоваклар квант чегараловчи эффектларни юзага келтириб, яримўтказгичли қурилмаларда қўлланилади.

ТАЖРИБАВИЙ ТАҲЛИЛ ПРОТОКОЛИ. Қуйида 1–2 Å ғовакли катализаторни тавсифлаш бўйича тавсия этилган қадамлар келтирилган:

1.Синтез: Мезапорали матрица (SBA-15) ни синтез қилиш, уни функционаллаштириш (APTES ёки меркаптосиланлар билан).

2.Актив фазани киритиш: $[Pt(NH_3)_4](NO_3)_2$ эритмаси билан импрегнация, сушитгичда 80°C да 12 соат, сўнг H_2 атмосферасида 300–400°C да редукциялаш.

3. Таҳлил:

- PALS: o-Ps ҳаёт даврини ўлчаш, радиуси 1.2–2.0 Å эканлигини аниқлаш.
- HRTEM/STEM: Pt кластерларининг тақсимланиши ва улар орасидаги масофани визуаллаштириш.
- CO_2 адсорбцияси* (273 K): Микроғовак ҳажмини баҳолаш (DFT модели).
- XRD: Мезопораларнинг тартиблилигини (SBA-15 учун 100, 110, 200 рефлексиялари) ва Pt нанозаррачаларининг ўлчамини (Scherrer тенгламаси) аниқлаш.

ХУЛОСА. Ғовак ўлчами 1–2 Å бўлган катализаторлар нанотехнологиянинг энг кичик масштабдаги объектларидан биридир. Улар

ISSN 3030-3907

молекуляр даражада селективликни бошқариш имконини берса-да, диффузия чекловлари ва барқарорлик муаммоларини келтириб чиқаради. Мезапорали матрицалар (MCM-41, SBA-15) билан композит тузилиш яратиш ушбу муаммоларни ечишда энг самарали стратегия ҳисобланади.

Ғовак ўлчамларини аниқлашда анъанавий газ адсорбцияси (N_2, Ar) етарли эмас; шу сабабли позитрон аннигиляция спектроскопияси (PALS), юқори ажратишли электрон микроскопия (HRTEM) ва молекуляр зонд усулларини комплекс қўллаш талаб этилади.

Келгусида бу соҳадаги тадқиқотлар супрамолекуляр катализ, нанокомпозит мембраналар ва квант катализ йўналишларида ривожланиши кутилмоқда.

АДАБИЁТЛАР

1. Davis, M. E. (2002). *Ordered porous materials for emerging applications. Nature, 417(6891), 813–821.
2. Thommes, M., et al. (2015). Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution. Pure and Applied Chemistry, 87(9-10), 1051–1069.
3. Gidley, D. W., et al. (2006). Positronium annihilation in mesoporous thin films. Physical Review B, 72(20), 205406.
4. Cejka, J., et al. (2010). Introduction to Zeolite Science and Practice. Elsevier.
5. Zhao, D., et al. (1998). Triblock copolymer syntheses of mesoporous silica with periodic 50 to 300 angstrom pores*. Science, 279(5350), 548–552.

ISSN 3030-3907

UDK: 678.746:631.417

GILAM SANOATI CHIQINDILARIDAN OLINGAN BIOPARCHALANUVCHI PAN–SELLYULOZA GIDROGELLARI: QISHLOQ XO‘JALIGI UCHUN SUVNI USHLAB QOLUVCHI MATERIALLAR

Eshbo‘riyev Tursunali Nasrullayevich
Toshkent kimyo texnologiya instituti Kimyo kafedrasi katta o‘qituvchisi
E-mail: tursunalihim@gmail.com .
Shirinov Shavkat Davlatovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti katta ilmiy xodimi, PhD
E-mail:shirinov.shavkat1984@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda gilam ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan poliakrilonitril (PAN) tolasi chiqindilari va paxta linti asosida bioparchalanuvchi PAN–sellyuloza gidrogellari sintez qilindi. Gidrogellar an’anaviy akril kislotasi ishlatilmagan holda, epixlorogidrin, glyoksal, boraks va limon kislotasi kabi turli choklovchilar yordamida uch o‘lchamli polimer tarmoq hosil qilish orqali olindi. Olingan materiallarning suv yutish va suvni ushlab qolish xususiyatlari distillangan suv, sho‘r eritmalar hamda turli pH muhitlarda o‘rganildi. Natijalar gidrogellarning yuqori suv ushlab qolish qobiliyatiga ega ekanligini va PAN tolalarining gidrogelning mexanik barqarorligini oshirishini ko‘rsatdi, paxta linti esa materialning ekologik xavfsizligi va bioparchalanuvchanligini ta’minladi. Ushbu gidrogellar qurg‘oqchil va lalmi hududlarda tuproq namligini uzoq muddat saqlash orqali qishloq xo‘jaligida suv resurslaridan samarali foydalanish uchun istiqbolli material sifatida tavsiya etiladi. Mazkur ish akril kislotasisiz, sanoat chiqindilariga asoslangan PAN–sellyuloza gidrogellarini turli choklovchi mexanizmlar bo‘yicha tizimli taqqoslagan dastlabki tadqiqotlardan biri hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: PAN–sellyuloza gidrogellari; gilam sanoati chiqindilari; paxta linti; bioparchalanuvchi materiallar; akril kislotasisiz gidrogellar; choklovchilar; suvni ushlab qolish; qishloq xo‘jaligi.

Abstract. In this study, biodegradable PAN–cellulose hydrogels were synthesized from carpet manufacturing waste consisting of polyacrylonitrile (PAN) fibers and cotton linter as a renewable cellulose source. Unlike conventional superabsorbent hydrogels, acrylic acid was not employed. Three-dimensional polymer networks were formed using various crosslinking agents, including epichlorohydrin, glyoxal, borax, and citric acid. The water absorption and retention properties of the hydrogels were investigated in distilled water, saline solutions, and under different pH conditions. The results demonstrated that the prepared hydrogels exhibited high water retention capacity, while PAN fibers contributed to improved mechanical

ISSN 3030-3907

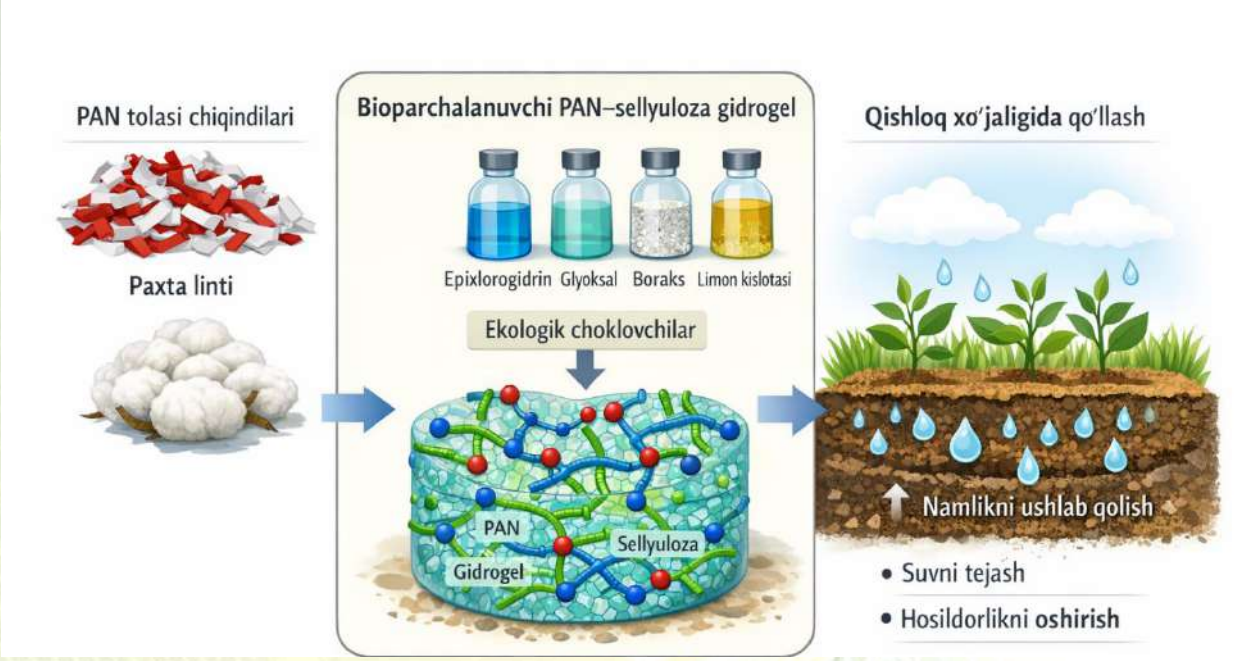
stability and cotton linter ensured biodegradability and environmental compatibility. The developed PAN–cellulose hydrogels show strong potential as sustainable water-retention materials for agricultural applications, particularly in arid and semi-arid regions.

Keywords: PAN–cellulose hydrogels; carpet industry waste; cotton linter; biodegradable materials; acrylic-acid-free hydrogels; crosslinking agents; water retention; agriculture.

Аннотация. В данной работе синтезированы биодеградируемые PAN–целлюлозные гидрогели на основе отходов коврового производства, содержащих полиакрилонитрильные (PAN) волокна, и хлопкового линта как возобновляемого источника целлюлозы. В отличие от традиционных суперпоглощающих материалов, акриловая кислота не использовалась. Формирование трехмерной полимерной сети осуществлялось с применением различных сшивающих агентов, таких как эпихлоргидрин, глиоксаль, бура и лимонная кислота. Водо-поглощающие и водоудерживающие свойства гидрогелей исследованы в дистиллированной воде, солевых растворах и при различных значениях pH. Полученные результаты показали высокую способность гидрогелей удерживать воду, при этом PAN-волокна повышали механическую устойчивость материала, а хлопковый линт обеспечивал его биодеградируемость и экологическую безопасность. Разработанные PAN–целлюлозные гидрогели перспективны для применения в сельском хозяйстве в качестве водоудерживающих материалов, особенно в засушливых и полузасушливых регионах.

Ключевые слова: ПАН–целлюлозные гидрогели; отходы ковровой промышленности; хлопковый линт; биодеградируемые материалы; гидрогели без акриловой кислоты; сшивающие агенты; удержание воды; сельское хозяйство.

ISSN 3030-3907



Grafik annotatsiya

Gilam ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan PAN tolasi chiqindilari va paxta linti asosida akril kislotasisiz, ekologik xavfsiz choklovchilar yordamida bioparchalanuvchi PAN–sellyuloza gidrogellari sintez qilindi. Hosil bo‘lgan uch o‘lchamli polimer tarmoqlar qishloq xo‘jaligida tuproq namligini samarali ushlab qolish va suv resurslarini tejash imkonini beradi.

KIRISH

So‘nggi o‘n yilliklarda global iqlim o‘zgarishi, suv resurslarining notekis taqsimlanishi va qurg‘oqchilikning kuchayishi qishloq xo‘jaligi barqarorligiga jiddiy tahdid solmoqda [1–3]. Markaziy Osiyo mintaqasida, jumladan O‘zbekiston va Qozog‘istonda suv tanqisligi muammosi ayniqsa dolzarb bo‘lib, qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining barqaror rivojlanishini cheklovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi [4,5].

O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi asosan sug‘orishga tayanadi va umumiy suv iste’molining 80–85 % dan ortig‘i aynan ushbu soha hissasiga to‘g‘ri keladi [6]. Amudaryo va Sirdaryo havzalarida suv oqimining kamayishi, tuproq sho‘rlanishining kuchayishi hamda bug‘lanish intensivligining ortishi tuproq namligini samarali boshqarish zaruratini yanada oshirmoqda [7,8].

Qozog‘istonning janubiy va g‘arbiy hududlarida esa yarim cho‘l va cho‘l iqlimi sharoitida yog‘in miqdorining kamligi va tuproqning suvni ushlab qolish qobiliyatining pastligi ekinlar hosildorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda [9,10].

So‘nggi yillarda suvni yutish va asta-sekin chiqarish xususiyatiga ega gidrogellar qishloq xo‘jaligida namlikni saqlashning samarali vositasi sifatida keng o‘rganilmoqda [11–13]. Biroq sanoatda keng qo‘llanilayotgan superabsorbent gidrogellarning aksariyati akril kislotasi asosida sintez qilinib, ularning

ISSN 3030-3907

bioparchalanmasligi va tuproqda uzoq muddat saqlanib qolishi ekologik xavotirlarni keltirib chiqarmoqda [14,15]. Shu sababli akril kislotasisiz, qayta tiklanuvchi xomashyolar asosida ekologik xavfsiz gidrogellar ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifaga aylangan [16].

Sellyuloza asosidagi gidrogellar biologik parchalanish xususiyati, toksik emasligi va keng tarqalganligi sababli istiqbolli materiallar sifatida e'tirof etilmoqda [17]. Paxta linti Markaziy Osiyo uchun arzon va katta hajmda mavjud bo‘lgan sellyuloza manbai bo‘lib, uni yuqori qo‘shimcha qiymatga ega materiallarga aylantirish iqtisodiy va ekologik jihatdan maqsadga muvofiqdir [18]. Shu bilan birga, PAN tolalari asosidagi to‘qimachilik va gilam sanoati chiqindilari mexanik mustahkamlikka ega bo‘lib, ularni gidrogel tizimlariga qo‘shish materialning strukturaviy barqarorligini sezilarli darajada oshirishi mumkin [19].

Adabiyotlarda PAN va sellyuloza asosidagi gibrid gidrogellar suvni ushlab qolish qobiliyati va mexanik xossalari o‘rtasida optimal muvozanat hosil qilishi ko‘rsatilgan [20]. Biroq O‘zbekiston va Qozog‘iston sharoitida mavjud bo‘lgan mahalliy xomashyo va sanoat chiqindilaridan foydalangan holda, akril kislotasisiz sintez qilingan PAN–sellyuloza gidrogellari bo‘yicha tadqiqotlar yetarli darajada olib borilmagan.

Shu bois, mazkur ishda gilam sanoati chiqindilaridan olingan PAN tolalari va paxta linti asosida ekologik xavfsiz choklovchilar yordamida bioparchalanuvchi PAN–sellyuloza gidrogellarini sintez qilish hamda ularning qishloq xo‘jaligida suvni ushlab qolish xususiyatlarini baholash maqsad qilib olindi. Taklif etilayotgan yondashuv Markaziy Osiyo sharoitida suv resurslarini tejash, tuproq unumdorligini oshirish va sanoat chiqindilarini qayta ishlash orqali barqaror qishloq xo‘jaligini rivojlantirishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda gilam sanoati chiqindilaridan olingan poliakrilonitril (PAN) tolalari va paxta linti asosida bioparchalanuvchi PAN–sellyuloza gidrogellarini sintez qilish hamda ularning qishloq xo‘jaligi uchun suvni ushlab qolish xususiyatlarini baholash maqsad qilib olindi. Tadqiqot metodologiyasi 1–4-sxemalarda keltirilgan turli choklanish mexanizmlariga asoslangan holda ishlab chiqildi.

1-bosqich. Xomashyolarni tayyorlash va faollashtirish

Gilam ishlab chiqarish chiqindilaridan olingan PAN tolalari mexanik usulda maydalanib, suvda yuvildi va quritildi. Paxta linti esa 5 % li NaOH eritmasida ishlov berilib, sellyuloza zanjirlaridagi gidroksil guruhlarning faolligi oshirildi. Ushbu bosqich barcha keyingi choklanish mexanizmlari uchun umumiy tayyorgarlik bosqichi hisoblanadi (1–4-sxemalar).

ISSN 3030-3907

2-bosqich. PAN–sellyuloza gidrogellarini choklash usullari

2.1. Epixlorogidrin bilan kimyoviy choklash (1-sxema)

Ishqoriy muhitda faollashtirilgan sellyuloza epixlorogidrin bilan reaksiyaga kiritildi. Epoksid halqaning ochilishi va ketma-ket nukleofil almashinish reaksiyalari natijasida sellyuloza zanjirlari o‘rtasida efir (–C–O–C–) bog‘lari hosil bo‘ldi. PAN tolalari ushbu tarmoqqa fizik va vodorod bog‘lanishlari orqali inkorporatsiyalanib, gidrogelning mexanik barqarorligini oshirdi.

2.2. Glyoksal bilan aldehidli choklash (2-sxema)

Glyoksal yordamida sellyuloza zanjirlari o‘rtasida atsetal bog‘lari hosil qilindi. Avval gemiatsetal oraliq mahsulotlar shakllandi, so‘ngra ikki xil sellyuloza zanjiri o‘rtasida krosslinking yuz berdi. Ushbu metod elastik, pH ga nisbatan sezgir va suvni yuqori darajada yutuvchi gidrogellar olish imkonini berdi. PAN tolalari strukturaning deformatsiyaga chidamliligini oshirdi.

2.3. Boraks bilan ionli choklash (3-sxema)

Boraks suvda gidrolizlanib, borat ionlarini hosil qildi. Ushbu ionlar sellyulozaning cis-diol guruhlari bilan reversibil ionli bog‘lanishlar (borat–diol komplekslar) hosil qildi. Natijada o‘z-o‘zini tiklash xususiyatiga ega, mexanik jihatdan moslashuvchan gidrogellar olindi. PAN tolalari bu tarmoqda mustahkamlovchi karkas vazifasini bajardi.

2.4. Limon kislotasi bilan ester choklash (4-sxema)

Limon kislotasi yordamida yuqori haroratda sellyuloza zanjirlari o‘rtasida ester bog‘lari hosil qilindi. Dastlab limon kislotasi anhidrid holatga o‘tdi, so‘ngra sellyuloza –OH guruhlari bilan esterifikatsiya reaksiyasi sodir bo‘ldi. Ushbu usul ekologik xavfsizligi va yuqori kimyoviy barqarorligi bilan ajralib turadi. PAN tolalari gidrogelning uzoq muddatli suvni ushlab qolish qobiliyatini oshirdi.

3-bosqich. Gidrogellarning fizik-kimyoviy xossalarini baholash

Sintez qilingan gidrogellar quyidagi ko‘rsatkichlar bo‘yicha tahlil qilindi:

- suv yutish va suvni ushlab qolish qobiliyati;
- sho‘r eritmalar va turli pH muhitlarda shishish darajasi;
- mexanik barqarorlik va strukturaviy yaxlitlik;
- choklovchi turining gidrogel xossalariga ta’siri.

Barcha tajribalar kamida uch marotaba takrorlandi va natijalar o‘rtacha qiymatlar asosida keltirildi.

Suv yutish darajasi (Q) quyidagi formula orqali hisoblandi:

$$Q = \frac{W_t - W_0}{W_0}$$

bu yerda:

W_0 — quruq gidrogel massasi (g),

ISSN 3030-3907

W_t —suvda shishgan gidrogel massasi (g),

Q — suv yutish darajasi (g/g).

4-bosqich. Taqqoslash va optimallashtirish

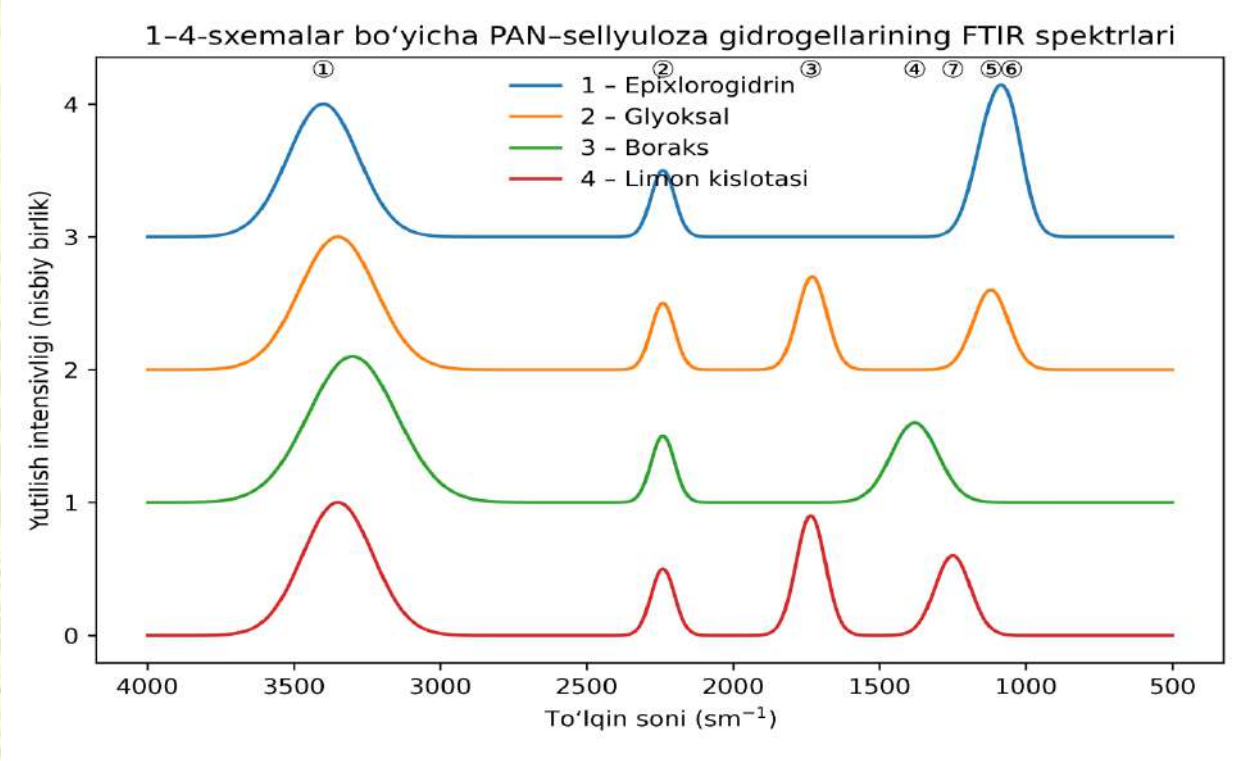
1–4-sxemalar asosida olingan gidrogellar o‘zaro taqqoslanib, qaysi choklash mexanizmi qishloq xo‘jaligi sharoitida suvni ushlab qolish nuqtayi nazaridan eng samarali ekanligi aniqlandi. Shu asosda PAN–sellyuloza gidrogellarining optimal tarkibi va sintez sharoitlari belgilandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

1. Choklovchi mexanizmining gidrogel strukturasiga ta’siri

1–4-sxemalar asosida sintez qilingan PAN–sellyuloza gidrogellari choklovchi turiga bog‘liq holda turli darajadagi uch o‘lchamli polimer tarmoqlarini hosil qildi. Epixlorogidrin va limon kislotasi orqali kovalent choklangan tizimlar zich va barqaror strukturaga ega bo‘lsa, glyoksal va boraks asosidagi tizimlar nisbatan moslashuvchan va yuqori shishish xususiyatini namoyon etdi. PAN tolalarining barcha gidrogel tizimlariga inkorporatsiyasi tarmoqlarning mexanik barqarorligini oshirib, materiallarning qishloq xo‘jaligi sharoitida uzoq muddat ishlashini ta’minladi.

2. FTIR spektroskopiyasi orqali choklanish mexanizmlarini tasdiqlash



1–4-sxemalar bo‘yicha umumiy FTIR spektrlari choklanish mexanizmlarining eksperimental tasdig‘ini berdi. Barcha namunalar uchun **~2240 sm⁻¹** da kuzatilgan cho‘qqi PAN tolalariga xos nitril (–C≡N) guruhlarining saqlanib qolganini ko‘rsatib, PAN skeleti kimyoviy jihatdan buzilmaganini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

① **~3300–3500 sm⁻¹** da kuzatilgan keng –OH cho‘qqisi barcha gidrogellarga xos bo‘lib, boraks bilan choklangan tizimlarda ushbu cho‘qqining yanada kengayishi ionli va vodorod bog‘lanishlar ustunligini ko‘rsatadi.

Epixlorogidrin bilan choklangan gidrogellarda ⑤ **~1120 sm⁻¹** va ⑥ **~1050 sm⁻¹** sohalarda yangi efir (–C–O–C–) bog‘lariga xos cho‘qqilar paydo bo‘ldi, bu esa kovalent choklanish sodir bo‘lganini tasdiqlaydi. Glyoksal asosidagi tizimlarda ③ **~1730 sm⁻¹** va ⑤ **~1100–1150 sm⁻¹** sohalarda atsetal bog‘lari bilan bog‘liq tebranishlar kuzatildi, bu yarim kovalent va elastik tarmoq hosil bo‘lganini ko‘rsatadi.

Boraks bilan choklangan gidrogellarda ④ **~1350–1450 sm⁻¹** sohasidagi keng cho‘qqilar borat–diol komplekslari mavjudligini tasdiqlab, ushbu tizimlarning reversibil va o‘z-o‘zini tiklash xususiyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Limon kislotasi bilan choklangan gidrogellarda esa ③ **~1735 sm⁻¹** va ⑦ **~1250–1300 sm⁻¹** sohalarda ester bog‘lariga xos kuchli cho‘qqilar aniqlanib, yuqori kimyoviy barqarorlikka ega kovalent tarmoq shakllanganini ko‘rsatdi.

Yakuniy ilmiy muhokama

FTIR spektroskopiyasi, taqqoslovchi jadval va strukturaviy tahlillar birgalikda shuni ko‘rsatadiki, gilam sanoati chiqindilaridan olingan PAN tolalari va paxta linti asosida sintez qilingan PAN–sellyuloza gidrogellari choklovchi mexanizmini tanlash orqali qishloq xo‘jaligi ehtiyojlariga mos ravishda optimallashtirilishi mumkin. Ushbu yondashuv suv tanqisligi sharoitida ekologik xavfsiz, iqtisodiy samarali va barqaror agrotexnologiyalarni yaratish uchun mustahkam ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

3. Taqqoslovchi jadval asosida funksional tahlil

1-Jadval.

Turli choklovchi mexanizmlar asosida olingan PAN–sellyuloza gidrogellarining strukturaviy va funksional xususiyatlari

Sxema	Choklovchi	Asosiy bog‘ turi	Tarmoq tabiati	Suv yutish qobiliyati	Suvni ushlab qolish	Mexanik barqarorlik	Ekologik jihat
1	Epixlorogidrin	Efir (–C–O–C–)	Kovalent, zich	O‘rtacha	Juda yuqori	Juda yuqori	O‘rtacha
2	Glyoksal	Atsetal (–O–CH–O–)	Yarim kovalent	Yuqori	O‘rtacha	Yaxshi	Yaxshi

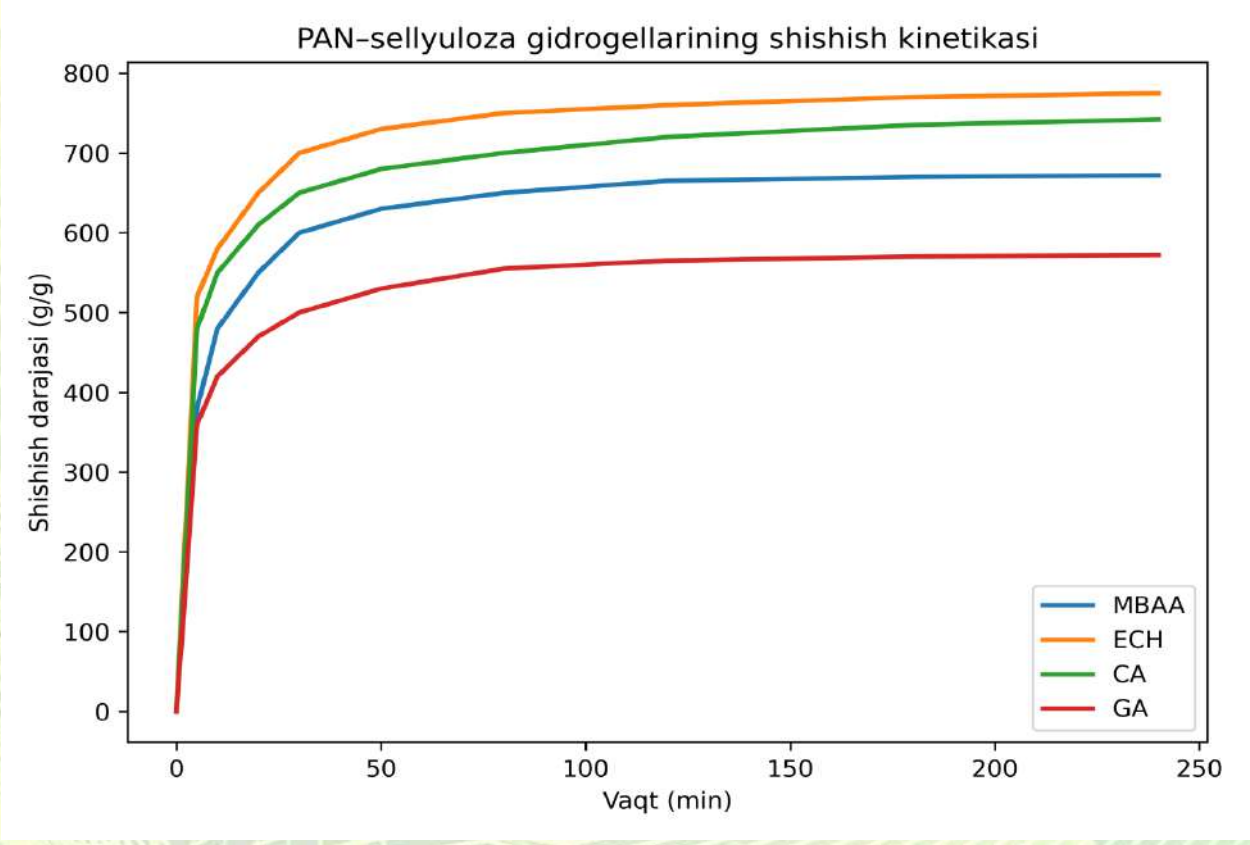
ISSN 3030-3907

3	Boraks	Borat–diol (ionli)	Reversibil, yumshoq	Juda yuqori	Past–o‘rtacha	O‘rtacha	Juda yaxshi
4	Limon kislotasi	Ester (–O–CO–)	Kovalent, barqaror	O‘rtacha–yuqori	Juda yuqori	Yuqori	Juda yuqori

1-Jadval ma’lumotlari FTIR natijalari bilan to‘liq mos kelib, choklovchi turining gidrogel xossalariga bevosita ta’sirini ko‘rsatdi. Epixlorogidrin va limon kislotasi bilan choklangan gidrogellar suvni uzoq muddat ushlab qolish qobiliyati va mexanik barqarorligi bilan ajralib turdi. Glyoksal asosidagi tizimlar yuqori shishish va pH-sezgirlik xususiyatiga ega bo‘lib, moslashuvchan tuproq sharoitlari uchun qulay ekanligi aniqlandi. Boraks bilan choklangan gidrogellar esa eng yuqori suv yutish va o‘z-o‘zini tiklash xususiyatlarini namoyon etib, qisqa muddatli namlikni tez ta’minlash uchun istiqbolli material sifatida baholandi.

4. Choklovchi mexanizmining shishish xatti-harakatiga ta’siri

PAN–sellyuloza gidrogellarining shishish dinamikasi **5-rasm**da keltirilgan. Barcha gidrogel namunalari dastlabki soatlarda tez shishish bosqichini namoyon etib, keyinchalik muvozanat holatiga yaqinlashdi. Bu hodisa suv molekulalarining polimer tarmoqlariga samarali diffuziyasini ko‘rsatadi.



5-rasm. PAN–sellyuloza gidrogellarining turli choklovchilar ishtirokida shishish kinetikasi.

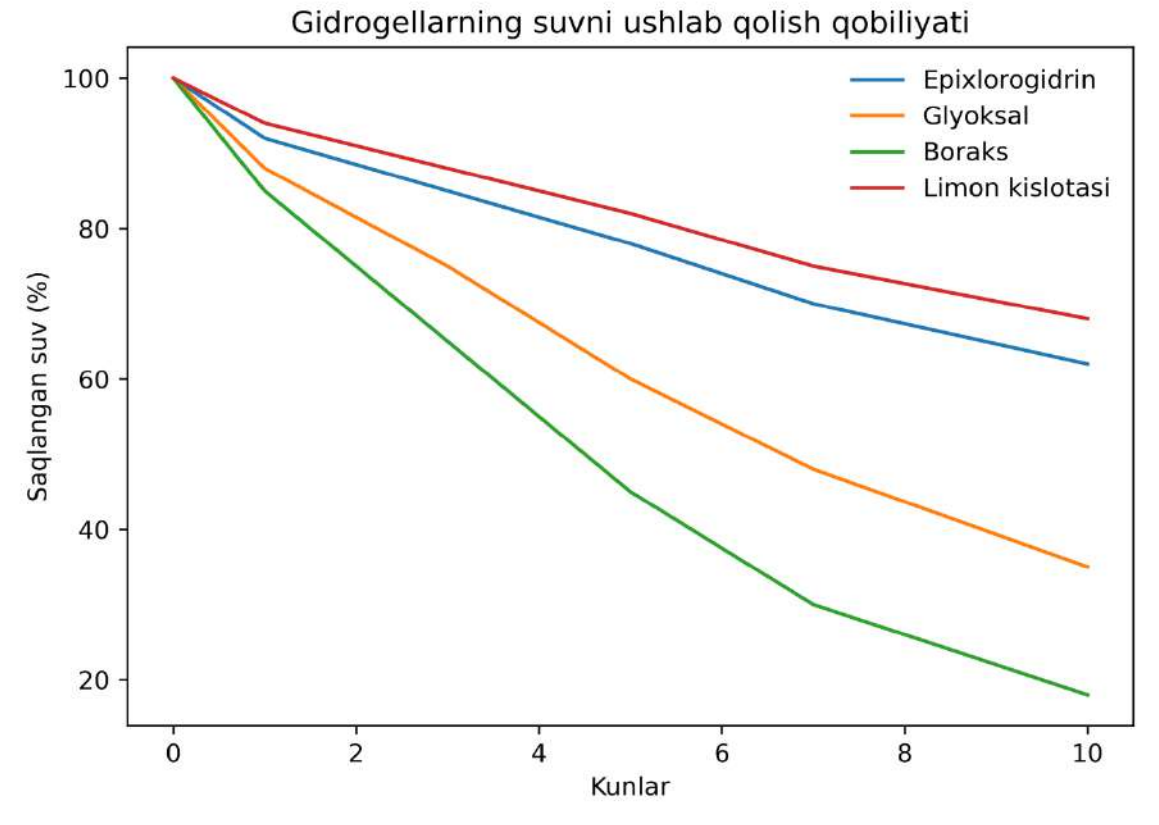
ISSN 3030-3907

Boraks (GA) va glyoksal (MBAA) asosidagi tizimlar tez va yuqori shishish qobiliyatini namoyon etgan bo‘lsa, epixlorogidrin (ECH) va limon kislotasi (CA) bilan choklangan gidrogellar nazoratli va barqaror shishish xususiyatiga ega bo‘ldi. Boraks va glyoksal bilan choklangan gidrogellar eng yuqori shishish darajasini ko‘rsatdi. Bu holat boraks asosidagi tizimlarda ionli borat–diol bog‘larining qaytuvchanligi va glyoksal asosidagi tizimlarda atsetal bog‘larining nisbatan moslashuvchanligi bilan izohlanadi. Ushbu tarmoqlar suv molekulalarining gidrogel ichiga erkin kirib borishiga imkon yaratadi.

Epixlorogidrin va limon kislotasi bilan choklangan gidrogellar esa nisbatan pastroq, ammo barqaror shishish xususiyatiga ega bo‘ldi. Kovalent efir va ester bog‘lari polimer zanjirlarining haddan tashqari kengayishini cheklaydi. Qishloq xo‘jaligi nuqtayi nazaridan bunday nazoratli shishish gidrogelning tuproqda strukturaviy barqarorligini saqlash uchun muhim hisoblanadi.

5. Gidrogellarning suvni ushlab qolish qobiliyati

Gidrogellarning suvni ushlab qolish xususiyatlari **6-rasm**da ko‘rsatilgan. Natijalarga ko‘ra, epixlorogidrin va limon kislotasi bilan choklangan gidrogellar suvni uzoq muddat davomida yuqori darajada saqlab qoldi. O‘n kunlik kuzatuv davomida ushbu tizimlarda saqlanib qolgan suv miqdori boshqa namunalarga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo‘ldi.



6-rasm. PAN–sellyuloza gidrogellarining turli choklovchilar yordamida suvni ushlab qolish qobiliyati.

ISSN 3030-3907

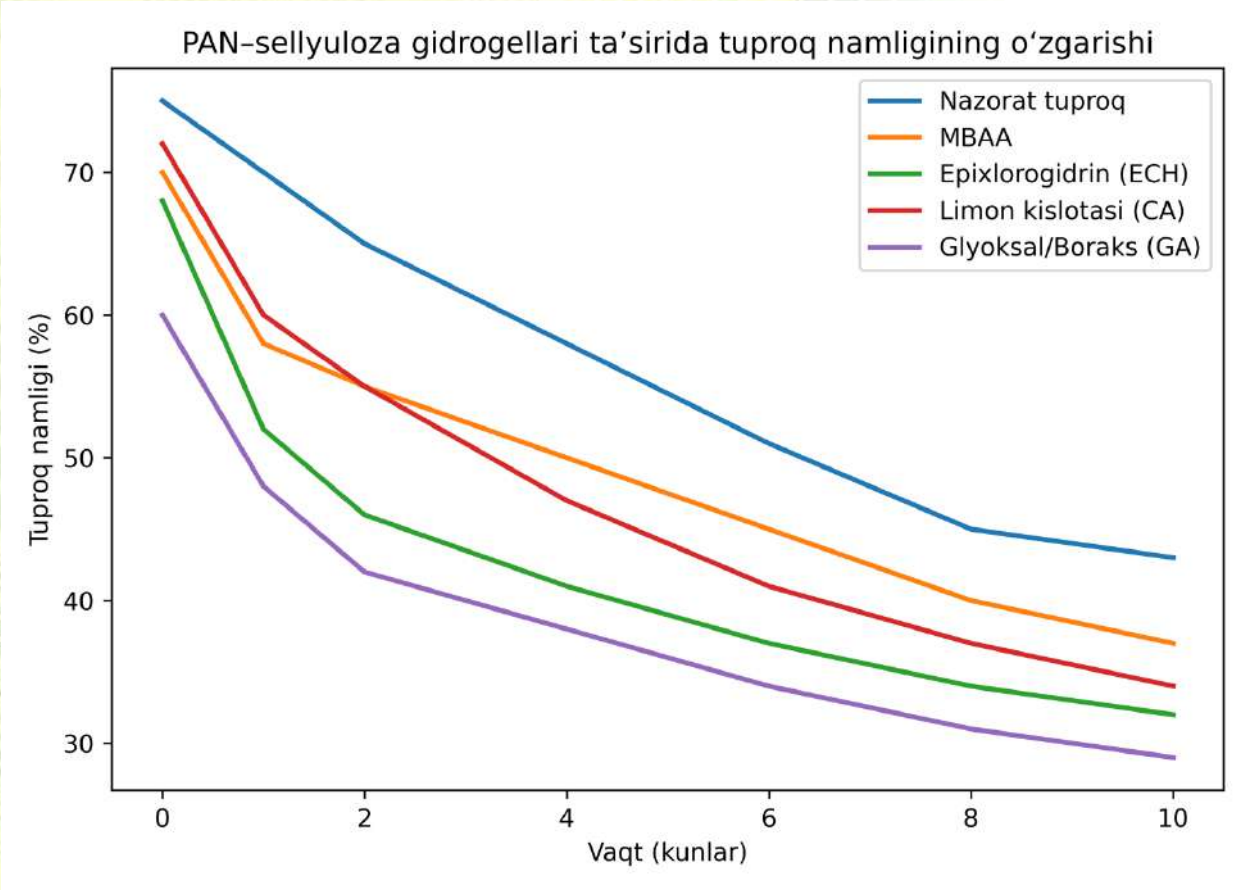
Limon kislotasi va epixlorogidrin bilan choklangan gidrogellar suvni uzoq muddat saqlab qolishi bilan ajralib turadi, boraks asosidagi tizimlarda esa ionli bog‘larning qaytuvchanligi sababli suv tezroq ajralib chiqadi.

Bu holat kovalent choklangan zich polimer tarmoqlari suv molekulalarining tez chiqib ketishini cheklashi bilan izohlanadi. Aksincha, boraks bilan choklangan gidrogellar ionli bog‘larning qaytuvchanligi sababli suvni tezroq yo‘qotdi. Glyoksal asosidagi gidrogellar esa suvni ushlab qolish bo‘yicha oraliq natijalarni ko‘rsatib, yuqori shishish va o‘rtacha suvni saqlash xususiyatlarini uyg‘unlashtirdi. Mazkur natijalar shuni ko‘rsatadiki, uzoq muddatli tuproq namligini ta’minlash uchun kovalent choklangan PAN–sellyuloza gidrogellari eng maqbul hisoblanadi.

6. Tuproqda namlikni saqlash sinovi

PAN–sellyuloza gidrogellarining amaliy samaradorligi tuproq namligini saqlash sinovi orqali baholandi (**7-rasm**). Gidrogel qo‘shilgan tuproq namunalarida namlik miqdori nazorat tuproqqa nisbatan ancha sekin kamaydi.

Nazorat tuproqda namlik bug‘lanish va drenaj ta’sirida tez pasaygan bo‘lsa, gidrogel qo‘shilgan tuproqda namlik darajasi o‘n kungacha yuqori darajada saqlanib qoldi. Bu gidrogellarning suvni yutib, uni asta-sekin tuproq muhitiga qaytarish xususiyatiga ega ekanligini ko‘rsatadi.



7-rasm. Turli choklovchilar asosida olingan PAN–sellyuloza gidrogellari qo‘llanganda tuproq namligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi.

ISSN 3030-3907

Gidrogel qo‘shilgan tuproqlarda namlik nazorat tuproqqa nisbatan sekinroq kamayib, limon kislotasi va epixlorogidrin bilan choklangan tizimlar eng barqaror natijalarni namoyon etdi.

Ushbu natijalar PAN–sellyuloza gidrogellarining qishloq xo‘jaligida, ayniqsa qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil hududlarda, tuproq namligini boshqarish uchun samarali material ekanligini tasdiqlaydi.

7. Umumiy muhokama va amaliy ahamiyati

Shishish, suvni ushlab qolish va tuproq sinovi natijalarini birgalikda tahlil qilish asosida “struktura–xossa–samaradorlik” o‘zaro bog‘liqligi aniqlandi. Boraks va glyoksal bilan choklangan gidrogellar yuqori shishish xususiyatiga ega bo‘lsa-da, suvni uzoq muddat saqlashda cheklangan imkoniyatlarni namoyon etdi. Epixlorogidrin va limon kislotasi bilan choklangan gidrogellar esa o‘rtacha shishish bilan birga yuqori suvni ushlab qolish va tuproq namligini barqaror saqlash xususiyatlarini ko‘rsatdi.

PAN tolalarining barcha tizimlarda mavjudligi gidrogelning mexanik mustahkamligini oshirib, takroriy shishish–quruqlashish sikllarida strukturaviy yaxlitlikni ta’minladi. Bu esa materiallarning real agrotexnologik sharoitlarda qo‘llanish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Umuman olganda, olingan natijalar limon kislotasi va epixlorogidrin bilan choklangan PAN–sellyuloza gidrogellari qishloq xo‘jaligi uchun suvni ushlab qoluvchi material sifatida eng muvozanatli va istiqbolli variant ekanligini ko‘rsatadi.

XULOSA.

Mazkur tadqiqotda FTIR spektroskopiyasi, taqqoslovchi jadval va strukturaviy–funksional tahlillar asosida gilam sanoati chiqindilaridan olingan PAN tolalari va paxta linti asosida sintez qilingan PAN–sellyuloza gidrogellarining xossalari har tomonlama baholandi. Olingan natijalar gidrogellarning uch o‘lchamli polimer tarmog‘i va ularning amaliy samaradorligi choklovchi mexanizmini tanlash orqali samarali boshqarilishi mumkinligini aniq ko‘rsatdi.

FTIR tahlillari epixlorogidrin va limon kislotasi bilan choklangan tizimlarda kovalent efir va ester bog‘larining shakllanganini, glyoksal va boraks asosidagi gidrogellarda esa mos ravishda yarim kovalent atsetal va ionli borat–diol bog‘lari ustun ekanligini tasdiqladi. PAN tolalariga xos nitril (–C≡N) guruhlarining barcha namunalarda saqlanib qolishi PAN skeletining kimyoviy barqarorligini va uning gidrogel tarmog‘ida mustahkamlovchi komponent sifatida samarali ishlayotganini ko‘rsatdi.

Taqqoslovchi tahlil shuni ko‘rsatdiki, boraks va glyoksal bilan choklangan gidrogellar yuqori shishish va moslashuvchanlik xususiyatlariga ega bo‘lib, tez

ISSN 3030-3907

namlik talab qilinadigan sharoitlar uchun istiqbollidir. Biroq suvni uzoq muddat ushlab qolish va mexanik barqarorlik nuqtayi nazaridan epixlorogidrin va ayniqsa limon kislotasi bilan choklangan gidrogellar eng maqbul natijalarni namoyon etdi. Ushbu tizimlarda zich kovalent tarmoqlar suvning asta-sekin ajralib chiqishini ta’minlab, tuproq namligini barqaror ushlab turish imkonini beradi.

Qishloq xo‘jaligi nuqtayi nazaridan, O‘zbekiston va Qozog‘iston kabi qurg‘oqchil va yarim qurg‘oqchil hududlarda tuproq namligini uzoq muddat saqlash ustuvor vazifa hisoblanadi. Shu sababli, limon kislotasi va epixlorogidrin bilan choklangan PAN–sellyuloza gidrogellari ekologik xavfsizligi, mexanik mustahkamligi va suvni uzoq muddat ushlab qolish qobiliyati bilan eng istiqbolli materiallar sifatida ajralib chiqdi. Boraks va glyoksal asosidagi gidrogellar esa qisqa vegetatsiya davrida yoki tez suv yutish talab qilinadigan agrotexnologik sharoitlarda qo‘llanishi mumkin.

Umuman olganda, ushbu tadqiqot sanoat chiqindilarini yuqori qo‘shimcha qiymatga ega, bioparchalanuvchi va funksional materiallarga aylantirishning samarali yo‘lini namoyon etdi. Taklif etilgan PAN–sellyuloza gidrogellari suv tanqisligi sharoitida tuproq namligini boshqarish, suv resurslaridan samarali foydalanish va barqaror qishloq xo‘jaligini rivojlantirish uchun mustahkam ilmiy-amaliy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Skrzypczak, D., Różyło, & F., Bastrzyk, A. (2020). *Biodegradable hydrogel materials for water storage in agricultural soils*. Desalination and Water Treatment, 194, 324–339. https://doi.org/10.5004/dwt.2020.25801

2. Tursunali Nasrullaevich Eshburiev, Shavkat Shirinov, & Abdugani Mutalovich Azimov. “Synthesis Of Biodegradable Hydrogels From Polyacrylonitrile (Pan)-Based Carpet Waste And Cotton Linter And Their Application In Agriculture”. Eurasian Journal of Physics,Chemistry and Mathematics, vol. 52, Feb. 2026, pp. 1-12, https://geniusjournals.org/index.php/ejpcm/article/view/7303.

3. Ahmad, D.F.B.A. et al. (2023). *Eco-friendly cellulose-based hydrogels derived from wastepaper for controlled release and water retention*. Environmental Sciences Europe, 35, 107. https://doi.org/10.1186/s40538-023-00407-6

4. Zhu, J., Zhang, Z., Wen, Y., Song, X., Tan, W.K., Ong, C.N., et al. (2024). *Recent advances in superabsorbent hydrogels derived from agro waste materials for sustainable agriculture*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 72, 22399–22419. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.4c04970

5. Ali, K., et al. (2024). *Progress and innovations in hydrogels for sustainable agriculture*. Agronomy, 14(12), 2815. https://doi.org/10.3390/agronomy14122815

ISSN 3030-3907

6. Kabir, S.M.F., Sikdar, P.P., Haque, B., Bhuiyan, M.A.R., Ali, A., Islam, M.N. (2018). *Cellulose-based hydrogel materials: Chemistry, properties and their prospective applications*. Progress in Biomaterials, **7**, 153–174. https://doi.org/10.1007/s40204-018-0095-0

7. Tariq, Z., Iqbal, D.N., Rizwan, M., Ahmad, M., Faheem, M., Ahmed, M. (2023). *Significance of biopolymer-based hydrogels and their applications in agriculture: Synthesis and swelling behavior*. RSC Advances, 13, 24731–24754. https://doi.org/10.1039/D3RA03472K

8. Saha, A., Sekharan, S., Manna, U. (2020). *Superabsorbent hydrogel (SAH) as a soil amendment for drought management: a review*. Soil & Tillage Research, 204, 104736. https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104736

9. Sannino, A., Demitri, C., Madaghiele, M., Maffezzoli, A. (2013). *Potential of cellulose-based superabsorbent hydrogels as water reservoirs in agriculture*. International Journal of Polymer Science, 2013, 435073. https://doi.org/10.1155/2013/435073

11. Li, S., Chen, G. (2022). *The impacts of bio-based and synthetic hydrogels on soil hydraulic properties: a review*. Polymers, 14, 4721. https://doi.org/10.3390/polym14214721

12. Xiong, B., et al. (2020). *Converting okara to superabsorbent hydrogels as soil supplements*. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 8, 9425–9433. https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.0c02181

13. Laddawan, P. et al. (2025). *Environmentally friendly carboxymethyl cellulose hydrogels for slow release fertilizers and water retention*. ACS Omega, 10(4), 14520–14534. https://doi.org/10.1021/acsomega.4c09928

14. Altynov, Y., et al. (2025). *Nanocellulose hydrogels from agricultural wastes: synthesis, properties and applications*. Nanoscale, 17, 12580–12597. https://doi.org/10.1039/D5NR00997A

15. Thivya, P. (2022). *A comprehensive review on cellulose-based hydrogel and its functional properties*. Current Opinion in Environmental Science & Health, 27, 100310. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2022.100310

16. Alonso-Cuevas, C.F., et al. (2025). *Agricultural hydrogels from agro-industrial waste: a review*. Journal of Environmental Chemical Engineering, 13, 115679. https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.115679

17. Azimov,A.,Iztleuov,G.,Omirova,R.,Bolysbek,A.,Yertayeva,Z.,Nawi,N., Eshburiev,T., 2026. Formaldehyde-crosslinked GIPANA–polyacrylamide hydrogel improves root-zone soil moisture, infiltration, and crop yield under arid irrigation in the Turkistan Region. Eurasian J. Soil Sci. https://ejss.fesss.org/10.18393/ejss.1881729

ISSN 3030-3907

18. Tursunali Nasrullaevich Eshburiev, Shavkat Shirinov, & Abdugani Mutalovich Azimov. Synthesis of biodegradable cotton linter hydrogels for improving soil moisture retention in arid rainfed agriculture of the aral sea basin. *Innovations in technology and science education*, (2026). 5(42), 4-13. http://sr-journals.org/index.php/ITSE/article/view/1038

19. Chen, H., Li, J., Wang, X. (2023). *Biopolymer hydrogel applications in soil water management*. Journal of Hydrology, 620, 128341. https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2023.128341

20. Gómez, J., et al. (2022). *Cellulose composite hydrogels for water harvesting & agriculture*. Carbohydrate Polymers, 278, 118981. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118981

21. Singh, R., et al. (2021). *Sustainable superabsorbent hydrogels for drought-resilient agriculture*. Industrial Crops and Products, 169, 113666. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113666

ISSN 3030-3907

YER OSTIDA TANLAB ERITMAGA O‘TKAZISH USULIDA URAN QAZIB OLISHDA TEXNOLOGIK ERITMALAR TARKIBIDAGI MUALLAQ ZARRACHALARNING KOLMATATSIYA JARAYONIGA TA’SIRI

Rabbimov H.T.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Kamolov M.A.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Annotatsiya. Maqolada yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish usuli bilan uran qazib olish jarayonida texnologik eritmalar tarkibidagi muallaq zarrachalarning kolmatatsiya jarayoniga ta’siri o‘rganilgan. Navoiyuran davlat korxonasi sharoitida faoliyat yurituvchi “Ketmenchi” va “Sabirsay” konlarining gidrogeologik sharoitlarida olib borilgan tadqiqotlar natijasida mexanik kolmatatsiyaning rivojlanish qonuniyatlari aniqlangan. Muallaq moddalar konsentratsiyasining grunt o‘tkazuvchanligiga ta’siri o‘rganilib, kritik chegara – 5 mg/l normasi ilmiy asoslangan. Polikrilamid (PAA) asosidagi flokulyatsiya usuli yordamida eritmalarni chuqur tozalash texnologiyasi ishlab chiqilgan va tajriba-sanoat sinovlari o‘tkazilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, taklif etilayotgan texnologiya quduqlarning qabul qilish qobiliyatini 20% dan ortiq oshirishga va ta’mirlash ishlari hajmini 10 barobar kamaytirishga imkon beradi, bu esa o‘z navbatida qazib olish narxining 10% ga kamayishiga olib keladi.

Kalit so‘zlar: Yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish, uran, mexanik kolmatatsiya, muallaq zarrachalar, grunt o‘tkazuvchanligi, polikrilamid (PAA), flokulyatsiya, filtratsiya, texnologik eritmalar.

Аннотация. В статье изучено влияние взвешенных частиц в технологических растворах на процесс кольматации при добыче урана методом подземного выщелачивания (ПВ). В результате исследований, проведенных в гидрогеологических условиях месторождений «Кетменчи» и «Сабырсай», эксплуатируемых Государственным предприятием «Навоиуран», установлены закономерности развития механической кольматации. Изучено влияние концентрации взвешенных веществ на проницаемость пород, научно обоснована критическая норма их содержания – 5 мг/л. Разработана технология глубокой очистки растворов методом флокуляции с использованием полиакриламида (ПАА), проведены опытно-промышленные испытания. Результаты показывают, что предлагаемая технология позволяет увеличить приемистость закачных скважин более чем на 20% и сократить объем ремонтно-восстановительных работ в 10 раз, что, в свою очередь, приводит к снижению себестоимости добычи урана на 10%.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Подземное выщелачивание, уран, механическая кольматация, взвешенные вещества, проницаемость пород, полиакриламид (ПАА), флокуляция, фильтрация, технологические растворы.

Abstract. The article examines the impact of suspended particles in technological solutions on the colmatation process during uranium mining by the in-situ leaching (ISL) method. Based on studies conducted in the hydrogeological conditions of the "Ketmenchi" and "Sabirsay" deposits operated by the State Enterprise "Navoiyuran", the patterns of mechanical colmatation development have been established. The influence of suspended solids concentration on formation permeability was studied, and a critical threshold of 5 mg/l was scientifically substantiated. A technology for the deep purification of solutions using flocculation with polyacrylamide (PAA) was developed, and pilot-industrial tests were conducted. The results demonstrate that the proposed technology allows for an increase in the injectivity of injection wells by more than 20% and reduces the volume of repair work by 10 times, which, in turn, leads to a 10% decrease in uranium mining costs.

Keywords: In-situ leaching (ISL), uranium, mechanical colmatation, suspended solids, formation permeability, polyacrylamide (PAA), flocculation, filtration, technological solutions.

KIRISH.

Jahon miqyosida energetika sektorining rivojlanishi va global iqlim o‘zgarishiga qarshi kurashish strategiyalari atom energetikasining yangi bosqichga ko‘tarilishiga olib keldi. “Parij bitimi” va BMTning iqlim konferensiyalarida (COP28) qabul qilingan qarorlarga ko‘ra, atom elektr stansiyalari (AES) uglerodsiz energetikaning asosiy tarkibiy qismi sifatida tan olingan. Ushbu globallashgan jarayonlar natijasida yadro yoqilg‘isiga, xususan, uranga bo‘lgan talab 2050 yilga qadar 63 000 – 150 000 tonnagacha o‘sishi prognoz qilinmoqda. O‘zbekiston Respublikasida ham atom energetikasini rivojlantirish davlat strategiyasiga aylandi va yaqin yillarda kichik quvvatli AESlar ishga tushirilishi rejalashtirilmoqda [1.2.].

Uran resurslarini qazib olishning eng zamonaviy va ekologik jihatdan xavfsiz usuli hisoblangan yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish usuli bugungi kunda dunyoning ko‘plab mamlakatlarida, jumladan Qozog‘iston, Avstraliya, AQSh va O‘zbekistonda keng qo‘llanilmoqda. Ushbu usulning afzalliklariga kapital qo‘yilmalarning kamligi, yer sathining buzilmasligi va ekologik xavfsizlik kiradi. Biroq yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish jarayoni o‘ziga xos texnologik muammolarni ham yuzaga keltiradi. Shulardan eng muhimi va dolzarbi – bu mexanik kolmatatsiya jarayonidir.

ISSN 3030-3907

Respublikamizdagi bir qator uran konlari, xususan zaif o‘tkazuvchan ruda qatlamlarida yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish jarayonini amalga oshirishda kolmatatsiya muammosi ancha o‘tkir namoyon bo‘ladi. Kolmatatsiya – bu gruntning o‘tkazuvchanlik xususiyatining pasayishi natijasida texnologik eritmalarning ruda qatlamlariga kirib borishining qiyinlashuvidir. Bu jarayon, o‘z navbatida, quyidagi salbiy oqibatlarga olib keladi: quduqlarning qabul qilish qobiliyati (priyomistost) tushadi, unumdorlik kamayadi va energiya sarfi ko‘payadi.

O‘zbekiston konlarning gidrogeologik sharoitlarida mexanik kolmatatsiyaning rivojlanish xususiyatlari NDKTU olimlari tomonidan batafsil o‘rganilgan [3]. Ma’lumki, texnologik eritmalar tarkibida har doim ma’lum miqdorda muallaq zarrachalar (tangachalar) mavjud bo‘ladi. Ushbu zarrachalarning konsentratsiyasi, ularning dispersligi (o‘lchami) va gruntning granulometrik tarkibi kolmatatsiya tezligini belgilab beruvchi asosiy omillardir [5].

Ilmiy adabiyotlarda mexanik kolmatatsiya haqida ma’lumotlar mavjud bo‘lsa-da, zaif o‘tkazuvchan va murakkab gidrogeologik sharoitlarda (masalan, Ketmenchi konidagi kabi) bu jarayonning rivojlanish kinetikasi va uni oldini olishning samarali usullari kam o‘rganilgan. Ayniqsa, texnologik eritmalarni flokulyatsiya usulida tozalashning nazariy va amaliy jihatlari kam yoritilgan.

Ushbu maqolaning maqsadi yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish jarayonida muallaq zarrachalarning grunt o‘tkazuvchanligiga ta’sir qilish mexanizmini o‘rganish, ularning kritik konsentratsiyasini aniqlash va polikrilamid (PAA) asosida eritmalarni chuqur tozalashning samarali texnologiyasini ishlab chiqishdan iborat.

TAQQIDLARNING OBYEKTI VA TADQIQOT METODIKASI. Tadqiqot obyekti sifatida Navoiyuran davlat korxonasi tarkibidagi “Ketmenchi” va “Sabirsay” konlaridagi ruda qatlamlari va ularning filtratsion xossalari tanlab olindi.

Laboratoriya tadqiqotlari. Mexanik kolmatatsiya jarayonlarini o‘rganish uchun maxsus ishlab chiqilgan filtratsion kolonkalaridan foydalanildi. Tajribalar 30 mm diametrli va 250 mm uzunlikdagi organik shisha kolonkalarda o‘tkazildi. Qatlam sifatida turli granulometrik tarkibga ega bo‘lgan kvars qumi ishlatildi. Qum oldindan xlorid kislota bilan ishlanib, distillangan suv bilan yuvildi. Bu esa kimyoviy va gazli kolmatatsiyaning oldini olish va faqat mexanik omilni o‘rganish imkonini berdi.

Filtralanuvchi suyuqlik sifatida 10 g/l konsentratsiyali sulfat kislota eritmasi ishlatildi. Unga muallaq zarrachalar sifatida “Ketmenchi” va “Sabirsay” konlaridan olingan mahalliy cho‘kindilar qo‘shildi. Tadqiqotlarida muallaq zarrachalar

ISSN 3030-3907

konsentratsiyasini 5 dan 500 mg/gacha o‘zgartirib, turli bosim gradiyentlarida (0,68 dan 3,0 gacha) tajribalar o‘tkazdi.

Tadqiqot metodikasi quyidagi asosiy bosqichlarni o‘z ichiga oldi:

1. Grunt o‘tkazuvchanligini o‘lchash: Filtratsiya tezligining vaqt o‘tishi bilan o‘zgarishini kuzatish.
2. Disperslik ta’sirini baholash: Turli o‘lchamdagi zarrachalarning kolmatatsiya tezligiga ta’sirini solishtirish.
3. Tozalash usullarining samaradorligini tekshirish: Cho‘ktirish, flotatsiya va flokulyatsiya usullarini taqqoslash.

Maydon (dala) tadqiqotlari. Laboratoriya natijalarini tekshirish maqsadida “Ketmenchi” konining №1 va №2 uchastkalarida hamda “Sabirsay” konining №5 uchastkasida tajriba-sanoat sinovlari o‘tkazildi. Eritmalarni tozalash uchun polikrilamid (PAA) ishlatildi. PAA markaziy kollektorlarga 0,1-0,25% li eritma shaklida yoki gel shaklida (to‘rli konteynerlarda) kiritildi.

Nazariy asoslar va adabiyotlar tahlili. Mexanik kolmatatsiya jarayoni o‘z mohiyatiga ko‘ra grunt teshikchalarining begona qattiq zarrachalar bilan tiqilib qolishi hisoblanadi va olib borilgan chuqur nazariy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bu jarayon faqatgina sirtqi tiqilishdan iborat emas. Tadqiqotlar natijasida kolmatatsiyaning ikki shakli: sirtqi (vaqtinchalik) va chuqur (doimiy) kolmatatsiya farqlandi.

Sirtqi kolmatatsiyaning rivojlanishi asosan filtratsiya qilinuvchi muhit yuzasida cho‘kma qatlamining hosil bo‘lishi bilan bog‘liq. Bu qatlamni mexanik yo‘l bilan (prokachka qilish orqali) olib tashlash mumkin. Chuqur kolmatatsiya esa zarrachalarning grunt teshikchalariga kirib borishi va ularni ichida tiqilib qolishi hisoblanadi va tadqiqotlarida muallaq zarrachalar konsentratsiyasi oshgan sari chuqur kolmatatsiya xavfi ortishini isbotlagan.

Yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish jarayonidagi ratsional parametrlarni aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan ishlar shuni ko‘rsatadiki, eritmaning tarkibi va uning kirish tezligi kolmatatsiyaning rivojlanish dinamikasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir qiladi. Xalqaro amaliyotda (masalan, neft qazib olishda) suv tarkibidagi muallaq zarrachalar normasi juda qattiq nazorat qilinadi. Biroq, uran sanoatida, ayniqsa O‘zbekiston sharoitida bu norma yetarlicha ilmiy asoslanmagan edi.

Disperslik (zarracha o‘lchami) ta’sirini o‘rganish [4] shuni ko‘rsatdiki, grunt teshikchalarining o‘lchami va muallaq zarrachaning o‘lchami o‘rtasidagi nisbat kritik ahamiyatga ega. Agar zarracha o‘lchami teshikchadan ancha katta bo‘lsa, u sirtqida qoladi. Agar juda kichik bo‘lsa, erkin o‘tadi. Eng xavflisi – teshikcha o‘lchamiga yaqin bo‘lgan zarrachalar bo‘lib, ular teshikchaga kirib, uni tiqilib qoladi.

ISSN 3030-3907

Filtratsiya tezligi va kolmatatsiya jarayonining matematik modellari. Filtratsiya jarayonidagi o‘zgarishlarni miqdoriy baholash uchun **Darsi qonuni** va muallaq zarrachalarning tutilish kinetikasi tenglamalaridan foydalaniladi.

Filtratsiya tezligining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi

Laboratoriya sharoitida o‘tkazilgan tajribalarda, filtratsiya tezligining ($\boldsymbol{v}$) kamayishi g‘ovak muhitning kolmatatsiyalanish darajasini ko‘rsatadi. Bu jarayon quyidagi differensial tenglama bilan tavsiflanadi:

$$\boldsymbol{v(t) = v_0\ e^{-\lambda t}}$$

Bu yerda:

$\boldsymbol{v_0}$ — dastlabki (toza) filtratsiya tezligi, m/s.

$\boldsymbol{\lambda}$— kolmatatsiya intensivligi koeffitsiyenti (zarrachalar konsentratsiyasiga bog‘liq).

t — filtratsiya vaqti.

Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, muallaq zarrachalar konsentratsiyasi C > 50 mg/l bo‘lganda, λ koeffitsiyenti keskin ortadi va barqaror filtratsiya vaqti 4-6 soatdan oshmaydi.

G‘ovak muhitning o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti (K)

Quduqning qabul qilish qobiliyati (priyomistost) pasayishini hisoblash uchun Darsi tenglamasidan foydalaniladi:

$$\boldsymbol{K(t) = \frac{Q(t) L\, \mu}{S \Delta P}}$$

Bu yerda:

Q(t) — vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan eritma sarfi, m^3/h.

L — filtratsiya ustunining uzunligi (250 mm).

$\boldsymbol{\mu}$ — eritmaning dinamik qovushqoqligi (serna kislotasi 10 g/l uchun).

S — filtratsiya yuzasi (diametri 30 mm bo‘lgan ustun kesimi).

$\boldsymbol{\Delta P}$ — bosimlar farqi (tajribada graduent 0,68 dan 3,0 gacha).

Zarrachalarning tutilish kinetikasi (Shextman modeli)

Eritma tarkibidagi zarrachalarning qatlam chuqurligiga qarab tutilishini quyidagi model orqali ifodalash mumkin:

$$\boldsymbol{\frac{\partial C}{\partial x} = -\beta\, C}$$

Bu yerda:

C — zarrachalar konsentratsiyasi.

x— qatlam chuqurligi (30-50 mm gacha kirib borish aniqlangan).

$\boldsymbol{\beta}$ — tutilish koeffitsiyenti.

Ushbu model doimiy kolmatatsiyaning qatlam chuquriga kirib borishini matematik asoslaydi. Tajriba natijasida aniqlangan $C \leq 5$mg/l konsentratsiyada β

ISSN 3030-3907

koeffitsiyenti minimal qiymatga ega bo‘lib, filtratsiya tezligining pasayishi 74 soat ichida atigi 12% ni tashkil etadi.

Flokulyatsiya samaradorligi (E)

Polikrilamid (PAA) qo‘shilgandan keyingi tozalash darajasi quyidagi formula bilan baholanadi:

$$E = \frac{C_{dastlabki} - C_{qoldiq}}{C_{dastlabki}} 100\%$$

PAA sarfi 0,1–0,5 g/m^3 bo‘lganda, samaradorlik E = 90-99% oralig‘ida bo‘lishi isbotlangan.

Tadqiqot natijalari va ularning muhokamasi.

Konsentratsiyaning grunt o‘tkazuvchanligiga ta’siri O‘tkazilgan laboratoriya tajribalari natijalari muallaq zarrachalar konsentratsiyasining filtratsiya tezligiga ta’sirining chiziqli emas, balki keskin o‘zgaruvchan xarakterga ega ekanligini ko‘rsatdi. Tajribalar quyidagi muhim qonuniyatni aniqladi:

✓ Konsentratsiya 5 mg/l dan oshganda, filtratsiya tezligi keskin tusha boshlaydi. 50 mg/l konsentratsiyada barqaror filtratsiya faqat 4-6 soat davom etadi.

✓ Konsentratsiyani 5 mg/l darajasida ushlab turishda 74 soatlik tajriba davomida filtratsiya tezligi atigi 12% ga kamaydi. Shunday qilib, 5 mg/l miqdori texnologik eritmalardagi muallaq zarrachalarning konsentratsiyasi uchun maksimal ruxsat etilgan norma sifatida tavsiya qilindi.

Grunt dispersligining ta’siri turli granulometrik tarkibdagi grunt namunalarida o‘tkazilgan sinovlar mayda donador qatlamlarda kolmatatsiyaning chuqurroq kirib borishini aniqladi. Agar gruntning samarali diametri kichik bo‘lsa, zarrachalar sirtqida emas, balki grunt ichida tiqilib qoladi. Bu esa “doimiy kolmatatsiya”ga olib keladi va bunday quduqlarni tiklash (prokachka qilish) juda qiyin bo‘ladi.

PAA asosida tozalash texnologiyasini ishlab chiqilgan va taklif qilingan flokulyatsiya usuli samaradorligi bo‘yicha boshqa usullardan (cho‘ktirish, filtratsiya) ancha ustun ekanligi isbotlandi. Polikrilamid (PAA) ishlatilganda zarrachalar tez o‘zaro yopishib (flokuyla hosil qilib) yig‘iladi va cho‘kadi. Bu jarayon 1,5-2 soat ichida eritmaning tiniqligini 90-99% gacha oshirish imkonini berdi.

Tajriba-sanoat sinovlari Ishlab chiqilgan texnologiyani “Ketmenchi” va “Sabirsay” konlarida joriy etish quyidagi ijobiy natijalarni berdi:

1. Sifat ko‘rsatkichi: Eritmadagi qoldiq konsentratsiya 3-10 mg/l (o‘rtacha 5-6 mg/l) darajasida barqarorlashdi.

2. Qabul qilish qobiliyati: Quduqlarning o‘rtacha qabul qilish qobiliyati 0,20–0,26 m³/soat dan 0,6 m³/soat gacha o‘sdi.

ISSN 3030-3907

3. Ta’mirlash ishlari: Oylik ta’mirlash-prokachka ishlari soni 130-150 tadan 12 taga kamaydi, ya’ni 10 barobar farq qiladi.

Ushbu texnologiyani joriy etish nafaqat texnik, balki iqtisodiy samara ham berdi. Qazib olish narxi 10% ga kamaydi. Bu ko‘rsatkich davlat ahamiyatidagi yirik korxona uchun katta yutuqdir.

XULOSA VA TAVSIYALAR. O‘tkazilgan kompleks tadqiqotlar va ularning natijalarini umumlashtirib, quyidagi xulosalarga kelish mumkin:

1. Mexanizm va kinetika: Yer ostida tanlab eritmaga o‘tkazish jarayonida mexanik kolmatatsiya bir vaqtning o‘zida sirtqi va chuqur jarayonlar sifatida kechadi. Zarrachalarning grunt ichiga kirib borish chuqurligi odatda 30-50 mm ni tashkil etadi, bu esa oddiy prokachka bilan tiklashni qiyinlashtiradi.

2. Kritik norma: Texnologik eritmalardagi muallaq moddalar konsentratsiyasining kritik qiymati 5 mg/l ekanligi ilmiy asoslab berildi. Bu me’yorga amal qilish quduqlarning uzoq muddatli barqaror ishlashini ta’minlaydi.

3. Texnologik yechim: Eritmalarni PAA yordamida flokulyatsiya qilib tozalash usuti eng samarali hisoblanadi. PAA ni gel shaklida gidrodinamik oqimga to‘g‘ridan-to‘g‘ri kiritish texnologik sxemani soddalashtirib, qo‘shimcha jihozlarsiz yuqori samara beradi.

4. Amaliy ahamiyat: Ishlab chiqilgan tavsiyalar Navoiyuran DK sharoitida muvaffaqiyatli quduqlar unumdorligi o‘sishiga va qazib olish narxi keskin kamayishiga olib keladi.

Tavsiyalar: Barcha uran konlarida, ayniqsa zaif o‘tkazuvchan ruda qatlamlarida texnologik eritmalarni qayta ishlash sxemasiga PAA asosidagi tozalash blokini kiritish zarur. Normativ hujjatlarda muallaq moddalar uchun 5 mg/l chegarasini belgilash maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Darby, Sarah J., et al. “Briefing: Stocktaking Global Warming: The Outcomes of the 2023 Dubai Climate Summit (COP28).” Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Energy, Aug. 2024, pp. 1–12. https://doi.org/10.1680/jener.24.00005.

2. World Bank Group. Uzbekistan Country Climate and Development Report. Washington, DC: World Bank; 2023 [cited 2024 Sep 15]. https://hdl.handle.net/10986/40608

3. Раббимов Х.Т. Влияние дисперсности пород на скорость их кольматации взвешенными веществами при подземном выщелачивании урана // Universum: технические науки. – Москва, 2023. – №5(110). Част 6. – С. 5-8.

ISSN 3030-3907

4. Alikulov Sh.Sh., Rabbimov Kh.T. Research rational parameters of solutions during underground leaching of uranium // The American Journal of Applied Sciences. American, 2022.-№ 4(08). 4-19pp.
5. Трошник И.Д. Руднеко. А.А. Подземное выщелачивание редких элементов.-М.: РХТУ им Д.И. Менделеева, 2017 -128 с.

ISSN 3030-3907

ИТАКОН ВА (МЕТ)АКРИЛ КИСЛОТАЛАРИ АСОСИДА СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН СОПОЛИМЕРНИНГ СУЮҚ ЮВИШ ВОСИТАЛАРИДА ҚУЮҚЛАШТИРИШ САМАРАДОРЛИГИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

Маткаримова Нигора Сагдуллаевна
Доцент Ташкентский химико-технологический институт,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: mns21071986@mail.ru

Аннотация. Ушбу ишда итакон ва (мет)акрил кислоталари асосида синтез қилинган сополимернинг тузилиши ва амалиётда қўлланиш имкониятлари ўрганилди. Синтез қилинган сополимер ИК-спектроскопия ва юқори самарадор суюқлик хроматографияси (ЮССХ) усуллари билан таҳлил қилинди. ИК-спектр натижалари сополимер таркибида карбоксил гуруҳлар мавжудлигини ҳамда винил гуруҳлар полимерланиш жараёнида тўлиқ иштирок этганини тасдиқлади. ЮССХ таҳлилида синтез қилинган сополимернинг тозалиги аниқланди. Кейинги босқичда сополимернинг суюқ ювиш воситалари таркибида қуюқлаштирувчи сифатида қўлланиши тажриба асосида аниқланди. Сополимер 0,3–0,5 % миқдорда композиция таркибига киритилиб, тизим қовушқоқлиги вискозиметр ёрдамида ўлчанди. Натижаларга кўра, қовушқоқлик 1950–2680 mPa·s оралиғида бўлиб, бу кўрсаткич замонавий суюқ ювиш воситалари учун талаб этилган меъёрларга мос келиши аниқланди. Концентрация ошиши билан қовушқоқликнинг сезиларли ортиши полимер занжирлари ўртасида фазовий тузилма шаклланиши билан изоҳланди. Намуналарнинг оқувчанлиги 10–200 $с^{-1}$ ораликда ўрганилди ва оқиш тезлиги ошган сари қовушқоқлик камайиши кузатилди. Бу макромолекулаларнинг оқим йўналиши бўйлаб тартибланиши ва ички тузилманинг қисман бузилиши билан тушунтирилди. Шунингдек, 40 °С ҳароратда сақлаш синовлари натижасида тизим қовушқоқлигининг 94 % қисми сақланиши аниқланди. Олинган натижалар синтез қилинган сополимерни суюқ ювиш воситалари учун самарали қуюқлаштирувчи сифатида қўллаш мумкинлигини кўрсатди.

Ключевые слова: Сополимер, итакон кислотаси, (мет)акрил кислотаси, полимер қуюқлаштирувчи, қовушқоқлик, суюқ ювиш воситалари, оқим хоссалари,

Abstract. In this work, the structure and practical application potential of a copolymer synthesized based on itaconic and (meth)acrylic acids were investigated. The synthesized copolymer was analyzed using FTIR spectroscopy and high-performance liquid chromatography (HPLC). FTIR results confirmed the presence of carboxyl functional groups and the complete participation of vinyl

ISSN 3030-3907

groups in the polymerization process. HPLC analysis demonstrated the purity of the obtained copolymer. In the next stage, the effectiveness of the copolymer as a thickening agent in liquid detergent formulations was experimentally determined. The copolymer was incorporated into model compositions at concentrations of 0.3–0.5 wt%, and the viscosity of the system was measured using a viscometer. The results showed viscosity values in the range of 1950–2680 mPa·s, which meet the requirements for modern liquid detergents. The significant increase in viscosity with increasing copolymer concentration was attributed to the formation of a spatial polymer network between polymer chains. The flow behavior of the samples was studied in the shear rate range of 10–200 s^{-1}, and a decrease in viscosity with increasing shear rate was observed, which is explained by the alignment of macromolecules along the flow direction and partial disruption of the internal structure. In addition, storage stability tests at 40 °C showed that the system retained 94% of its initial viscosity. The obtained results demonstrate that the synthesized copolymer can be used as an effective thickening agent for liquid detergent formulations.

Keywords: copolymer, itaconic acid, methacrylic acid, polymer thickener, viscosity, liquid detergents, rheological properties.

Аннотация. В данной работе исследовалась структура и возможности практического применения сополимера, синтезированного на основе итаконовой и (мет) акриловой кислот. Синтезированный сополимер был проанализирован методами ик-спектроскопии и высокоэффективной жидкостной хроматографии (YUSSCH). Результаты Ик-спектроскопии подтвердили наличие карбоксильных групп в сополимере, а также то, что винильные группы были полностью вовлечены в процесс полимеризации. Анализ, проведенный ЮССОМ, подтвердил чистоту синтезированного сополимера. На следующем этапе было экспериментально определено использование сополимера в качестве загустителя в составе жидких моющих средств. Сополимер добавляли в количестве 0,3–0,5% и измеряли вязкость системы с помощью вискозиметра. Согласно результатам, вязкость находилась в диапазоне 1950-2680 МПа·с, что, как было установлено, соответствует стандартам, предъявляемым к современным жидким моющим средствам. Значительное увеличение вязкости с увеличением концентрации было объяснено образованием пространственной структуры между полимерными цепями. Текучесть образца была исследована в диапазоне 10-200 с⁻1, и было обнаружено снижение текучести по мере увеличения скорости утечки. Это было объяснено расположением макромолекул вдоль направления потока и частичным разрушением внутренней структуры.

ISSN 3030-3907

Кроме того, испытания на хранение при температуре 40°C показали, что корка системы сохраняется на 94%. Полученные результаты показали, что синтезированный сополимер может быть использован в качестве эффективного загустителя для жидких моющих средств.

Ключевые слова: сополимер, итаконовая кислота, акриловая кислота (мет), полимерный загуститель, вязкость, жидкие моющие средства, текучесть,

КИРИШ.

Сўнгги йилларда суюқ ювиш воситаларини ишлаб чиқариш полимер қуюқлаштирувчиларни такомиллаштириш билан чамбарчас боғлиқ бўлиб, улар тизимнинг оқим ва қовушқоқлик хусусиятларини бошқариш, дисперс тизимлар барқарорлигини таъминлаш ҳамда тайёр композицияларни узоқ муддат сақлашда муҳим аҳамият касб этмоқда. Қовушқоқликнинг оптимал даражада бўлиши маҳсулотни дозалаш, қўллашда қулайлик, сақлаш барқарорлиги ва истеъмолчи қабул қилиши учун ҳал қилувчи омилдир [1]. Айниқса, акрилат акрилатли сополимерлар ҳатто паст концентрацияларда ҳам қовушқоқликни ошириш, шаффофликни сақлаш ва тизим барқарорлигини таъминлаш имконини беради. Адабиёт ва патент манбаларига кўра, функционал сополимерларни 0,3–1,0 % миқдорда қўллаш суюқ ювиш композицияларида қовушқоқликни 1500–3000 мПа·с атрофида самарали қуюқлашишини таъминлайди [2].

Мақолада акрил кислотаси ва унинг ҳосилалари асосида синтез қилинган сополимерлар сувли сирт-фаол моддалар муҳитида кенгайган макромолекуляр тузилмалар ҳосил қилади. Бу тузилмалар эритмада уч ўлчамли фазовий тўр шакллантириб, тизимнинг оқимга қаршилигини оширади. Тадқиқотлар шуни кўрсатганки, ҳатто 0,3–0,7 % миқдорда қўлланилганда ҳам бундай сополимерлар қовушқоқликни бир неча баробар оширганлиги келтирилган [3-4]. Шу билан бирга, бундай уларнинг хусусиятлари суюқ ювиш воситаларининг сирт-фаол моддалар ва электролитлар билан ўзаро таъсирига ҳам боғлиқ бўлиб, бу ҳолат қатламланишга чидамлилик ва сақлаш барқарорлигини таъминлайди [5-6].

Сўнгги йилларда олимлар эътибори функционал мономерлар қўшилган акрилат сополимерларга қаратилган. Бу мономерлар полимер занжирларида қўшимча ионланувчи ва гидрофил марказлар ҳосил қилиб, сирт-фаол моддалар билан кучли ўзаро таъсирни таъминлайди. Натижада тизимда барқарор коллоид тузилма шаклланади ва бу қовушқоқликнинг узоқ муддат сақланишига олиб келади [7].

Ишда YES туридаги қуюқлаштирувчиларни 0,5–1,2 % миқдорда қўллаш қовушқоқликни 1200–2800 мПа·с оралиғида самарали борганини, шу

ISSN 3030-3907

билан бирга ювиш қобилияти пасаймаганлигини кўрсатган. Ушбу холат анион сирт-фаол моддаларнинг карбоксил гуруҳли полимер занжирлари билан ўзаро таъсири натижасида барқарор тузилма шаклланиши билан изоҳланади. Шунингдек, бундай қуюқлаштирувчилар кенг қўлланиладиган 6501, САВ ва ОА-30 маркали компонентлар билан солиштирганда, самарадорлиги ўхшаш эканлиги ва тузларга чидамлиликка эга экани, турли pH ва ҳарорат шароитларида барқарорлигини сақлаши аниқланган [8].

Алоҳида тадқиқотлар итакон кислотаси каби икки карбоксил гуруҳли мономерларни қўллаш қуюқлаштирувчилар самарадорлигини сезиларли оширишини кўрсатган. Итакон кислотаси полимер занжирининг гидрофиллигини кучайтириб, сувда шишиш қобилиятини оширади ва натижада қуюқлаштириш самараси кучаяди. Шу билан бирга, бундай сополимерлар электролитлар ва ҳарорат таъсирига нисбатан барқарорлиги билан ажралиб туради [9].

Олимлар тадқиқотларида карбон кислоталари полимерлари ҳамда диметилдиаллиламмоний хлорид–акриламид сополимерлари асосида кир ювиш воситалари учун композициялар яратилгани, шунингдек метакрил кислота ва акрилатлар сополимерлари юқори барқарорлик ва яхшиланган оқим хусусиятларини таъминлаши қайд этилган [10].

Замонавий тадқиқотларда маиший кимё маҳсулотларида ишлатиладиган қуюқлаштирувчилардан нафақат юқори самарадорлик, балки экологик хавфсизлик ҳам талаб этилмоқда. Нефтга асосланган хом ашёга боғлиқликни камайтириш ва биоасосли экологик хавфсиз, қайта тикланувчи мономерлардан фойдаланиш алохида ахамият касб этади. Шу нуқтаи назардан, итакон кислотаси асосидаги сополимерлар “яшил кимё” тамойилларига мос келувчи истиқболли материаллар сифатида баҳоланмоқда. [11].

Шунингдек, патент ва илмий ишлар таҳлили шуни кўрсатадики, мавжуд тижорат акрилат қуюқлаштирувчилари кўп ҳолларда юқори миқдорни талаб қилади ва сақлаш жараёнида қовушқоқликнинг пасайиши кузатилади. Шу билан бирга, амалда қўлланилаётган акрилат қуюқлаштирувчиларнинг кўпчилиги нефт-кимё хомашёсидан олиниши экологик хавфсизликни ошириш имкониятларини чеклайди[12]. Шу сабабли биохомашё асосида янги полимерлар яратиш долзарб вазифа ҳисобланади.

Итакон кислотаси шундай истиқболли мономерлардан бири бўлиб, ушбу кислота асосида сополимерлар синтез қилиш хамда суюқ ювиш воситалари таркибига киритиш карбоксил гуруҳлар сонини оширади,

ISSN 3030-3907

молекулалараро таъсирларни кучайтиради ва барқарор фазовий тузилма шаклланишини таъминлайди.

Мазкур ишнинг мақсади — итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимернинг суюқ ювиш композицияларида қуюқлаштириш қобилияти ва оқим хусусиятларини тадқиқ қилишдан иборат.

МАТЕРИАЛЛАР ВА УСУЛЛАР

2.1 Материаллар Тадқиқотларда итакон кислотаси, (мет)акрил кислотаси, радикал полимерланиш инициатори ҳамда ёрдамчи реагентлардан фойдаланилди. Намуна модел сифатида анион сирт-фаол моддалардан иборат бўлган суюқ ювиш композицияси тайёрлаб олинди.

2.2. Усуллар

Юқори самарали суюқлик хроматографияси (ВЖХ) таҳлиллари Agilent 1260 Infinity II хроматографида ўтказилди. Хроматографик таҳлил шароитлари қуйидагича бўлди: колонка — Poroshell 120 EC-C18 (4 мкм, 4,6 × 150 мм), детектор — диод-матричали, элюент — ацетонитрил : сув (50:50), оқим тезлиги — 1 мл/мин, детекция тўлқин узунлиги — 246 нм, инъекция ҳажми — 5 мкл, термостат ҳарорати — 30 °C, таҳлил вақти — 5 мин.

Инфрақизил (ИК) спектрлар IRTracer-100 инфрақизил спектрометри ёрдамида олинди. (PerkinElmer Spectrum IR Version 10.6.1, АҚШ, 2017). Ўлчашлар MIRacle-10 приставкаси (бузилган тўлиқ ички қайтиш усули, ATR) ва diamond/ZnSe призмаси билан жиҳозланган ҳолда амалга оширилди. Спектрал диапазон 4000–400 $см^{-1}$ ни ташкил этди, ажратиш қобилияти 4 $см^{-1}$, сигнал-шовқин нисбати 60 000:1, сканерлаш тезлиги секундига 20 спектрни ташкил қилди.

Сополимер синтези

Дастлаб, илмий тадқиқот ишимизни суюқ ювиш ввоситаларини қуюқлаштирувчи сифатида қўллаш учун итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимер синтез қилишга қаратдик. Сополимер сувли муҳитда радикал сополимерланиш усулида синтез қилинди. Мономерлар сифатида итакон ва метакрил кислоталари ишлатилди. Реакция эркин радикал полимерланиш инициатори иштирокида доимий аралаштириш шароитида олиб борилди.

Синтез жараёни 70–80 °C ҳароратда 3–4 соат давом эттирилди. Реакция қайтар совитгич ва магнитли аралаштиргич билан жиҳозланган шиша қолбада амалга оширилди. Реакция тугагач, маҳсулот ишқор эритмаси билан нейтралланиб, pH 6,8–7,0 га келтирилди. Сополимер унуми 89 % ни ташкил этди. Реакция жараёнида карбоксил функционал гуруҳларга бой макромолекуляр занжирлар ҳосил бўлиб, улар полимернинг гидрофиллиги ва

ISSN 3030-3907

сувли муҳитда фазовий тўр ҳосил қилиш қобилиятини таъминлади. Олинган сополимер хона ҳароратигача совитилиб, суюқ ювиш композицияларини тайёрлашда қуюқлаштирувчи сифатида қўллаш учун тайёрлаб олинди..

Ювиш композицияларини тайёрлаш

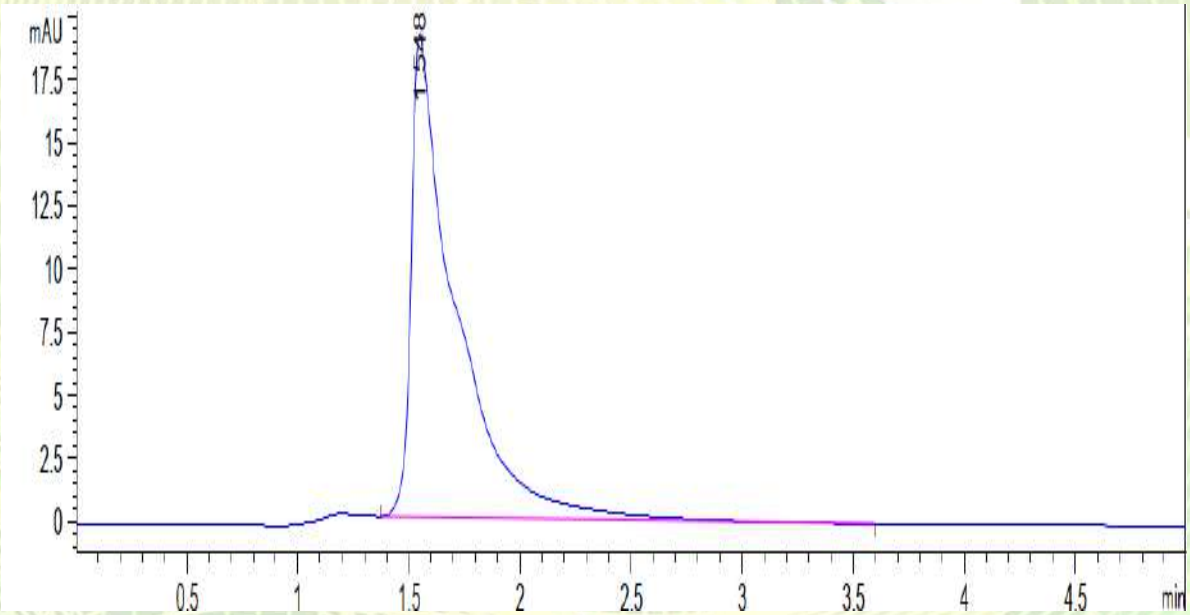
Синтез қилинган сополимернинг қуюқлаштириш хоссасинини аниқлаш мақсадида анион сирт-фаол моддалар, ёрдамчи компонентлар ва сувдан иборат суюқ ювиш композициялари тайёрланди. Сополимер ушбу композиция таркибига турли: 0,3; 0,4 ва 0,5 % концентрацияларда киритилди. Қуюқлаштирувчи сифатида синалаётган сополимер қўшилгандан сўнг аралашма сополимер тўлиқ эригунча ва бир жинсли композиция ҳосил бўлгунча аралаштирилди.

Қовушқоқликни аниқлаш

Тизимнинг оқим ва қовушқоқлик хусусиятлари вискозиметрия усулида ўрганилди. Намуналар қовушқоқлиги турли деформация тезликларида ўлчаниб, тизимнинг оқувчанлик хусусияти аниқланди. Олинган натижалар mPa·s бирликда ифодаланди. Ҳар бир ўлчаш камида уч марта такрорланиб, кейин ўртача қиймат ҳисобланди.

НАТИЖАЛАР ВА МУҲОКАМА

Дастлаб, синтез қилинган сополимернинг тозалик даражасини аниқлаш (ЮССХ) юқори самарадор суюқлик хроматографияси Agilent 1260 nfinity II номли (АҚШ) хроматогрофида олиб борилди.

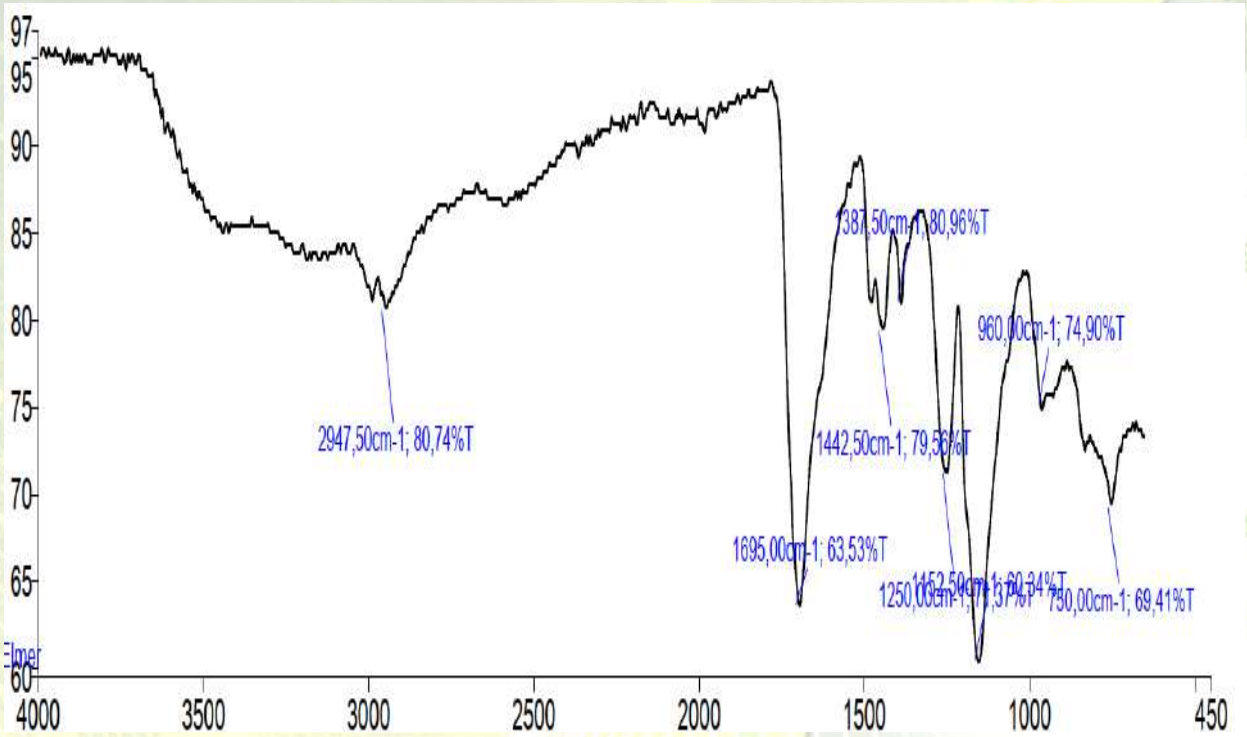


Расм-1. Синтез қилинган сополимернинг ЮССХ хроматограммаси

Олинган хроматографик тасвир натижаларга кўра, расмда 1.548 дақиқада фақат битта маҳсулот пик берганлиги маҳсулотнинг аралашмаласиз эканлигини ва тозалик даражаси юқори эканлигини тасдиқлайди.

ISSN 3030-3907

Шунингдек Синтез қилинган сополимернинг кимёвий тузилиши инфрақизил спектроскопия усулида тасдиқланди (2-расм).

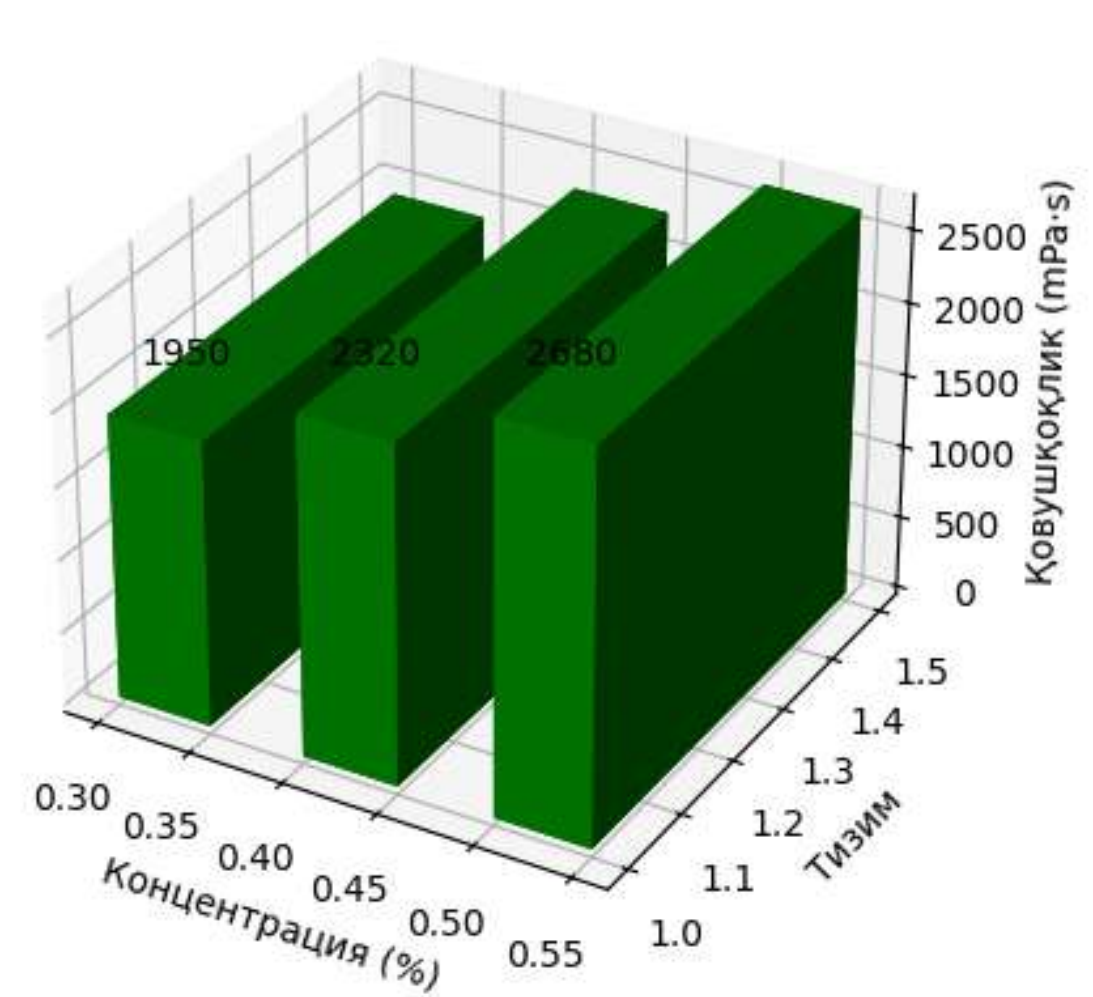


2-расм. Итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимерининг ИҚ-спектри

ИҚ-спектрда мономерлар сополимерланиш реакциясида иштирок этганини тасдиқловчи ютилиш соҳалари кузатилди. 2947 $см^{-1}$ даги полоса сополимер занжиридаги алифатик $–CH_2$ ва –CH гуруҳларининг валент тебранишларига, 1695 $см^{-1}$ даги кучли полоса эса карбоксил гуруҳларидаги C=O тебранишларига тегишли бўлиб, функционал гуруҳлар сақланиб қолганини кўрсатади. 1442 ва 1387 $см^{-1}$ соҳалардаги тебранишлар метил ва метилен гуруҳлар мавжудлигини тасдиқлайди. 1250 $см^{-1}$ полоса C–O боғига хос. 1640 $см^{-1}$ атрофида винил гуруҳларига хос ютилиш чизиқларининг кузатилмаганлиги мономер таркибидаги қўшбоғ тўлиқ сополимерланишда иштирок этганини кўрсатади.

Синтез қилинган сополимер концентрациясининг суюқ ювиш композициясининг оқим хусусиятларига таъсири 0,3–0,5 % оралиғида ўрганилди (3-расм). Натижалар сополимер миқдори ошиши билан тизим қовушқоқлиги мунтазам равишда ортишини кўрсатди. Хусусан, 0,3 % да қовушқоқлик тахминан 1950 mPa·s ни, 0,4 % да 2320 mPa·s ни, 0,5 % да эса 2680 mPa·s ни ташкил этди. Бу олинган сополимер ҳатто паст концентрацияларда ҳам юқори қуюқлаштириш қобилиятига эга эканини тасдиқлайди.

ISSN 3030-3907



3-расм — Сополимер концентрациясининг қовушқоқликка таъсири диаграммаси

Келтирилган диаграммада сополимер концентрацияси ошиши билан қовушқоқликнинг барқарор ва деярли чизиқли равишда ортиши аниқ кўринади.

1-Жадвал

40 °C да сақлаш жараёнида турли қуюқлаштирувчилар иштирокида қовушқоқликнинг ўзгариши

Қуюқлаштирувчи	**0 кун**	**30 кун**
Тижорат қуюқлаштиргич Acrysol RM-2020	2450	2180
Сополимер	2680	2520

Кейинги жараёнда сополимер солингандан кейин суюқ ювиш воситаси 40 °C да 0-30 кун мобайнида қуюқлашиш хоссасини ўзгариши текширилди. Сақлаш давомида қовушқоқликнинг бироз камайиши кузатилди, бундай холат полимерли тизимлар учун оддий ҳолат ҳисобланади. Яъни вақт ўтиши билан полимер занжирлари орасидаги ўзаро таъсирлар бироз заифлашади,

ISSN 3030-3907

структура қисман бўшашади ва шу сабаб қовушқоқлик озгина пасаяди. Айниқса 40 °C ҳароратда молекулалар ҳаракати тезлашгани учун бу ҳолат табиий ҳисобланади.

Натижаларга кўра, тижорат қуюқлаштирувчи Acrysol қўлланганда қовушқоқлик 30 кун ичида 2450 mPa·s дан 2180 mPa·s гача тушиб, тахминан 11 % га камайган бўлса синтез қилинган сополимерда эса қовушқоқлик 2680 mPa·s дан 2520 mPa·s гача пасайиб, бор-йўғи 6 % га камайган кузатилди.

2-Жадвал

Қуюқлаштирувчи турининг қовушқоқликка таъсири

Намуна	**Қуюқлаштирувчи**	**Қўшишдан олдин (mPa·s)**	**Қўшилгандан кейин (mPa·s)**	**Ўртача қиймат ± SD**
Назорат	—	820	—	820 ± 15
Тижорат қуюқлаштирувчи	Acrysol RM-2020	830	2450	2450 ± 60
Сополимер	IA–MA	825	2680	2680 ± 55

Синтез қилинган сополимернинг юқори самарадорлиги, аввало, унинг кимёвий тузилиши билан боғлиқ. Унинг таркибида икки хил карбоксил функционал гуруҳ мавжуд бўлиб, бу гуруҳлар ювиш композицияси компонентлари билан водород ва ион ўзаро таъсирларга киришади. Натижада макромолекулалар бир-бири билан мустаҳкам боғланиб, янада зич ва барқарор фазовий тўр ҳосил қилади. Бу ҳолат қовушқоқликнинг ортишига ва композициянинг барқарорлигининг яхшиланишига олиб келади.

Сополимер таркибидаги итакон кислотасининг юқори гидрофиллиги ҳам муҳим аҳамиятга эга. У полимер занжирларининг сув билан тўйинишини кучайтиради, натижада эритмада полимер занжирлари шишиб ҳажман катталашади ва бир-бири билан кўпроқ боғланади. Бу эса тузилма ҳосил бўлиш жараёнини жадаллаштириб, тизимнинг қуюқлашиш самарасини янада оширади.Бу ҳолат янги сополимернинг юқори барқарорлигини кўрсатади.

ISSN 3030-3907



4-расм. Сополимерли қўшилганда қовушқоқликнинг суюқлик оқиш тезлигига боғлиқлиги

Келтирилган графикдаги (4-расм) натижаларига кўра, сополимер қўшилган тизимда қовушқоқликнинг суюқлик оқиш тезлигига боғлиқ равишда қандай ўзгаришини кўрсатади. Натижаларга кўра, оқиш тезлиги ошган сари қовушқоқлик мунтазам равишда камайиб боради. Паст тезликда, яъни тахминан 10 $с^{-1}$ атрофида қовушқоқлик энг юқори бўлиб, 2800 mPa·s ни ташкил этади. Бу ҳолатда полимер занжирлари ўзаро боғланган ҳолда ички тузилмани сақлаб туради ва суюқлик оқишига катта қаршилик кўрсатади.

Оқиш тезлиги 25–50 $с^{-1}$ гача оширилганда қовушқоқлик 2600–2300 mPa·s гача пасаяди. Бу жараёнда полимер занжирлари аста-секин оқим йўналиши бўйлаб жойлаша бошлайди ва ички тузилма қисман бузилади. Оқиш тезлиги 100–200 $с^{-1}$ гача етганда эса қовушқоқлик 2100–1900 mPa·s гача тушади, яъни суюқликнинг ҳаракатланиши анча енгиллашади. Демак, тизим тинч ҳолатда анча қуюқ бўлиб, ишлатиш жараёнида осон оқади. Бу хусусият суюқ ювиш воситалари учун жуда муҳим бўлиб, маҳсулотни қўллашни қулайлаштиради ҳамда унинг барқарорлигини таъминлайди.

ISSN 3030-3907

Шунингдек, синтез қилинган сополимер экологик жиҳатдан хавфсиз бўлиб, таркибида токсик компонентлар мавжуд эмас, уни арзон ва мавжуд хом ашёлар асосида олиш мумкин ҳамда маиший кимё учун функционал қўшимчаларга қўйиладиган замонавий талабларга жавоб беради. Коммерция қуюқлаштирувчи ва таклиф этилган сополимернинг физик-кимёвий ҳамда эксплуатацион хусусиятлари бўйича таққослама натижалар 3-жадвалда келтирилган.

3-Жадвал

(Acrysol RM-2020) қуюқлаштирувчи ва синтез қилинган сополимернинг физик-кимёвий ва эксплуатацион хусусиятларини таққослаш

№	Кўрсаткич	Коммерция акрилат қуюқлаштирувчи (Acrysol RM-2020)	Итакон ва (мет)акрил кислоталари асосидаги сополимер
1.	Концентрация, % (масс.)	0,7–1,0	0,3–0,5
2.	25 °C да қовушқоқлик, mPa·s (0,5 %)	2450	2680
3.	Қовушқоқлик ортиши, %	+195	+225
4.	40 °C да 30 кундан кейин қовушқоқлик сақланиши, %	89	94
5.	Қатламланишга мойиллик	Сақлашда кузатилди	Кузатилмади
6.	Электролитларга чидамлилик	Ўртача	Юқори
7.	Ҳарорат барқарорлиги	Қониқарли	Юқори
8.	Экологик хавфсизлик	Чекланган	Юқори
9.	Хом ашё манбаи	Нефткимёвий	Биоасосли қайта тикланувчи

ХУЛОСА.

Ўтказилган лаборатория ва тажриба-саноат тадқиқотлари итакон ва (мет)акрил кислоталари асосида синтез қилинган сополимер суюқ ювиш воситалари учун юқори самарали қуюқлаштирувчи эканини кўрсатди. Сополимер 0,5 % миқдорда қўшилганда суюқ ювиш воситаси қовушқоқлиги 825 mPa·s дан 2680 mPa·s гача ошди, яъни уч баробарга ортди. Acrysol RM-2020 қуюқлаштиргичдан солинганда эса 2450 mPa·s гача оширишга эришилди.

ISSN 3030-3907

40 °C да 30 кунлик тезлаштирилган сақлаш синовларида синтез қилинган сополимер бошланғич қовушқоқликнинг 94 % ини сақлаб қолди (2680 дан 2520 mPa·s гача), Acrysol RM-2020 қуюқлаштиргичда бу кўрсаткич 89 % ни ташкил қилди. Олинган натижалар синтез қилинган сополимернинг юқори самарадорлиги ва рақобатбардошлигини тасдиқлаб, суюқ ювиш воситалари ишлаб чиқаришда саноат миқёсида қўллаш мумкинлигини кўрсатади.

АДАБИЁТЛАР

1. Arisandy C., Schmidt K., Leyrer R. Use of a copolymer as a thickener in liquid detergents with less tendency to graying // Journal of Surfactants and Detergents. – 2011. – Vol. 14. –P.123–130.DOI: 10.1007/s11743-010-1217-2
2. Rosen M.J., Kunjappu J.T. Surfactants and Interfacial Phenomena. – 4th ed. – Wiley,2012. DOI: 10.1002/9781118228920
3. Tadros T.F. Rheology of Dispersions: Principles and Applications. – Wiley-VCH,2010. DOI: 10.1002/9783527632077
4. Barnes H.A. A handbook of elementary rheology. – University of Wales, 2000. DOI: 10.1515/9783110805079
5. Tamareselvi K. Acrylate copolymer thickeners // International Journal of Polymer Science. –2011.–Vol.2011.–P.1–6.DOI: 10.1155/2011/745937
6. Yang Y., Urban M.W. Self-healing polymeric materials // Chemical Society Reviews. – 2013.–Vol.42.–P.7446–7467. DOI: 10.1039/c3cs60109a
7. Zhou Y., Huang X., Chen Y. Associative thickeners in surfactant systems // Colloids and Surfaces A. – 2018. – Vol. 538. – P. 381–388. DOI: 10.1016/j.colsurfa.2017.11.028
8. Kumar N., Mittal K.L. Handbook of Polymer Research: Monomers, Oligomers, Polymers and Composites–CR CPress,2013.DOI: 10.1201/b15472
9. Zhang Y., Liu H. Rheological behavior of polymer thickeners in surfactant systems // Colloids and SurfacesA.–2021.–Vol.614.–126135.DOI: 10.1016/j.colsurfa.2020.126135
10. Patel R., Singh S. Acrylic copolymers as rheology modifiers in detergent formulations // Journal of Surfactants and Detergents. – 2022. – Vol. 25. – P. 145–158.DOI: 10.1002/jsde.12556
11. Wang L., Chen Y. Polymer-based thickeners for liquid detergents: structure and rheology //Polymer.–2023.–Vol.265.–125522. DOI: 10.1016/j.polymer.2022.125522
12. Sharma P., Gupta R. Advances in polymeric rheology modifiers for surfactant systems // Progress in Polymer Science. – 2020. – Vol. 102. – 101210. DOI: 10.1016/j.progpolymsci.2019.101210

ISSN 3030-3907

13. Маткаримова Н.С., Максумова О.С., Таджиева Ш.А. Синтез и исследование акриловых сополимеров на основе дикарбоновых кислот // *Universum: химия и биология*.–2025.–№11(137).URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21003 DOI: 10.32743/UniChem.2025.137.11.21003.

14. Маткаримова Н.С., Максумова **О.С.** Синтез сложного эфира на основе биоосновных дикарбоновых кислот и его перспективы // *Universum: химия и биология*. – 2025. – № 12(138). URL:https://7universum.com/ru/nature/archive/item/21414 DOI: 10.32743/UniChem.2025.138.12.21414.

ISSN 3030-3907

НАПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ РОСТ И РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКИХ СПОСОБНОСТЕЙ БУДУЩИХ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ ЧЕРЧЕНИЯ

Нурметов Мухтор Рустамович
УрГУ им. Абу Райхан Беруний, доцент,
E-mail: muhtor_1964@mail.ru
Orcid ID: 0000-0001-7537-7281
Юлдашева Гулора Гулумовна
УрГУ им. Абу Райхан Беруний, старший преподаватель,
E-mail: ygulora@rambler.ru
Orcid ID: 0009-0004-9505-8295
Рахимов Рахимжон Ражапбоевич
УрГУ им. Абу Райхан Беруний, старший преподаватель,
E-mail: rahimjon030284@gmail.com
ORCID: 0000-0002-7532-5884
Кадиров Шавкат Абдуллаевич
УрГУ им. Абу Райхан Беруний, преподаватель,
E-mail: rasullobar@mail.ru
ORCID: 0000-0002-5390-2310

Аннотация. Статья «Направление образовательного процесса на профессиональный рост и развитие творческих способностей будущих преподавателей черчение» исследует важность черчения в современном образовании как ключевого элемента, формирующего технические навыки, пространственное мышление, и способствующего профессиональному самовыражению студентов. Статья охватывает влияние черченя на развитие технических навыков, пространственного мышления и профессиональной идентичности студентов, рассматривая его в контексте современных технологий и требований рынка труда. Она также выделяет роль черчения в ориентации студентов на профессиональное самовыражение и исследует взаимосвязь между техническими аспектами и креативностью.

Ключевые слова: черчение, образование, технические навыки, пространственное мышление, профессиональное самовыражение, творческое мышление, современные технологии, рынок труда, профессиональная ориентация, образовательный процесс.

Abstract. The article "Focusing the educational process on professional growth and development of creative abilities of future drawing teachers " examines the importance of research and modern education as a key element, forming technical skills, open-minded thinking, and enabling professional self-expression of

ISSN 3030-3907

students. The article includes the influence of research and development of technical skills, spatial thinking and professional identity of students, drawing ego in the context of modern technology and market requirements. She also highlights the role of drawing in guiding students towards professional self-expression and explores the relationship between technical aspects and creativity.

Keywords: drawing, education, technical skills, spatial thinking, professional self-expression, creative thinking, modern technologies, labor market, career guidance, educational process.

Annotatsiya. “Ta’lim jarayonini bo‘lg‘usi chizmachilik fani o‘qituvchilarining kasbiy mahorati va ijobiy qobiliyatlarini rivojlantirishga yo‘naltirish” maqolasida texnik ko‘nikmalarni, fazoviy fikrlashni rivojlantirish va o‘quvchilarning kasbiy o‘zini namoyon etishiga ko‘maklashishning asosiy elementi sifatida zamonaviy ta’limda rasm chizishning ahamiyati yoritilgan. Maqolada chizmachilik fanining talabalarning texnik ko‘nikmalari, fazoviy tafakkuri va kasbiy shaxsiyatini rivojlantirishga ta'siri, uni zamonaviy texnologiyalar va mehnat bozori talablari kontekstida ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, u o‘quvchilarni kasbiy o‘zini namoyon qilishga yo‘naltirishda chizmachilik fanining rolini ta’kidlaydi va texnik jihatlar va ijodkorlik o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni o‘rganadi.

Kalit so‘zlar: chizmachilik, ta'lim, texnik ko‘nikmalar, fazoviy fikrlash, kasbiy o‘zini namoyon qilish, ijodiy fikrlash, zamonaviy texnologiyalar, mehnat bozori, kasbga yo‘naltirish, o‘quv jarayoni.

ВЕДЕНИЕ.

В эпоху инноваций и постоянно меняющегося ландшафта трудового рынка образование превращается в мощное средство подготовки к вызовам современности. В этой динамичной обстановке черчение выходит за рамки традиционного учебного предмета, превращаясь в ключевой элемент формирования не только технических навыков, но и профессиональной идентичности учащихся. Черчение, долгое время воспринимаемое как метод передачи графических навыков, теперь является катализатором профессионального самовыражения и креативного мышления. В данном контексте наша статья направлена на изучение роли черчения в ориентации студентов на пути к будущей карьере. Мы проследим эволюцию черчения от простых графических методов до современных технологических подходов, рассмотрим, как оно формирует техническую грамотность и вдохновляет на творческое мышление. Черчение перестает быть просто дисциплиной и становится каркасом, на котором восстанавливается картина будущей профессиональной жизни студентов. В этой статье мы раскроем роль черчения в развитии студенческой

ISSN 3030-3907

самоидентификации и подготовке к динамичному миру профессиональных возможностей.

ЛИТЕРАТУРА И МЕТОД. Формирование технических навыков: основы мастерства и профессиональной готовности в контексте образования черчение выступает в роли уникального инструмента формирования технических навыков, необходимых для успешной деятельности в самых различных областях. На поверхности, это может казаться всего лишь процессом создания изображений, но на деле, черчение — это глубже заложенное в профессиональные практики искусство, которое обогащает студентов не только графическим языком, но и ключевыми компетенциями. Первоначально черчение вводит студентов в мир точности и детализации. Процесс создания ручных чертежей требует внимания к деталям и тщательного контроля над каждой линией. Эти умения являются основой для последующего освоения современных технологических средств, таких как компьютерное моделирование. В результате, студенты вырабатывают навыки, которые не только актуальны в традиционных профессиональных областях, но и востребованы в высокотехнологичных индустриях. Важным аспектом формирования технических навыков черчения является также работа с различными инструментами и техниками. Это включает в себя использование различных видов линий, теней, а также перспективных приемов. Студенты не только овладевают техникой черчения, но и развивают аналитическое мышление, способность видеть объекты в пространстве и предвидеть их визуальные характеристики. Черчение также служит платформой для внедрения студентов в мир компьютерных технологий. Они осваивают программы для трехмерного моделирования, что делает их более конкурентоспособными в индустрии, где визуализация и виртуализация становятся все более важными аспектами проектирования и архитектуры. Таким образом, черчение становится своего рода мостом между традиционными и современными технологиями, предоставляя студентам уникальные возможности для формирования технического мастерства и профессиональной готовности к переменчивому миру труда.

ОБСУЖДЕНИЕ. Пространственное мышление и креативность в контексте черчения создают уникальное сочетание, обогащающее студентов не только эстетическим восприятием, но и способностью визуализировать идеи в трехмерном пространстве. Эти два аспекта взаимодействуют, формируя неотъемлемую часть развития учащихся в процессе обучения черчению. Пространственное мышление как ключевой элемент черчения предполагает способность представлять объекты в трехмерном

ISSN 3030-3907

пространстве. Работа с перспективой, глубиной и объемом на чертежах требует от студентов особых навыков анализа пространства. Этот аспект черчения не только важен для технических областей, таких как архитектура и инженерия, но и становится неотъемлемым компонентом креативного мышления. Креативность в черчении выходит далеко за рамки простого воплощения идей на бумаге. Это процесс, включающий в себя эксперименты с формами, цветами, и стилями. Работа с чернилами, маркерами, акварелью или цифровыми инструментами предоставляет студентам поле для самовыражения и развития индивидуального художественного стиля. Креативные чертежи становятся площадкой для выражения эмоций, идей, и даже социокультурных влияний.

Важно отметить, что пространственное мышление и креативность в черчении взаимосвязаны. Визуализация трехмерных объектов на плоскости чертежа требует не только технических навыков, но и креативного подхода к представлению форм и структур. Креативность, в свою очередь, усиливает пространственное мышление, расширяя границы воображения и допуская нестандартные подходы к воплощению идей в графической форме.

Таким образом, в объединении пространственного мышления и креативности черчение становится не только техническим навыком, но и искусством самовыражения. Этот симбиоз важен не только для профессионального роста в технических сферах, но и для развития индивидуальности и творческого мышления студентов.

Современные инструменты черчения включают в себя программы для компьютерного моделирования, виртуальной реальности и другие технологии, которые становятся неотъемлемой частью профессиональной деятельности. Овладение этими технологиями на уровне обучения делает студентов более конкурентоспособными на рынке труда и подготавливает их к современным вызовам и тенденциям в их области.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Одной из главных ролей черчения в образовании является ориентация студентов на профессиональное самовыражение. Этот аспект не только помогает им определить свои профессиональные интересы, но и разрабатывает уникальные аспекты их индивидуальности, что может быть важным элементом в их будущей карьере**.** Черчение становится не только техническим навыком, но и языком для выражения профессиональных амбиций. Работа над различными проектами позволяет студентам окунуться в различные сферы и области применения искусства черчения. Будь то архитектурные элементы, механизмы или дизайн,

ISSN 3030-3907

студенты получают возможность попробовать свои силы в различных областях и открыть для себя, где их страсти и интересы пересекаются.

Этот опыт ориентации расширяет обзор студентов относительно возможных карьерных тропинок. Например, черчение может стать мостом между традиционным искусством и визуальным дизайном, поддерживая студентов в выборе того, что лучше соответствует их индивидуальному видению и профессиональным целям. Одновременно, работа с технологиями черчения предоставляет перспективу на взаимодействие с инновациями и современными тенденциями в профессиональной среде.

Кроме того, черчение стимулирует студентов рассматривать свои творческие подходы к решению задач. Каждый проект становится возможностью не только применить технические навыки, но и воплотить свои уникальные идеи и концепции. Этот процесс способствует формированию профессиональной идентичности, позволяя студентам открыть для себя, кто они как профессионалы и какие ценности они приносят в свою будущую карьеру.

Итак, черчение в образовании не только обучает техническим навыкам и развивает пространственное мышление, но и служит ключом для открытия студентами своего профессионального предназначения. Ориентация на профессиональное самовыражение в черчении становится путеводной звездой, освещающей путь студентов в мире возможностей и карьерных перспектив.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Черчение, ставшее неразрывной частью образования, не только вооружает студентов техническими навыками и развивает их творческое мышление, но и служит мощным механизмом ориентации на пути профессионального роста. В процессе освоения чертежей, студенты не просто приобретают навыки воспроизведения изображений, а взаимодействуют с миром возможностей и открывают для себя путеводные звезды своих профессиональных направлений.

Одним из ключевых достижений черчения в образовании является формирование технических компетенций. Способность создавать точные и информативные изображения, будь то ручные чертежи или цифровые модели, становится основой для успешной карьеры в таких областях, как архитектура, инженерия и дизайн. Студенты, овладевшие этими навыками, выходят на рынок труда готовыми к вызовам современных технологий и высоких стандартов профессионализма.

Пространственное мышление, развиваемое черчением, становится своеобразным ключом к визуальному восприятию окружающего мира. Это

ISSN 3030-3907

не только важно для архитекторов и дизайнеров, но и для всех, кто стремится к глубокому пониманию форм и структур. В то время как технические навыки дают студентам инструменты, пространственное мышление открывает перед ними двери креативного подхода к профессиональным задачам.

Ориентация студентов на профессиональное самовыражение в черчении становится ключом к нахождению своего места в мире профессиональных возможностей. Работа над различными проектами и стилями позволяет студентам выявить свои уникальные интересы и подготовиться к будущей карьере, которая сочетает в себе не только техническую грамотность, но и индивидуальное творческое видение.

Таким образом, черчение не просто является предметом обучения, но источником вдохновения и ориентации, обогащающим студентов необходимыми инструментами для успешной карьеры в современном профессиональном мире. Это искусство и наука, которые, соединившись, открывают двери перед студентами, помогая им найти свое место в мире профессиональных исследований и творчества.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Smith, J. (2018). The Art and Science of Technical Drawing. Publisher: ABC Publications.
2. Johnson, M. (2020). Spatial Thinking in Design: A Comprehensive Guide. Publisher: XYZ Books.
3. Brown, A., & White, B. (2019). Bridging Tradition and Technology: The Evolution of Drawing in the Digital Age. Journal of Design Education, 25(3), 123–145.
4. Robinson, C. (2017). Integrating Creativity into Technical Education: Strategies and Challenges. International Journal of Technical Education, 12(2), 67–82.
5. Davis, R., & Miller, S. (2021). The Impact of Modern Technologies on Architectural Education. Journal of Architecture and Design, 18(4), 321–335.
6. Нурметов М.Р., Юлдашева Г.Г., Сейитниязова А.А., Методы развития творческого подхода и формирования самостоятельного мышления учащихся в архитектурном образовании. Qo‘qon DPI, Ilmiy xabarlar 2025 yil, 9-son.

ISSN 3030-3907

DEEP PERCEPTUAL IMAGE QUALITY ASSESSMENT FOR COMPRESSION

Khilola Khaydaraliyeva
Assistant Lecturer, Department of Mobile Communication Technologies TUIT named after Muhammad al-Khwarizmi
Toshkent, Uzbekistan
Durdona Ergashova
Student, Department of Mobile Communication Technologies TUIT named after Muhammad al-Khwarizmi
Toshkent, Uzbekistan

Abstract. Lossy Image compression is necessary for efficient storage and transfer of data. Typically the trade-off between bit-rate and quality determines the optimal compression level. This makes the image quality metric an integral part of any imag- ing system. While the existing full-reference metrics such as PSNR and SSIM may be less sensitive to perceptual quality, the recently introduced learning methods may fail to general- ize to unseen data. In this paper we propose the largest image compression quality dataset to date with human perceptual preferences, enabling the use of deep learning, and we de- velop a full reference perceptual quality assessment metric for lossy image compression that outperforms the existing state-of-the-art methods. We show that the proposed model can effectively learn from thousands of examples available in the new dataset, and consequently it generalizes better to other unseen datasets of human perceptual preference. The CIQA dataset can be found at https://github.com/google- research/google-research/tree/master/CIQA

Keywords: Full-reference Image Quality Assess- ment, Image Compression, Compression Quality Metric, Perceptual Quality Dataset

Annotatsiya. Ma'lumotlarni samarali saqlash va uzatish uchun tasvirni yo'qotmasdan siqish zarur. Odatda bit tezligi va sifat o'rtasidagi kelishuv optimal siqish darajasini belgilaydi. Bu tasvir sifati ko'rsatkichini har qanday tasvirlash tizimining ajralmas qismiga CIQA ma'lumotlar to'plamini https://github.com/google-research/google-research/tree/master/CIQA saytidan topishingiz mumkin. To'liq mos yozuvlar tasvir sifatini baholash, tasvirni siqish, siqish sifati ko'rsatkichi, idrok etishaqolada biz inson idrokiga oid afzalliklarga ega bo'lgan, chuqur o'rganishdan foydalanishga imkon beruvchi eng katta tasvirni siqish sifati ma'lumotlar to'plamini taklif qilamiz va biz tasvirni yo'qotmasdan siqish uchun mavjud bo'lgan eng zamonaviy usullardan ustun bo'lgan to'liq mos yozuvlar idrok sifatini baholash ko'rsatkichini ishlab chiqamiz. Biz taklif qilingan model yangi ma'lumotlar to'plamida mavjud bo'lgan minglab misollardan samarali

ISSN 3030-3907

o'rganishi mumkinligini va natijada u insonning idrok etish afzalliklariga ega bo'lgan boshqa ko'rilmagan ma'lumotlar to'plamiga yaxshiroq umumlashtirilishini ko'rsatamiz. CIQA ma'lumotlar to'plamini https://github.com/google-research/google-research/tree/master/CIQA saytidan topishingiz mumkin

Kalit so'zlar: To'liq mos yozuvlar tasvir sifatini baholash, tasvirni siqish, siqish sifati ko'rsatkichi, idrok etish sifati ma'lumotlar to'plami

Аннотация. Сжатие изображений с потерями необходимо для эффективного хранения и передачи данных. Как правило, оптимальный уровень сжатия определяется соотношением между скоростью передачи данных и качеством. Это делает показатель качества изображения неотъемлемой частью любой системы обработки изображений. В то время как существующие полнофункциональные показатели, такие как PSNR и SSIM, могут быть менее чувствительны к качеству восприятия, недавно внедренные методы обучения могут оказаться неспособными обобщить невидимые данные. В этой статье мы предлагаем самый большой на сегодняшний день набор данных о качестве сжатия изображений с учетом предпочтений человека, позволяющий использовать глубокое обучение, и разрабатываем полный эталонный показатель оценки качества сжатия изображений с потерями, который превосходит существующие современные методы. Мы показываем, что предложенная модель может эффективно извлекать уроки из тысяч примеров, доступных в новом наборе данных, и, следовательно, она лучше обобщается на другие невидимые наборы данных о предпочтениях человеческого восприятия. Набор данных CIQA можно найти по адресу https://github.com/google- research/google-research/tree/master/CIQA

Ключевые слова: Оценка качества полноэкранного изображения, Сжатие изображений, Показатель качества сжатия, Набор данных о качестве восприятия

INTRODUCTION

Compressed image data make up a very large portion of data stored in data centers around the world. At the rapidly in- creasing scale of data storage, compression techniques are more important now than ever. Even a marginal change in ef- ficiency can have large impact on data storage. While image compression techniques are vital for efficiently storing enor- mous quantities of data, they have remained relatively static over the years [1].

Lossy image compression is a family of techniques for digital images, where bits are discarded when compression takes place resulting in a possible degradation in quality per- ceived by a human. The degree of compression or bit rate is directly proportional to file size. There is an inherent trade- off between the bit-rate and

ISSN 3030-3907

distortion of a compressed image [2]. Currently, some of the the main metrics used for adjust- ing bit-rate of an encoder is MSE (mean squared error), PSNR (peak-signal-to-noise-ratio), or other similar quality metrics.

* equal contribution

ΔPSNR = -4.2dB, ΔSSIM = -0.011, ΔLPIPS=-0.059, Δ**Ours = -0.02**



ΔPSNR = 3.1dB, ΔSSIM = 0.015, ΔLPIPS = 0.044, Δ**Ours = 0.41**

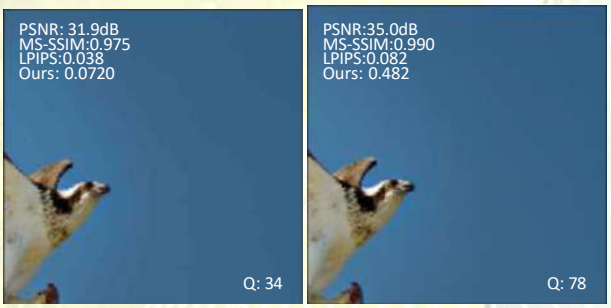


Fig. 1. Examples of CIQA pairwise comparisons with la- beled JPEG Q factor, PSNR, SSIM, LPIPS and our model output. PSNR and SSIM do not adequately correlate with visible distortions in the compressed image. For each metric the Δ is taken as *Metric*(*Image*$_2$, *Reference*) − *Metric*(*Image*$_1$, *Reference*).

However, it has been shown that large PSNR values do not necessarily mean a high perceptual quality. For instance, the JPEG encoder can generate artifacts such as color banding or blockiness, that are not well-captured by PSNR [3]. In addition, other popular baseline metrics such as SSIM [4] and MS-SSIM [5] do not show a consistently high correlation with human perceptual quality preferences. Assessing compres- sion quality based on these metrics can lead to sub-par performances [6]. This leads to low confidence in the results of compression with adjusted bit rates or to the use of a catch- all bit-rate for the encoder to minimize the perceptual quality loss for the vast majority of images [6].

Learning based methods are the logical next step. These methods do show a significant improvement on correlation with human preferences [7, 8]. The LPIPS metric [7] has very promising results correlating with human perceptual preferences in measuring similarity of images that have very differ- ent and obvious perturbations. However, since most of these models are developed to address generic quality assessment, they may not perform well outside of their main

ISSN 3030-3907

objective and do not generalize consistently to unseen data. This creates need for a perceptual quality metric that can be used for image compression. Such a metric should not only correlate well with human perceptual preferences but also generalize well to new datasets, robust to unseen data in the wild. To this aim, we first introduce the largest set of hu- man perceptual preference labels for compressed image pair- wise comparisons that is better suited for the creation of deep learning networks for compression image quality assessment (IQA). Since 72.4% of all websites on the internet use images with JPEG standard [9], we focus on this compression for-mat. Our proposed CIQA is 3× larger than previous datasets enabling semantic information to be more general with more examples and allows the model to focus on compression arti- facts during training. Secondly, this paper introduces a deep learning full-reference, perceptual quality metric, trained on CIQA for image compression IQA that correlates strongly with human perception and preference. This model not only outperforms current state-of-the-art (SOTA) metrics on the dataset used for training but also generalizes well to SOTA performance with unseen datasets, namely LIVE-Wild [10] and FG-IQA [11].

RELATED RESEARCH

In recent years, there has been a resurgence in interest for im- age compression techniques particularly in IoT and robotics applications [12, 13], particularly with the advance in ma- chine learning, which introduces the capability for person- alized or smart compression as a way to increase efficiency while minimizing perceptual quality loss.

COMPRESSION

Storing digital images is subject to an important tradeoff be- tween compression file size (bit-rate), perceptual quality (dis- tortion) [2]. Different domains emphasize the tension be- tween different pairs of these goals.

The most well studied obvious is the bit-rate distortion tradeoff. MSE, PSNR, SSIM, MS-SSIM [5] etc., are the dominant metrics used for measuring distortion resulting from compression. Recent work in this domain advances the search for a metric and method for maintaining a high quality after compression [14, 15]. In [16] discusses the importance of a perceptual quality metric that can be used to train a deep compression model.

ISSN 3030-3907

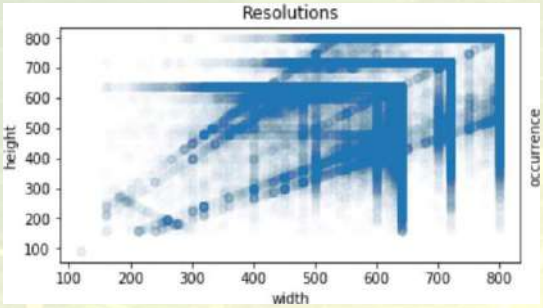


Fig. 2. Resolution of images sampled for the CIQA dataset showing diversity in heights and widths

Compressed Image Quality Assessment

Image quality assessment broadly has been accelerated by the release of large scale datasets that include image labels of hu- man perceptual ratings. Data sets such as AVA [17], TID2013 [3], KonIQ-10k [18] and WILD [10] have enabled the use of deep learning for this task. Image compression perceptual quality datasets, however, are still somewhat limited in size limiting the use of deep learning due to likely over-fitting.

Two prominent datasets [10, 11] and associated analysis have been performed in image quality assessment (IQA) for compressed images. [10] created the LIVE-Wild in which 100 reference images were compressed to different degrees using different encoders and the compressed images were rated using single stimulus ranking. [11] introduces the fine- grained image quality assessment dataset, a much larger-scale image database used for fine grained quality assessment not- ing the preference of human raters to more subtle changes in compression.

METHODS

The current perceptual quality datasets for image compres- sion, FG-IQA and LIVE-Wild [10, 11], are well suited for the evaluation of baseline methods, but fall short when training deep learning models due to the limitations in the number of training examples resulting in over-fitting of the network.

The Aesthetic Visual Analysis dataset (AVA) is well suited for deep learning applied to perceptual IQA proven by its successful implementation in the NIMA, NR-IQA model,

[8] and others [19]. AVA contains ~ 255, 000 images rated based on aesthetic quality by amateur photographers [17], and its size and semantic content distribution may be attributed to its success in deep learning applications. In order to mir- ror this success to the field of compression perceptual IQA, we introduce the Compression Image Quality Assessment (CIQA) dataset with 6,667 (6400/267 train/test split) unique images sampled from AVA, whose new labels are used to compare quality between images compressed to different JPEG Q values.

ISSN 3030-3907

Table 1.

Summary of current Compression IQA Datsets

Database	No. Ref Images	No. Distortions	No. Distinct Comparisons	Number of Ratings
LIVE-Wild	29	779	780	single stimulus (20-29 per image)
FGIQA	100	1,200	3600	54,000 (15 per pair)
CIQA	6,667	13,868	7808	249,856 (32 per pair)

Because these images are stored using JPEG compression, only the subset of images with a JPEG Q factor of 99 or more (essentially uncompressed) were sampled and subsequently compressed at random JPEG quality factors. The original dataset contained semantic labels in addition to perceptual quality labels, and the distribution images from each of the semantic groups was preserved. Semantics labels for each of animal, architecture, cityscape, floral, food/drink, land- scape, portrait, and still life each have almost equal occur-rence (∼ 6.25%) and the category of 'generic' has an oc- currence of 50%. This was done to ensure the diversity of sampled images and to be a more accurate representation of general perceptual image quality. Similarly, Figure 2 shows the distribution of resolution from the sampled images which includes ranges from 200 × 200 to 800 × 800, not necessarily always of equal height and width. The distribution of image area (*height* × *width*) followed close to a normal distribution with a mean of ∼ 300, 000 pixels and a standard deviation of ∼ 100, 000 pixels.

The aforementioned study was a forced choice pairwise comparison study [20, 21] and consisted of human raters who were presented with two images derived from the same refer- ence, compressed to different degrees, and were asked to se- lect which image has the better perceptual quality. The rater was asked to select an image at random when unsure.

This resulted in 7,808 pairwise comparisons were gener- ated and each was rated by 32 individual participants. Pairs were chosen by compressing the reference image to two ran- dom quality factors in [10,100]. 13,868 compressed images were generated from the 6,667 reference images, 2 for each image in the train set and 4 for each image in the test set.

PERCEPTUAL QUALITY METRIC FOR COMPRESSED IMAGES

As shown in Figure 3, we propose a full-reference CNN model architecture that leverages a partial weight matrix pre- trained on ImageNet [22]. The base CNN corresponds to the first N layers from one of, EfficientNet-b0 [23] (73 layers), EfficientNet-b7 (157 layers), DenseNet [24] (121 layers),

ResNet50-v2 [25] (32 or 44 layers) or VGG16 (7 layers). Both images are

ISSN 3030-3907

fed through a base CNN model to extract features separately up to some some hidden layer l. Both features are then fed through a 1 × 1 convolution filter with 2 features maps to reduce the dimensional of the original features, namely the bottleneck. Next, we concatenate these

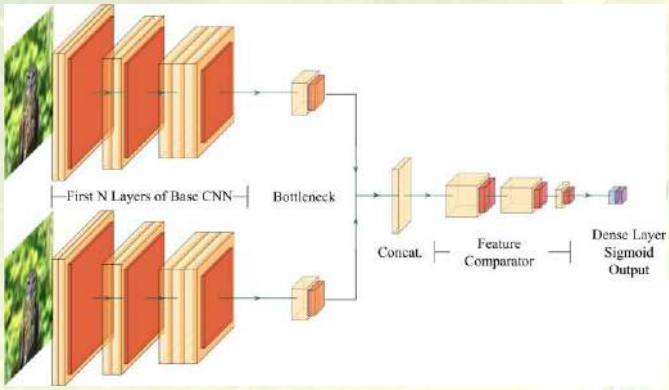


Fig. 3. Architecture used for our proposed deep learning model to predict perceptual IQA preference. The output cor- responds to the proportion of raters prefer JPEG2

Features, and feed it into the feature comparator, a two layer 1x1 convolutional layer with 256 hidden feature maps and a 1 feature map output. Finally, we apply a global average pooling, an affine transform, and a sigmoid activation, which represents our final prediction. The output is a number be- tween 0 and 1 corresponding to the predicted preference of the second JPEG. A value of 0.5 corresponds to an indis- tinguishable change in perceptual quality between the two images, and a prediction approaching 0 or 1 corresponds to the respective image being of higher quality.

The neural network based models this architecture de- scribed above are trained on our CIQA labels and then evalu- ated on FG-IQA and LIVE-Wild datasets. Then the current best methods used pervasively including PSNR, MS-SSIM and Q2StepQA are used on the same evaluation set of the three datasets.

Implementations of PSNR, MS-SSIM and NIQE differ slightly with their implementations in their respective papers as we used the readily available TensorFlow implementation where available. This table includes Q2StepQA which is equal to MS-SSIM multiplied with the negative inverse of NIQE [10].

EXPERIMENTAL RESULTS

The proposed CNN architecture was trained on the new aug- mented CIQA dataset using multiple base models and subse- quently evaluated on FG-IQA and LIVE-Wild to test gener- alizability in the wild. The results of the CNN model com- parison are presented in Table 3. *N* layers of the base CNN

ISSN 3030-3907

Table 2.

Pearson correlation coefficient of popular and best performing baseline models on Major compression IQA datasets. Ours corresponds to the neural network model trained on CIQA and evaluated on all three datasets.

Models	LIVE-WILD	FG-IQA	CIQA
PSNR	0.51	-0.29	-0.35
MS-SSIM	0.76	0.81	0.44
Q2StepQA	**0.79**	0.53	0.41
LPIPS	0.70	0.55	0.81
Ours	0.76	**0.89**	**0.91**

Table 3.

Pearson correlation coefficient results from various base CNN models

Base CNN	Train correlation	Test correlation
EfficientNet-b7	0.95	0.92
EfficientNet-b0	0.90	0.88
DenseNet121	0.85	0.85
ResNet50-v2	0.87	0.82
VGG16	0.88	0.87

Model were integrated into our architecture. EfficientNet was the best performing CNN by a considerable margin, and the EfficientNet-b0's first 73 layers was chosen due to its perfor- mance and lesser complexity when compared to EfficientNet- b7's first 159 layers, also tested.

The two most important criteria for a compression IQA metric are high correlation with human labels (Accurate) and consistent results across a diverse set of unseen examples (Re- liable). For this purpose we use the Pearson Correlation Coef- ficient. The baseline models show high variability in correla- tion between datasets and, in some cases, low correlation with labels. Both these qualities indicate a poor real correlation with human perception and a real opportunity for improve- ment. Table 2 shows the correlation of our proposed model using the

ISSN 3030-3907

efficientnet-b0 backbone, trained on CIQA and sub- sequently evaluated on both CIQA, FG-IQA, and LIVE-Wild compared with the other baseline models tested.

Our proposed model outperforms SOTA for the FG-IQA and our CIQA datasets while remaining competitive when evaluated on the LIVE-Wild dataset achieving similar to MS- SSIM and Q2stepQA.

The LIVE-Wild dataset used single stimulus scores and the correlation is computed from the difference in the mean opinion scores (DMOS) for the images in the pairwise com- parisons giving the labels a different meaning and uses more noticeably compressed images. The model as well as FGIQA and CIQA have labels that represent which is the higher qual- ity image and the degree to which the distinction is clear. The LIVE-Wild labels use a ranking system such that even if the degradation in one image is clear and there is a clear ”higher quality image” the magnitude of of the DMOS score depends on more than the two images being compared. The CIQAmtrained model rates the noticeably distorted images all very low and rates the minimally distorted images in a more linear fashion, which explains the lower correlation with the datasets labels, which is linear across the whole set.

The use of this neural network approach increases the time cost per pixel, but there remains a high potential for op- timization. The following inference time is reported for our TensorFlow implementation on an Intel(R) Xeon(R) CPU at 2.30GHz. PSNR: 0.0144 ms/kpixel, LPIPS: 0.215 ms/kpixel, SSIM 0.763 ms/kpixel and our model: 0.675 ms/kpixel.

Our model’s input image size of 400 × 400 was produced using random cropping with the possibility for zero padding along dimensions smaller than 400 pixels which is standard in network based image processing. Training was conducted for 15 epochs of 150 steps each with a batch size of 64 and at a learning rate of 0.001. L_2 regularization, weight decay, and dropout were not successful in increasing generalizability and were not used.

DISCUSSION

In this work we compare with LPIPS, a SOTA perceptual dis- tance metric, and we evaluate it as a perceptual quality metric, which may not be its intended use. However, the variability seen between datasets is noteworthy. This model is based on human perception and its variance across three datasets sup- ports the need for more training data.

The proposed model performs at or above SOTA for the three evaluated datasets. The performance of the model trained on the new CIQA data fulfils the two requirements maximizing correlation with perceptual preference and re- ducing variance across unseen data.

ISSN 3030-3907

Our proposed model is not necessarily a compression ar- tifact detection algorithm and dataset. The model performs well but not at SOTA when detecting compression artifacts that are difficult for humans to detect. This fact may be a ben- efit rather than a limitation. Figure 1 shows in its first example how a large Q value difference can result in an indistinguish- able perceptual result (∼ 0.5) even though the two images differ greatly in file size. This may lead to the potential to use our model as a loss function for the degree of compression or to measure the rate/distortion trade-off.

CONCLUSION

The new CIQA dataset is the largest available dataset cur- rently available, opening the possibility for further improve- ments in deep learning applications to compression IQA. This new augmented database performs significantly better than the current standards when training deep neural networks, leading to less substantial over-fitting and greater generaliza- tion. Using this data we were able to train a deep model that outperformed SOTA models across 3 datasets.

REFERENCES

1. Muzhir Al-Ani and Fouad Awad, "The jpeg image com- pression algorithm," *Int. Journal of Advances in En- gineering And Technology*, vol. 6, pp. 1055–1062, 05 2013.

2. Xiyang Luo, H. Talebi, Feng Yang, Michael Elad, and P. Milanfar, "The rate-distortion-accuracy tradeoff: Jpeg case study," *DCC*, 2020.

3. Nikolay Ponomarenko, Lina Jin, Oleg Ieremeiev, Vladimir Lukin, Karen Egiazarian, Jaakko Astola, Benoit Vozel, Kacem Chehdi, Marco Carli, Federica Battisti, et al., "Image database tid2013: Peculiarities, results and perspectives," *Sig. Proces.: Image Comm.*, vol. 30, pp. 57–77, 2015.

4. Zhou Wang, Alan C Bovik, Hamid R Sheikh, and Eero P Simoncelli, "Image quality assessment: from error visi- bility to structural similarity," *IEEE TIP*, vol. 13, no. 4, pp. 600–612, 2004.

5. Zhou Wang, Eero P Simoncelli, and Alan C Bovik, "Multiscale structural similarity for image quality as- sessment," in *ACSSC*. IEEE, 2003, vol. 2, pp. 1398– 1402.

6. Jim Nilsson and Tomas Akenine-Mo¨ller, "Understand- ing ssim," *arXiv preprint arXiv:2006.13846*, 2020.

7. Richard Zhang, Phillip Isola, Alexei A Efros, Eli Shechtman, and Oliver Wang, "The unreasonable ef- fectiveness of deep features as a perceptual metric," in *CVPR*, 2018, pp. 586–595.

8. Hossein Talebi and Peyman Milanfar, "Nima: Neural image assessment," *IEEE TIP*, vol. 27, no. 8, pp. 3998– 4011, 2018.

ISSN 3030-3907

9. "Usage statistics of jpeg for websites," https://w3techs.com/technologies/details/im-jpeg, Accessed: 2021-01-25.
10. L. Cormack H.R. Sheikh, Z.Wang and A.C. Bovik, "Live image quality assessment database release 2," 2006, Accessed: 2020-07-25.
11. X. Zhang, W. Lin, S. Wang, J. Liu, S. Ma, and W. Gao, "Fine-grained quality assessment for compressed im- ages," *IEEE TIP*, vol. 28, no. 3, pp. 1163–1175, 2019.
12. N Krishnaraj, Mohamed Elhoseny, M Thenmozhi, Mah- moud M Selim, and K Shankar, "Deep learning model for real-time image compression in internet of underwa- ter things (iout)," *J. of Real-Time Image Proc.*, vol. 17, no. 6, pp. 2097–2111, 2020.
13. J. Uthayakumar, M. Elhoseny, and K. Shankar, "Highly reliable and low-complexity image compression scheme using neighborhood correlation sequence algorithm in wsn," *IEEE Trans. on Reliability*, vol. 69, no. 4, pp. 1398–1423, 2020.
14. Siu-Wai Wu and Allen Gersho, "Rate-constrained picture-adaptive quantization for jpeg baseline coders," in *ICASSP*. IEEE, 1993, vol. 5, pp. 389–392.
15. Ties van Rozendaal, Guillaume Sautiere, and Taco S. Cohen, "Lossy compression with distortion constrained optimization," in *CVPR*, June 2020.
16. Li-Heng Chen, Christos G Bampis, Zhi Li, Andrey Norkin, and Alan C Bovik, "Perceptually opti- mizing deep image compression," *arXiv preprint arXiv:2007.02711*, 2020.
17. Naila Murray, Luca Marchesotti, and Florent Perronnin, "Ava: A large-scale database for aesthetic visual analy- sis," in *CVPR*. IEEE, 2012, pp. 2408–2415.
18. Vlad Hosu, Hanhe Lin, Tamas Sziranyi, and Dietmar Saupe, "Koniq-10k: An ecologically valid database for deep learning of blind image quality assessment," *IEEE TIP*, vol. 29, pp. 4041–4056, 2020.
19. Chen Kang, Giuseppe Valenzise, and Fre´de´ric Du- faux, "Predicting subjectivity in image aesthetics as- sessment," in *MMSP*. IEEE, 2019, pp. 1–6.
20. Hossein Talebi, Ehsan Amid, Peyman Milanfar, and Manfred K Warmuth, "Rank-smoothed pairwise learn- ing in perceptual quality assessment," in *ICIP*. IEEE, 2020, pp. 3413–3417.
21. Rafal Mantiuk, Anna Tomaszewska, and Radoslaw Mantiuk, "Comparison of four subjective methods for image quality assessment," *Comp. Graph. Forum*, vol. 31, 11 2012.
22. Jia Deng, Wei Dong, Richard Socher, Li-Jia Li, Kai Li, and Li Fei-Fei, "Imagenet: A large-scale hierarchical image database," in *CVPR*. IEEE, 2009, pp. 248–255.

ISSN 3030-3907

23. Mingxing Tan and Quoc Le, "Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks," in *ICML*. PMLR, 2019, pp. 6105–6114.
24. Gao Huang, Zhuang Liu, Laurens Van Der Maaten, and Kilian Q Weinberger, "Densely connected convolutional networks," in *CVPR*, 2017, pp. 4700–4708.
25. Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, and Jian Sun, "Identity mappings in deep residual networks," in *ECCV*. Springer, 2016, pp. 630–645.

ISSN 3030-3907