

ResearchBib Impact Factor: 10.77 / 2025
SJIF-2023: 3.825, 2024: 5.333



TECHNICAL SCIENCE **RESEARCH** IN UZBEKISTAN

Research Science and
Innovation House

OUR INDEXING



ADVANCED SCIENCE INDEX



ISSN: 2992-

<http://universalpublishings.com>

ResearchBib Impact Factor: 10.77/ 2025
SJIF-2023: 3.825, 2024: 5.333



TECHNICAL SCIENCE **RESEARCH** IN UZBEKISTAN



Research Science and
Innovation House

VOLUME 4 **ISSUE 08**

SEPTEMBER 30, 2026

editor@universalpublishings.com

<http://universalpublishings.com>

«TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN» ilmiy-uslubiy
jurnali: 30.09.2026-yil.

Ushbu to'plamda **«TECHNICAL SCIENCE RESEARCH IN UZBEKISTAN»** ilmiy-uslubiy jurnali 2026-yil 4-soni 8-qismiga qabul qilingan maqolalar nashr etilgan.

Jurnal tarkibidagi barcha maqolalarga **DOI** unikal raqami biriktirilib, **Directory of Research Journals Indexing, Researchbib, Index Copernicus, Zenodo, Open Aire, Google Scholar** xalqaro ilmiy bazalarida indekslandi.

OAK tomonidan dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan jurnallar ro'yxatidagi milliy jurnallarda chiqarilgan maqolalar sifatida rasman tan olinadi.

Asos: O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiyasi komissiyasining dissertatsiyalar asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlar ro'yxati 3-sahifasi. – Toshkent: 2019. – 160 b.

Jurnal materiallaridan professor-o'qituvchilar, mustaqil izlanuvchilar, doktorantlar, magistrantlar, talabalar, litsey-kollejlar va maktab o'qituvchilari, ilmiy xodimlar hamda barcha ilm-fanga qiziquvchilar foydalanishlari mumkin.

Eslatma! Jurnal materiallari to'plamiga kiritilgan ilmiy maqolalardagi raqamlar, hisobotlar, ma'lumotlar haqqoniyligiga va keltirilgan iqtiboslar to'g'riligiga mualliflar shaxsan javobgardirlar.



**“RESEARCH SCIENCE AND
INNOVATION HOUSE” MCHJ**



TAHRIRIYAT

Bosh muharrir, Eshkarayev Sadridin Choriyevich – Termiz iqtisodiyot va servis universiteti tibbiyot va tabiiy fanlar kafedrası mudiri, kimyo fanlari falsafa doktori, dotsent Termiz, O‘zbekiston.

Mas’ul kotib: Boboyorov Sardor Uchqun o‘g‘li Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali magistranti

Nashrga tayyorlovchi: Eshqorayev Samariddin Sadriddin o‘g‘li Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti magistranti

TAHRIR KENGASHI A’ZOLARI

Bosh muharrir, Eshkarayev Sadridin Choriyevich – Termiz iqtisodiyot va servis universiteti tibbiyot va tabiiy fanlar kafedrası mudiri, kimyo fanlari falsafa doktori, dotsent Termiz, O‘zbekiston.

Filologiya fanlari muharriri Roumyana Pancheva, Janubiy Kaliforniya universiteti

Texnika fanlari muharriri, Eshqarayev Ulug‘bek Choriyevich – Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti “Boshlang‘ich ta’lim metodikasi” kafedrası dotsenti, texnika fanlari nomzodi, Denov, O‘zbekiston.

Falsafiy fan muharriri Floris Rulofsen, Amsterdam universiteti

Texnika fanlari muharriri Babamuratov Bekzod Ergashevich – Termiz iqtisodiyot va servis universiteti Tibbiyot fakulteti dekani , texnika fanlari falsafa doktori, dotsent Termiz, O‘zbekiston.

Filologiya fanlari muharriri Maribel Romero, Konstanz universiteti

Kimyo fanlari muharriri Mirabbos Xo‘jamberdiyev Ikromovich – Berlin Technische Universität dotsenti, kimyo fanlari doktori, Berlin, Germaniya

Filologiya fanlari muharriri Yael Sharvit, Kaliforniya universiteti, Los-Anjeles

Kimyo fanlari muharriri, Eshqurbonov Furqat Bozorovich – Termiz muhandislik-texnologiya instituti, kimyo fanlari doktori, professor Termiz, O‘zbekiston.

Filologiya fanlari muharriri Benjamin Spector, National de la Recherche Scientifique markazi

Iqtisod fanlari muharriri, Otamurodov Shavkat Tillayevich – Termiz iqtisodiyot va servis universiteti prorektori, iqtisod fanlari doktori, Termiz, O‘zbekiston.

Filologiya fanlari muharriri Yasutada Sudo, London Universitet kolleji

Ijtimoiy va gumanitar fanlar muharriri, Xudoyberdiyev Xursand Xudoyberdiyevich – Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, ijtimoiy va gumanitar fanlar doktori, Termiz, O‘zbekiston.

Filologiya fanlari muharriri Zoltan Gendler Szabo, Yel universiteti

Tibbiyot fanlari muharriri Otamurodov Furqat Abdukarimovich, Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali direktori, tibbiyot fanlari doktori, Termiz, O‘zbekiston

Falsafa va tilshunoslik muharriri Aleksis Uellvud, Janubiy Kaliforniya universiteti

Biologiya fanlari muharriri Nurova Zamira Annakulovna Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali., biologiya fanlari doktori, dots., Termiz, O‘zbekiston.

Tibbiyot fanlari muharriri Turabayeva Zarina Kenjabekovna Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali, tibbiyot falsafa fanlari doktori, Termiz, O‘zbekiston.

Falsafa fanlari muharriri Eryigitova Lobar Qodirovna Termiz muhandislik-texnologiya instituti, falsafa fanlari doktori, Termiz, O‘zbekiston.

Filologiya fanlari muharriri Jurayeva Ramziya Abdurahimovna Qo‘qon davlat pedagogika instituti. Qo‘qon, O‘zbekiston filologiya fanlari doktori (PhD), katta o‘qituvchi.

Fizika-matematika-fanlari muharriri Bobamuratov Ulug‘bek Erkinovich Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, falsafa fanlari doktori, fizika-matematika-fanlari, Termiz, O‘zbekiston.

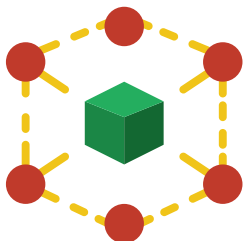
Tibbiyot fanlari muharriri Axmedov Kamoliddin Xakimovich Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali 1-son davolash fakulteti dekani, tibbiyot fanlari nomzodi, dotsent

Tibbiyot fanlari muharriri Vohidov Alisher Shavkatovich Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali Umumiy xirurgiya, bolalar xirurgiyasi va bolalar urologiyasi kafedrası mudiri Tibbiyot fanlari doktori, professor

Gumanitar fanlar muharriri Rahmonov Abduqahhor Abdusattorovich Ma‘naviy-ma‘rifiy ishlar va yoshlar bilan ishlash bo‘yicha direktor o‘rinbosari, falsafa fanlari doktori (PhD)

Texnika fanlari muharriri Hasan Soyibnazarovich Beknazarov Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti yetakchi ilmiy xodimi, texnika fanlari doktori, professor.

Texnika fanlari muharriri Hamroqul. A.Ravshanov Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti Milliy tadqiqot universiteti Irrigatsiya va agrotexnologiyalar instituti direktorining ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha o‘rinbosari, texnika fanlari doktori.



SUG'ORILADIGAN MAYDONLARDA TUPROQ NAMLIGINING FAZOVIIY O'ZGARUVCHANLIGINI HISOBGA OLUVCHI ROBOTOTEXNIK VA MEXATRONIK VOSITALAR ASOSIDAGI AVTOMATLASHTIRILGAN INTELLEKTUAL SUG'ORISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Assistent: Xoliqov Shavkat Avazovich

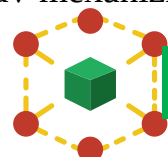
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti

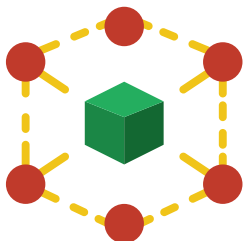
Annotatsiya. Ushbu maqolada sug'oriladigan maydonlarda tuproq namligining fazoviy o'zgaruvchanligini hisobga oluvchi robototexnik va mexatronik vositalar asosidagi avtomatlashtirilgan intellektual sug'orish tizimini ishlab chiqish masalasi tadqiq etiladi. Sug'oriladigan maydonlarda tuproq namligi, tuproqning fizik xususiyatlari, relyef, meteorologik sharoit va ekinning rivojlanish bosqichlari hudud bo'yicha bir xil bo'lmaganligi sababli butun maydonni yagona sug'orish rejimi asosida boshqarish suv resurslaridan foydalanish samaradorligini pasaytirishi mumkin. Shu sababli tadqiqotda maydonni tuproq namligi va boshqa agroekologik ko'rsatkichlarning fazoviy o'zgaruvchanligi asosida boshqaruv zonalariga ajratish masalasi ko'rib chiqiladi.

Taklif etilayotgan tizim tuproq namligi sensorlari, T-Weather agrometeorologik monitoring vositalari, GIS va masofadan zondlash ma'lumotlari, ET₀ hisoblash moduli, Arduino yoki PLC kontrolleri, suv nasosi, elektromagnit klapanlar, oqim sensorlari hamda raqamli monitoring platformasini yagona boshqaruv tizimiga birlashtiradi. Tizim tomonidan yig'ilgan ma'lumotlar asosida har bir boshqaruv zonasining joriy namlik holati va ekinning suvga bo'lgan ehtiyoji baholanadi hamda sug'orishning optimal vaqti, davomiyligi va suv miqdorini aniqlash algoritmi shakllantiriladi va hosildorlik ko'rsatkichlari, suv sarfi bo'yicha taqqoslanadi.

Tadqiqot metodikasida dastlabki zich namuna olish, GIS asosida fazoviy xaritalash, statistik va geostatistik tahlil, boshqaruv zonalarini shakllantirish hamda sensorlarni reprezentativ nuqtalarga joylashtirish bosqichlari nazarda tutiladi. Sug'orish qarorini shakllantirishda tuproq namligi, ET₀, Kc, harorat, nisbiy namlik, shamol, yog'ingarchilik va ekinning rivojlanish bosqichi kabi parametrlarni birgalikda hisobga olish taklif etiladi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi maydonning fazoviy heterojenligini sug'orish boshqaruvining asosiy parametrlaridan biri sifatida qo'llash, turli manbalardan olinadigan ma'lumotlarni yagona boshqaruv algoritmiga integratsiya qilish va shakllangan sug'orish qarorini robototexnik-mexatronik ijro qurilmalari orqali avtomatik amalga oshirishdan iborat. Sug'orishdan keyingi qayta monitoring asosida boshqaruv parametrlarini korreksiya qiluvchi yopiq konturli adaptiv boshqaruv mexanizmi





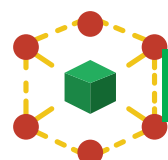
ham taklif etiladi. Mazkur yondashuv suv va energiya resurslaridan samarali foydalanish, tuproq namligini optimal diapazonda ushlab turish hamda sug'orish jarayonining avtomatlashtirish darajasini oshirish uchun istiqbolli texnologik yechim sifatida baholanadi va sug'orish samaradorligini oshirish imkoniyatini ko'rsatishini kutiladi.

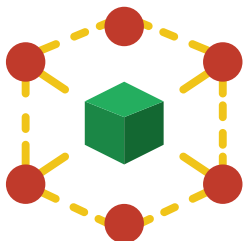
Kalit so'zlar: intellektual sug'orish, robototexnika, mexatronika, tuproq namligi, fazoviy o'zgaruvchanlik, T-Weather, ETo, GIS, IoT, avtomatik boshqaruv, aqlli sensor, suv tejamkorligi, aniq dehqonchilik.

Аннотация. В статье исследуется вопрос разработки автоматизированной интеллектуальной системы орошения на основе робототехнических и мехатронных средств с учетом пространственной изменчивости влажности почвы на орошаемых землях. Поскольку влажность почвы, ее физические свойства, рельеф, метеорологические условия и стадии развития сельскохозяйственных культур пространственно неоднородны, управление всей площадью по единому режиму орошения может снижать эффективность использования водных ресурсов. В связи с этим в исследовании рассматривается задача разделения орошаемой площади на зоны управления на основе пространственной изменчивости влажности почвы и других агроэкологических показателей.

Предлагаемая система объединяет в единую систему управления датчики влажности почвы, средства агрометеорологического мониторинга T-Weather, данные ГИС и дистанционного зондирования, модуль расчета эталонной эвапотранспирации (ETo), контроллер Arduino или PLC, водяной насос, электромагнитные клапаны, датчики расхода воды и цифровую платформу мониторинга. На основе получаемых данных оцениваются текущее состояние влажности каждой зоны управления и водопотребность сельскохозяйственной культуры, после чего формируется алгоритм определения оптимального времени, продолжительности и объема орошения. Эффективность предложенного подхода предполагается оценивать путем сравнительного анализа показателей урожайности и расхода воды.

Методика исследования предусматривает проведение предварительного плотного опробования, пространственного картирования на основе ГИС, статистического и геостатистического анализа, формирования зон управления, а также размещения датчиков в репрезентативных точках. При формировании решения об орошении предлагается комплексно учитывать такие параметры, как влажность почвы, ETo, коэффициент культуры (Kc), температура воздуха, относительная влажность, скорость ветра, количество осадков и стадия развития сельскохозяйственной культуры.



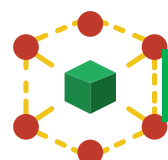


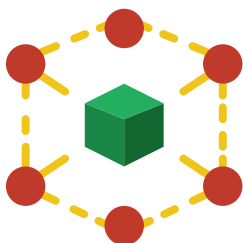
Научная новизна исследования заключается в использовании пространственной неоднородности орошаемой площади в качестве одного из основных параметров управления орошением, интеграции данных, получаемых из различных источников, в единый алгоритм управления, а также автоматической реализации сформированного решения об орошении посредством робототехнических и мехатронных исполнительных устройств. Кроме того, предлагается механизм адаптивного управления с замкнутым контуром, обеспечивающий корректировку параметров управления на основе повторного мониторинга состояния почвы после орошения. Данный подход рассматривается как перспективное технологическое решение для эффективного использования водных и энергетических ресурсов, поддержания влажности почвы в оптимальном диапазоне и повышения уровня автоматизации процесса орошения, а также предполагается, что он позволит повысить эффективность орошения.

Abstract. This article investigates the development of an automated intelligent irrigation system based on robotic and mechatronic technologies, taking into account the spatial variability of soil moisture in irrigated agricultural fields. Since soil moisture, soil physical properties, terrain characteristics, meteorological conditions, and crop growth stages are spatially heterogeneous, managing an entire field according to a uniform irrigation regime may reduce the efficiency of water resource utilization. Therefore, this study addresses the problem of dividing an irrigated field into management zones based on the spatial variability of soil moisture and other agroecological parameters.

The proposed system integrates soil moisture sensors, T-Weather agrometeorological monitoring devices, GIS and remote sensing data, an reference evapotranspiration (ET_0) calculation module, an Arduino or PLC controller, a water pump, solenoid valves, flow sensors, and a digital monitoring platform into a unified control system. Based on the collected data, the current soil moisture status and crop water requirements of each management zone are evaluated. Subsequently, an algorithm is developed to determine the optimal irrigation timing, duration, and water volume. The effectiveness of the proposed approach is expected to be evaluated through a comparative analysis of crop yield and water consumption indicators.

The research methodology includes preliminary intensive soil sampling, GIS-based spatial mapping, statistical and geostatistical analysis, delineation of management zones, and placement of sensors at representative locations. In making irrigation decisions, the proposed approach considers soil moisture, ET_0 , crop coefficient (K_c), air temperature, relative humidity, wind speed, precipitation, and crop growth stage as integrated parameters.





The scientific novelty of the study lies in considering field-scale spatial heterogeneity as one of the key parameters for irrigation management, integrating data from multiple sources into a unified decision-making algorithm, and automatically implementing irrigation decisions through robotic and mechatronic actuators. In addition, an adaptive closed-loop control mechanism is proposed to correct irrigation management parameters based on post-irrigation monitoring. This approach is considered a promising technological solution for efficient utilization of water and energy resources, maintaining soil moisture within an optimal range, and increasing the level of irrigation process automation. The proposed system is expected to improve irrigation efficiency while providing more precise and adaptive management of water resources in spatially heterogeneous agricultural fields.

Kirish Iqlim o'zgarishi, havo haroratining ortishi, qurg'oqchilik hodisalarining kuchayishi va qishloq xo'jaligida suvga bo'lgan talabning ortib borishi sug'orish suvlaridan samarali foydalanishni zamonaviy qishloq xo'jaligining muhim vazifalaridan biriga aylantirmoqda. Ayniqsa, issiq va qurg'oqchil hududlarda ekinlarning vegetatsiya davrida suvga bo'lgan ehtiyojining ortishi sug'orish jarayonini aniq monitoring qilish va ilmiy asoslangan boshqaruv qarorlarini qabul qilishni talab etadi.

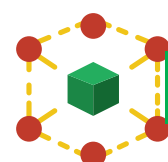
An'anaviy sug'orish tizimlarida suv berish vaqti ko'pincha oldindan belgilangan grafik, operator tajribasi yoki umumiy agrotexnik tavsiyalar asosida aniqlanadi. Bunday yondashuvda maydonning turli qismlaridagi tuproq namligi, tuproqning suv ushlab turish xususiyati, relyef, bug'lanish intensivligi va ekinning rivojlanish holatidagi farqlar to'liq hisobga olinmasligi mumkin. Sug'oriladigan maydonlarda tuproq namligining fazoviy o'zgaruvchanligi sug'orish qarorlarini individuallashtirish uchun muhim ko'rsatkich hisoblanadi. So'nggi xalqaro tadqiqotlarda tuproq namligi sensorlarini joylashtirish masalasining fazoviy o'zgaruvchanlik bilan bevosita bog'liqligi ko'rsatilgan. 2025-yilda chop etilgan tadqiqotlarda sensorlarning reprezentativ joylashuvini aniqlash uchun fazoviy tahlil va optimallashtirish usullaridan foydalanilgan.

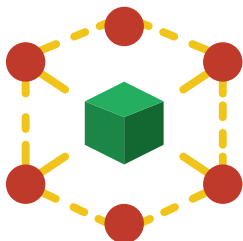
2026-yilgi tadqiqotlarda esa tuproq xususiyatlari, relyef va gidroiqlim ma'lumotlarini masofadan zondlash hamda mashinali o'qitish usullari bilan birlashtirish orqali boshqaruv zonalarini aniqlash va sensorlarning nomzod joylarini belgilash yondashuvi taklif qilingan.

Shu bilan birga, IoT texnologiyalari, tuproq namligi sensorlari va avtomatik klapanlarning rivojlanishi sug'orish jarayonini real vaqt rejimida boshqarish imkoniyatini kengaytirmoqda. Robototexnik va mexatronik vositalarning ushbu jarayonga integratsiya qilinishi esa ma'lumotlarni faqat monitoring qilish bilan cheklanmasdan, qabul qilingan qarorni fizik ijro mexanizmlari orqali avtomatik amalga oshirish imkonini beradi.

Shundan kelib chiqib, mazkur tadqiqotda **“o'lchash → tahlil qilish → qaror qabul qilish → avtomatik ijro → qayta o'lchash”** tamoyiliga asoslangan intellektual sug'orish tizimini ishlab chiqish taklif etiladi.

Tadqiqot maqsadi





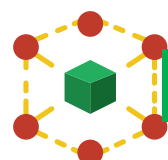
Tadqiqotning asosiy maqsadi sugʻoriladigan maydonlarda tuproq namligining fazoviy oʻzgaruvchanligini aniqlash va uning asosida boshqaruv zonalarini shakllantiruvchi, meteorologik va agroekologik maʼlumotlarni qayta ishlovchi hamda sugʻorish jarayonini robototexnik va mexatronik vositalar yordamida avtomatik boshqaruvchi intellektual tizimni ishlab chiqishdan iborat. Shu sababli issiq va qurgʻoqchil sharoitga moslashtirilgan, tuproq va meteorologik maʼlumotlarni uzluksiz tahlil qiluvchi hamda sugʻorish parametrlarini avtomatik optimallashtiruvchi intellektual tizimni ishlab chiqish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

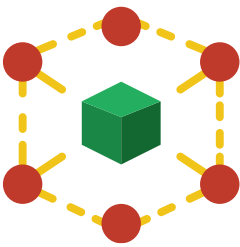
Tadqiqotning maqsadi va vazifalari. Ushbu maqsadga erishish uchun sugʻoriladigan maydonda tuproq namligining fazoviy oʻzgaruvchanligini aniqlash, tuproq namligi va boshqa agroekologik koʻrsatkichlar asosida boshqaruv zonalarini shakllantirish, tuproq namligi sensorlarining representativ joylashuvini belgilash, T-Weather agrometeorologik monitoring maʼlumotlarini sugʻorish tizimiga integratsiya qilish, ET_0 va K_c koʻrsatkichlari asosida ekinning suvga boʻlgan ehtiyojini baholash, sugʻorish qarorini shakllantiruvchi koʻp parametrlı algoritmi ishlab chiqish, Arduino yoki PLC kontrolleri, suv nasosi, elektromagnit klapanlar va oqim sensorlarini yagona mexatronik boshqaruv moduliga birlashtirish, sugʻorishdan keyingi qayta monitoring natijalari asosida boshqaruv parametrlarini korreksiya qiluvchi yopiq konturli adaptiv boshqaruv mexanizmini ishlab chiqish hamda taklif etilayotgan tizimning samaradorligini suv sarfi, energiya isteʼmoli, tuproq namligi barqarorligi va hosildorlik koʻrsatkichlari asosida baholash vazifalari belgilandi.

Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

1. Sugʻoriladigan maydonda tuproq namligining fazoviy oʻzgaruvchanligini aniqlash.
2. Tuproq namligi va boshqa agroekologik koʻrsatkichlar asosida boshqaruv zonalarini shakllantirish.
3. Tuproq namligi sensorlarining representativ joylashuvini aniqlash.
4. T-Weather agrometeorologik maʼlumotlarini sugʻorish tizimiga integratsiya qilish.
5. ET_0 va K_c asosida ekinning suvga boʻlgan ehtiyojini baholash.
6. Sugʻorish qarorini shakllantiruvchi koʻp parametrlı algoritmi ishlab chiqish.
7. Arduino/PLC, nasos, elektromagnit klapan va oqim sensorlarini yagona mexatronik boshqaruv moduliga birlashtirish.
8. Sugʻorishdan keyingi qayta monitoring asosida boshqaruv parametrlarini korreksiya qiluvchi yopiq konturli boshqaruvni ishlab chiqish.
9. Taklif etilayotgan tizimni suv sarfi, energiya isteʼmoli, tuproq namligi barqarorligi va hosildorlik koʻrsatkichlari boʻyicha baholash.

Tadqiqot metodologiyasi





Tadqiqotning metodologik asosi tuproq namligi, meteorologik ma'lumotlar, GIS, masofadan zondlash, evapotranspiratsiya hisoblari va avtomatik boshqaruv texnologiyalarini yagona tizimga integratsiya qilishga asoslanadi.

Tadqiqot quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

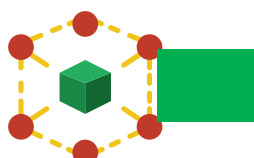
- maydon bo'yicha dastlabki tuproq namligi o'lchovlarini amalga oshirish.
- Tuproqning mexanik tarkibi, relyefi va boshqa fizik xususiyatlarini aniqlash.
- GIS va masofadan zondlash ma'lumotlari asosida fazoviy xaritalarni shakllantirish.
- statistik va geostatistik tahlil yordamida tuproq namligining fazoviy o'zgaruvchanligini baholash.
- maydonni boshqaruv zonalariga ajratish.
- har bir zona uchun reprezentativ monitoring nuqtalarini aniqlash.
- doimiy tuproq namligi sensorlarini o'rnatish.
- T-Weather va boshqa meteorologik ma'lumotlarni tizimga uzatish.
- ET_0 va K_c asosida suv talabini hisoblash.
- sug'orish qarorini avtomatik shakllantirish.
- mexatronik ijro mexanizmlari orqali suv berishni boshqarish.
- sug'orishdan keyingi tuproq namligini qayta o'lchash va keyingi qarorni korreksiya qilish.

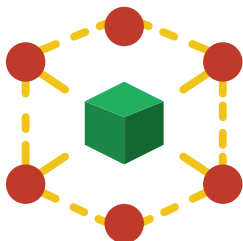
Taklif etilayotgan intellektual sug'orish tizimining umumiy strukturaviy tuzilishi 1-rasmda keltirilgan. Tizim tuproq namligi sensorlari, agrometeorologik monitoring vositalari, GIS va masofadan zondlash ma'lumotlari, ET_0 hisoblash moduli, Arduino/PLC kontrolleri hamda mexatronik ijro qurilmalarini yagona boshqaruv konturiga birlashtiradi.

1-rasm. Intellektual sug'orish tizimining umumiy strukturaviy sxemasi



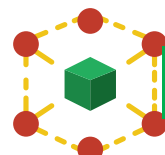
Tadqiqot metodologiyasi → umumiy izoh → 1-rasm → metodologik bosqichlar → 1-jadvalda

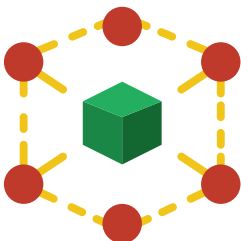




Intellectual sug'orish tizimining asosiy funksional elementlari

No	Tizim elementi	O'lchanadigan/boshqariladigan parametr	Asosiy vazifasi
1	Tuproq namligi sensori	Tuproq namligi, θ	Ildiz zonasidagi haqiqiy namlikni aniqlash
2	T-Weather	T, RH, P, W, yog'ingarchilik	Agrometeorologik holatni monitoring qilish
3	Sentinel-2/dron	NDVI va boshqa vegetatsion ko'rsatkichlar	Maydonning fazoviy holatini aniqlash
4	GIS moduli	Koordinata, relyef, zonalar	Boshqaruv zonalarini shakllantirish
5	ET _o hisoblash moduli	ET _o	Atmosferaning suvga bo'lgan talabini baholash
6	Arduino/PLC	Sensor va boshqaruv signallari	Ma'lumotlarni qayta ishlash va ijro
7	Elektromagnit klapan	Suv oqimi	Har bir zonani mustaqil boshqarish
8	Nasos agregati	Suv berish	Sug'orish suvini uzatish
9	Oqim sensori	Suv sarfi	Amaldagi suv miqdorini nazorat qilish





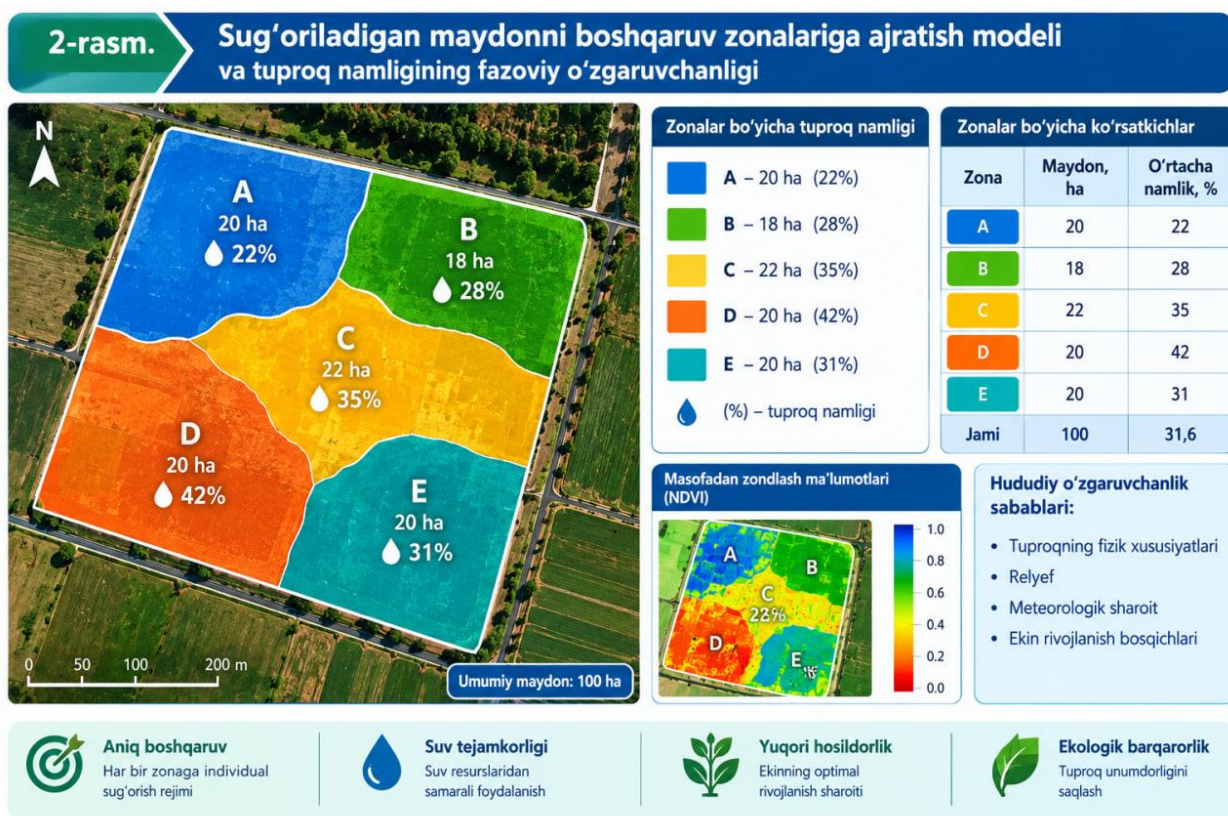
10	Raqamli platforma	Barcha ma'lumotlar	Monitoring, saqlash va masofadan boshqarish
----	-------------------	--------------------	---

Maydonni boshqaruv zonalariga ajratish

Tizimning muhim ilmiy komponenti maydonni bir xil boshqaruv obyekti sifatida emas, balki tuproq namligi va agroekologik xususiyatlariga ko'ra farqlanuvchi boshqaruv zonalar majmuasi sifatida qarashdan iborat.

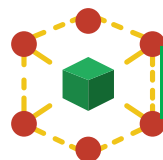
Boshqaruv zonalarini shakllantirishda tuproq namligi, tuproq mexanik tarkibi, relyef, NDVI, ekin rivojlanishi va meteorologik ko'rsatkichlardan foydalanish mumkin.

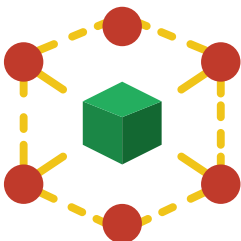
Tuproq namligi, meteorologik, masofadan zondlash va hisoblash ma'lumotlarining boshqaruv qaroriga aylanishi hamda mexatronik ijro qurilmalari orqali amalga oshirilishi 2-rasmda bosqichma-bosqich ko'rsatilgan.



2-jadval.

100 gektarlik maydon uchun namunaviy boshqaruv zonalar





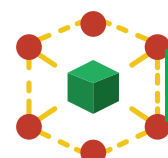
Zona	Maydon, ga	Tuproq namligi holati	ET ₀ holati	Namunaviy boshqaruv qarori
A	20	Past	Yuqori	Ustuvor sugʻorish
B	25	Chegaraviy	Oʻrtacha	Qisqa muddatli monitoring
C	15	Optimal	Oʻrtacha	Sugʻorishni kechiktirish
D	20	Past	Yuqori	Sugʻorish
E	20	Optimal	Past/oʻrtacha	Sugʻorishni amalga oshirmaslik
Jami	100	—	—	Zonal boshqaruv

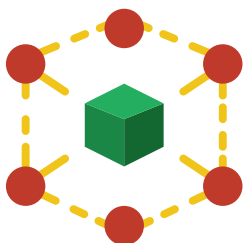
Sensornlarni joylashtirish metodikasi

Sensornlarni faqat maydon yuzasiga teng masofada joylashtirish tuproq namligining haqiqiy fazoviy oʻzgaruvchanligini yetarli darajada ifodalamasligi mumkin. Shu sababli sensornlarni joylashtirishdan oldin dastlabki zich namuna olish va fazoviy tahlilni amalga oshirish taklif etiladi.

2025-yilgi xalqaro tadqiqotlarda uchta mevali bogʻdagi 100 ta namuna nuqtasi asosida sensornlarning reprezentativ joylashuvi baholangan. Ayrim tadqiqot sharoitlarida beshta nuqta dala oʻrtacha namligini taxminan 2% RMSE bilan, oʻnta nuqta esa taxminan 1% RMSE bilan ifodalagan. Shu bilan birga, maydonning heterojenligi yuqori boʻlgan sharoitlarda sensornlar zichligini oshirish zarurligi qayd etilgan.

Boshqa tadqiqotlarda makkajoʻxori maydonlarida sensor joylashuvi fazoviy assotsiatsiya asosida optimallashtirilgan.





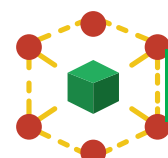
3-rasm. Sensorlar va mexatronika qurilmalarining dalada joylashish sxemasi

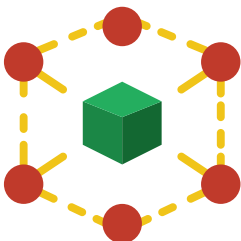


3-jadval.

Sensorlarni joylashtirishning taklif etilayotgan bosqichlari

Bosqich	Amal	Maqsad
1	Dastlabki zich namuna olish	Tuproq namligining fazoviy xaritasini tuzish
2	Tuproq va relyef ma'lumotlarini yig'ish	Fazoviy farqlarni aniqlash
3	GIS asosida xaritalash	Bir xil xususiyatli hududlarni ajratish
4	Statistik/geostatistik tahlil	Reprezentativ nuqtalarni aniqlash
5	Boshqaruv zonalarini shakllantirish	Zonal sug'orishni tashkil qilish
6	Doimiy sensorlarni o'rnatish	Real vaqt monitoringini yo'lga qo'yish





7	Qayta tekshirish	Sensornlarning representativligini baholash
---	------------------	---

Tadqiqotning dastlabki metodik bosqichida 100 gektarlik namunaviy maydon uchun 5 ta boshqaruv zonasi va har bir zonada kamida 2 ta monitoring nuqtasidan boshlash mumkin. Biroq yakuniy sensorlar soni dastlabki dala o'lchovlari va fazoviy statistik tahlil natijalariga ko'ra aniqlanadi.

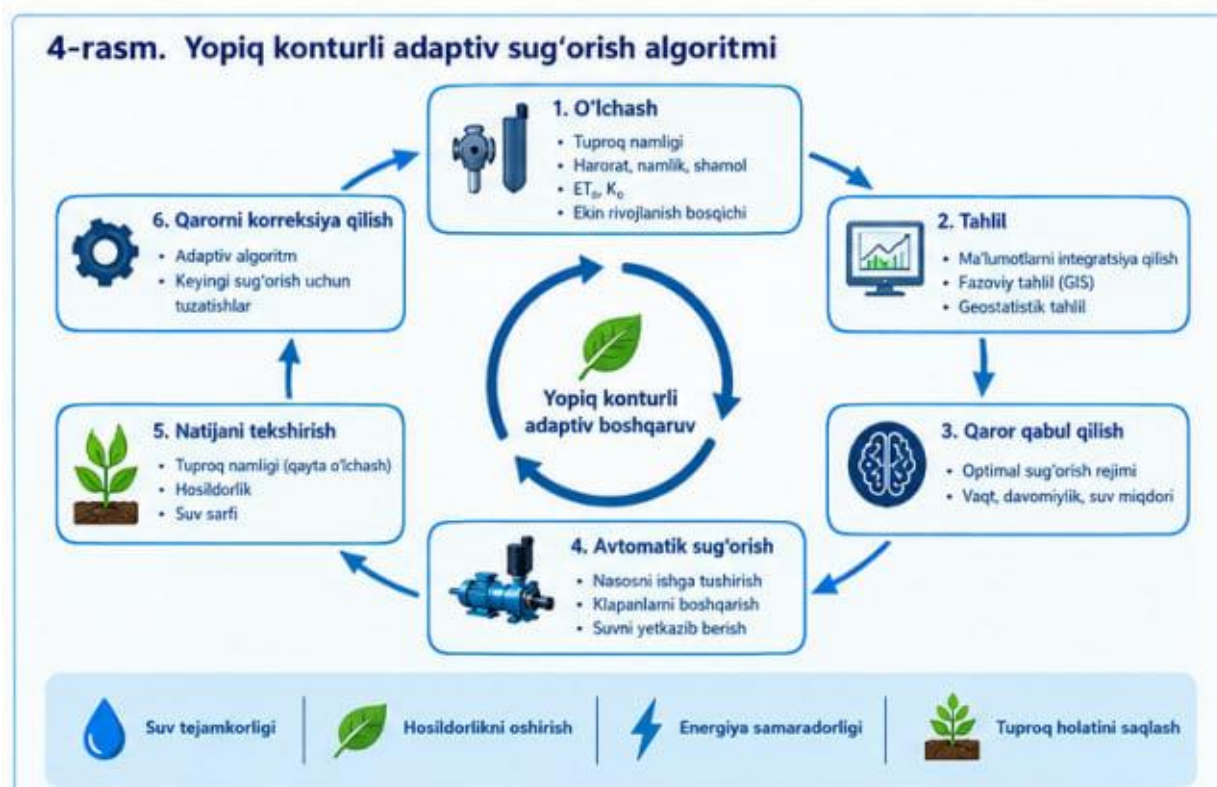
Robototexnik va mexatronik boshqaruv

Tizimning mexatronik qismi sensorlardan olingan ma'lumotlarni fizik harakatga aylantiradi. Bunda kontroller tomonidan ishlab chiqilgan boshqaruv signali rele yoki aktuator orqali elektromagnit klapaniga, zarur hollarda esa nasos agregatiga uzatiladi.

Tizimning umumiy texnologik ketma-ketligi quyidagicha:

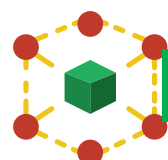
Tuproq sensori → Arduino/PLC → boshqaruv algoritmi → rele/aktuator → elektromagnit klapan → nasos → suv berish → oqim sensori → qayta monitoring

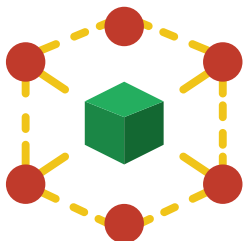
Robototexnik xususiyat esa ma'lumotlarni avtomatik tahlil qilish, qaror shakllantirish va fizik ijroni insonning doimiy aralashuvisiz amalga oshirish imkoniyati bilan ifodalanadi.



4-jadval.

Robototexnik-mexatronik modulning boshqaruv ketma-ketligi





Bosqich	Kiruvchi ma'lumot	Qabul qilinadigan qaror	Ijro mexanizmi
1	Tuproq namligi	Namlik yetarlimi?	Sensor
2	T-Weather	Atmosfera suv talabi qanday?	Meteorologik modul
3	ET ₀ va K _c	Ekinning suv talabi qancha?	Hisoblash algoritmi
4	Zona xaritasi	Qaysi zona sug'oriladi?	GIS/raqamli modul
5	Suv me'yori	Qancha suv beriladi?	Boshqaruv algoritmi
6	Sug'orish buyrug'i	Klapanni ochish/yopish	Elektromagnit aktuator
7	Oqim nazorati	Haqiqiy suv miqdori qancha?	Flow sensor
8	Qayta o'lchash	Keyingi qarorni tuzatish	Feedback

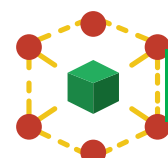
Sug'orish qarorini shakllantirish modeli

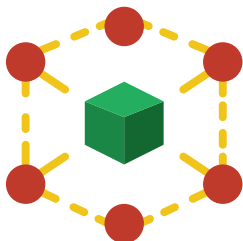
Sug'orish qarorini faqat bitta tuproq namligi chegarasiga bog'lash o'rniga ko'p parametrlil modeldan foydalanish taklif qilinadi:

$$I_i = f(\theta_i, ET_0, K_c, P, T, RH, W, S, Z_i)$$

Bu yerda:

- I_i — i-zonaga sug'orish qarori;
- θ_i — i-zonadagi tuproq namligi;
- ET_0 — referens evapotranspiratsiya;
- K_c — ekin koeffitsiyenti;
- P — yog'ingarchilik;
- T — havo harorati;
- RH — nisbiy namlik;





- **W** — shamol tezligi;
- **S** — o‘simlikning rivojlanish bosqichi;
- **Z_i** — i-zonaning fazoviy xususiyatlari.

Ekinning suvga bo‘lgan talabini baholashda FAO-56 metodikasi nazariy asos sifatida qabul qilinadi.

Umumiy holda ekin evapotranspiratsiyasi:

$$ET_c = K_c \times ET_0$$

munosabat orqali aniqlanishi mumkin.

Bunda sug‘orish qarori faqat ET_0 yoki faqat tuproq namligiga emas, balki ularning o‘zaro bog‘liqligiga asoslanadi.

9. Tajriba metodikasi

Taklif etilayotgan tizimning samaradorligini aniqlash uchun nazorat va tajriba variantlaridan foydalanish rejalashtiriladi.

Tajriba variantlari

V0 — an‘anaviy boshqaruv: sug‘orish oldindan belgilangan agrotexnik grafik asosida amalga oshiriladi.

V1 — sensorli boshqaruv: sug‘orish asosan tuproq namligi sensorlari ma‘lumotlari asosida boshqariladi.

V2 — ko‘p parametrlı boshqaruv: tuproq namligi + T-Weather + ET_0 ma‘lumotlari birgalikda ishlatiladi.

V3 — taklif etilayotgan intellektual tizim: tuproq namligi + T-Weather + ET_0 + GIS/zonalash + robototexnik-mexatronik avtomatik boshqaruv.

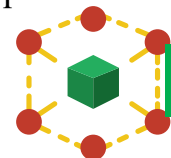
Tajriba davomida quyidagi ko‘rsatkichlar qayd etiladi:

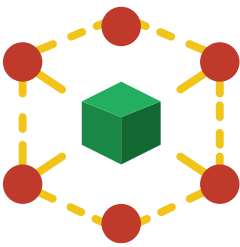
- umumiy sug‘orish suvi sarfi;
- sug‘orishlar soni;
- har bir zonadagi tuproq namligi;
- tuproq namligining variatsiya koeffitsiyenti;
- nasosning ishlash vaqti;
- elektr energiyasi sarfi;
- sug‘orish davomiyligi;
- ekinning hosildorligi;
- suvdan foydalanish samaradorligi;
- bir tonna hosil uchun sarflangan suv miqdori;
- tizimning avtomatik ishlash ulushi.

Kutilayotgan natijalar

Tadqiqotning tajriba bosqichida quyidagi ilmiy-amaliy natijalarga erishish kutiladi:

1. Sug‘oriladigan maydonning tuproq namligi bo‘yicha fazoviy xaritasi ishlab chiqiladi.





2. Tuproq namligi va agroekologik ko'rsatkichlarga asoslangan boshqaruv zonalarini aniqlanadi.
3. Har bir zona uchun reprezentativ sensor joylashuvi belgilanadi.
4. T-Weather va tuproq namligi ma'lumotlarini yagona boshqaruv algoritmidagi integratsiya qilish imkoniyati yaratiladi.
5. ET_0 va K_c asosida ekinning suvga bo'lgan ehtiyojini baholash mexanizmi ishlab chiqiladi.
6. Zonal sug'orish uchun robototexnik-mexatronika ijro moduli yaratiladi.
7. Sug'orishdan keyingi qayta monitoring asosida keyingi sug'orish qarorlarini avtomatik korreksiya qilish imkoniyati ta'minlanadi.
8. Suv va energiya sarfining an'anaviy boshqaruvga nisbatan o'zgarishi tajriba asosida aniqlanadi.
9. Tuproq namligini optimal diapazonda ushlab turish samaradorligi baholanadi.
10. Taklif etilayotgan tizimning iqtisodiy va texnologik samaradorligi aniqlanadi.

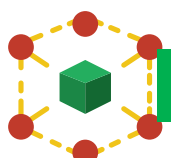
Ilmiy yangilik

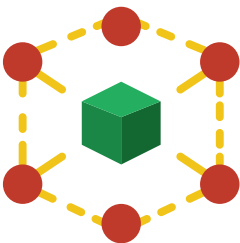
Tadqiqotning asosiy ilmiy yangiliklari quyidagilardan iborat:

1. Sug'oriladigan maydonning fazoviy heterojenligini sug'orish qarorini shakllantirishning asosiy parametrlaridan biri sifatida hisobga olish usuli taklif etiladi.
2. Tuproq namligi, T-Weather meteorologik ma'lumotlari, ET_0 , K_c , GIS va masofadan zondlash ma'lumotlarini yagona intellektual boshqaruv algoritmidagi integratsiya qilish yondashuvi ishlab chiqiladi.
3. Boshqaruv zonalarining haqiqiy namlik holatiga qarab sug'orish vaqtini va suv berish miqdorini individual belgilovchi adaptiv boshqaruv algoritmi taklif etiladi.
4. Shakllangan sug'orish qarorlarini elektromagnit klapan, nasos, aktuator va kontrollerlardan tashkil topgan mexatronika ijro moduli orqali avtomatik amalga oshirish mexanizmi ishlab chiqiladi.
5. Sug'orishdan keyingi tuproq namligi va suv sarfini qayta o'lchash asosida keyingi boshqaruv qarorlarini korreksiya qiluvchi yopiq konturli boshqaruv tamoyili taklif etiladi.
6. Sensorlar sonini faqat maydon yuzasiga nisbatan emas, balki tuproq namligining fazoviy o'zgaruvchanligi va boshqaruv zonalarining statistik xususiyatlari asosida aniqlash metodikasi shakllantiriladi.

Tizimning amaliy afzalliklari quyidagilardan iborat:

- sug'orish suvini zarur zonaga yo'naltirish;
- ortiqcha sug'orishning oldini olish;
- tuproq namligini monitoring qilish;
- sug'orish vaqtini avtomatik belgilash;
- suv sarfini real vaqt rejimida nazorat qilish;
- nasoslarning ortiqcha ishlash vaqtini kamaytirish;





- inson omiliga bog'liq xatolarni kamaytirish;
- masofadan monitoring va boshqarishni ta'minlash;
- suv va energiya resurslaridan foydalanish samaradorligini oshirish.

Xulosa

Sug'oriladigan maydonlarda tuproq namligining fazoviy o'zgaruvchanligini hisobga olish suv resurslaridan samarali foydalanish va ekinlarning suv bilan ta'minlanishini optimallashtirish uchun muhim ilmiy-amaliy yo'nalish hisoblanadi. Tadqiqotda maydonni yagona sug'orish obyekti sifatida emas, balki tuproq namligi, tuproq xususiyatlari, relyef va agroiqlim sharoitlariga ko'ra farqlanuvchi boshqaruv zonalari majmuasi sifatida qarash taklif qilindi.

Taklif etilayotgan intellektual sug'orish tizimi tuproq namligi sensorlari, T-Weather, GIS, masofadan zondlash, ETo hisoblash moduli, Arduino/PLC, nasos, elektromagnit klapanlar va oqim sensorlarini yagona boshqaruv tizimiga birlashtiradi.

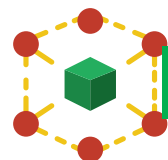
Tizimning asosiy ilmiy jihati — sug'orish qarorini faqat oldindan belgilangan vaqt yoki bitta sensor qiymatiga emas, balki tuproq–o'simlik–atmosfera tizimining real holatiga asoslangan holda shakllantirishdir. Bunda maydonning fazoviy o'zgaruvchanligi boshqaruv qarorining muhim parametri sifatida qabul qilinadi.

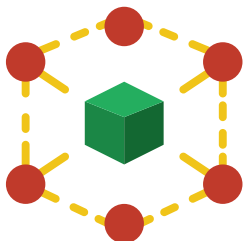
Robototexnik va mexatronik vositalarning integratsiyasi esa shakllangan qarorni avtomatik ravishda fizik ijroga aylantirish, ya'ni zarur zonadagi klapan va nasoslarni boshqarish imkonini beradi. Sug'orishdan keyingi qayta monitoring esa tizimga adaptiv xususiyat berib, keyingi qarorlarni real natijalarga ko'ra korreksiya qilish imkonini yaratadi.

Kelgusidagi dala tajribalarida taklif etilayotgan tizimning suv sarfi, energiya iste'moli, tuproq namligi barqarorligi, hosildorlik va suvdan foydalanish samaradorligiga ta'siri statistik jihatdan baholanadi. Shu asosda issiq va qurg'oqchil sharoitlarda qo'llash uchun tizimning optimal boshqaruv parametrlari aniqlanadi.

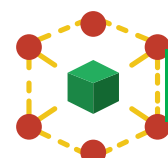
Foydalanilgan adabiyotlar

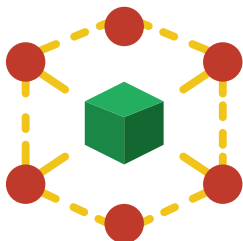
1. Abdullayev S.A., Namozov X.Q. **Tuproq melioratsiyasi va gidrologiyasi.** — Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. — 376 b.
2. Xamidov M.X., Suvanov B., Isabayev K. **Sug'orish melioratsiyasi.** — Toshkent, 2020. — 266 b.
3. Xamidov M.X., Begmatov I.A., Isayev S.X., Mamatov S.A. **Suv tejamkor sug'orish texnologiyalari.** — Toshkent: TIQXMMI, 2015. — 232 b.
4. Xamidov M.X., Shukurlayev X.I., Mamataliyev A.B. **Qishloq xo'jaligi gidrotexnika melioratsiyasi.** — Toshkent: Sharq, 2009. — 379 b.
5. Noraliyev N.X. **Qishloq xo'jaligida raqamli texnologiyalar.** — Toshkent: Fan zargari, 2025. — 140 b.



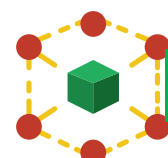


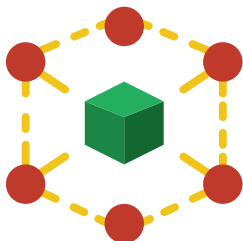
6. Tangriyev A.T. O'zbekiston qishloq xo'jaligida raqamli texnologiyalar: qishloq xo'jaligini raqamlashtirishning xorijiy tajribalarini O'zbekistonda joriy qilish. — *Tadqiqotlar*, 2025.
7. **Optimizing soil-moisture sensor placement according to seasonal and site conditions for smart irrigation using satellite data and machine learning.** — *Smart Agricultural Technology*, 2026, Vol. 14, 102113. DOI: 10.1016/j.atech.2026.102113.
8. **Optimizing soil moisture sensor placement through spatial variability analysis in Orchards.** — *Smart Agricultural Technology*, 2025, Vol. 12, 101273. DOI: 10.1016/j.atech.2025.101273.
9. **Soil moisture sensor location-allocation using spatial association of surface moisture data.** — *Smart Agricultural Technology*, 2025, Vol. 11, 100929. DOI: 10.1016/j.atech.2025.100929.
10. **Optimizing soil water sensor placement and irrigation thresholds for winter wheat: A data-driven approach to efficient water management.** — *Agricultural Water Management*, 2025, Vol. 320, 109861.
11. **IoT-enabled solar-powered smart irrigation for precision agriculture.** — *Smart Agricultural Technology*, 2025, Vol. 10, 100773. DOI: 10.1016/j.atech.2025.100773.
12. **Smart agriculture using IoT for automated irrigation, water and energy efficiency.** — *Smart Agricultural Technology*, 2025, Vol. 12, 101081.
13. **IoT-enabled smart agriculture for improving water management: A smart irrigation control using embedded systems and Server-Sent Events.** — *Scientific African*, 2025, Vol. 27, e02527.
14. **Design and validation of a soil moisture-based wireless sensors network for the smart irrigation of a pear orchard.** — *Agricultural Water Management*, 2024, Vol. 305, 109138. DOI: 10.1016/j.agwat.2024.109138.
15. **A heterogeneous sensing system for soil moisture mapping in agricultural environments.** — *Computers and Electronics in Agriculture*, 2025, Vol. 239, 110932. DOI: 10.1016/j.compag.2025.110932.
16. **Variogram Assessment of Sub-Field Scale Soil Water Variability for Irrigation Management.** — *Water*, 2026, Vol. 18, No. 16, 1942. DOI: 10.3390/w18161942.
17. **AI-Augmented Smart Irrigation System Using IoT and Solar Power for Sustainable Water and Energy Management.** — *Energy Engineering*, 2025, Vol. 122, Issue 10, pp. 4261–4296. DOI: 10.32604/ee.2025.068422.
18. **Internet of Things-enabled smart irrigation systems for precision water management: A systematic review.** — *Agricultural Water Management*, 2026.





19. Allen R.G., Pereira L.S., Raes D., Smith M. **Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements.** FAO Irrigation and Drainage Paper 56. — Rome: FAO, 1998.
20. Ayaz M., Ammad-Uddin M., Sharif Z., Mansour A., Aggoune E.H.M. **Internet-of-Things (IoT)-based smart agriculture: Toward making the fields talk.** — *IEEE Access*, 2019, Vol. 7, pp. 129551–129583.
21. Ojha T., Misra S., Raghuwanshi N.S. **Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges.** — *Computers and Electronics in Agriculture*, 2015, Vol. 118, pp. 66–84.
22. Kim Y., Evans R.G., Iversen W.M. **Remote sensing and control of an irrigation system using a distributed wireless sensor network.** — *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 2008, Vol. 57, No. 7, pp. 1379–1387.
23. Liakos K.G., Busato P., Moshou D., Pearson S., Bochtis D. **Machine learning in agriculture: A review.** — *Sensors*, 2018, Vol. 18, No. 8, 2674.
24. Kamienski C., Soininen J., Taumberger M., et al. **Smart Water Management Platform: IoT-Based Precision Irrigation for Agriculture.** — *Sensors*, 2019, Vol. 19, No. 2, 276.
25. Fereres E., Soriano M.A. **Deficit irrigation for reducing agricultural water use.** — *Journal of Experimental Botany*, 2007, Vol. 58, No. 2, pp. 147–159.
26. Zhang C., Kovacs J.M. **The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: a review.** — *Precision Agriculture*, 2012, Vol. 13, pp. 693–712.





UDK: 547.944:547.826.1:542.91

KOLXAMINING 2-METIL-5-ETILPIRIDIN BILAN YANGI HOSILASINING SINTEZI

Eshdavlatova Muxlisa Alim qizi

Bandixon tumani 28-maktab kimyo fani o'qituvchisi

muhlisaeshdavlatova@gmail.com

Eshdavlatov Erkin Alim o'g'li

Termiz davlat universiteti tayanch doktoranti

eshdavlatoverkinjon18@gmail.com

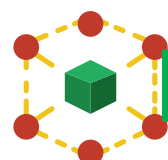
Eshdavlatov Begzod Ismoil o'g'li

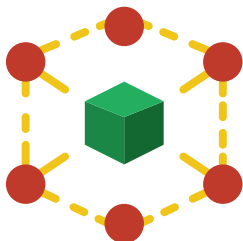
eshdavlatovbekzod15@gmail.com

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti akademik litseyi kimyo fani o'qituvchisi

ANNOTATSIYA

Maqolada kolxamin (demekolsin, demecolcine) asosida 2-metil-5-etilpiridin fragmentini tutuvchi yangi N-substitutsiyalangan hosilani olishning ilmiy asoslangan sintez strategiyasi taklif etildi. Adabiyotlar tahlili kolxaminning $C_{21}H_{25}NO_5$ formulali ikkilamchi amin ekanini, 2-metil-5-etilpiridin esa $C_8H_{11}N$ formulali alkilpiridin ekanini ko'rsatadi. Mazkur ikki asosning to'g'ridan-to'g'ri aralashishi barqaror kovalent hosila berishi uchun yetarli reaktivlikka ega emas; shu sababli 2-metil-5-etilpiridinining metil guruhini avval 5-etil-2-(xlorometil)piridin ko'rinishiga funksionallashtirish, keyin esa kolxaminning ikkilamchi amin markazida N-alkillash taklif qilindi. Hisoblangan maqsadli mahsulot formulasi $C_{29}H_{34}N_2O_5$, o'rtacha molyar massasi 490,60 g/mol va hisoblangan $[M+H]^+$ qiymati m/z 491,2540 ni tashkil etadi. Reaksiya uchun nazariy atom iqtisodiyoti 93,1% ni tashkil qiladi. Natijalar bo'limida eksperimental bo'lmagan, nazariy-hisoblangan va adabiyotlardan olingan ko'rsatkichlar aniq ajratib berilgan; shu sababli maqoladagi yangi birikma tuzilishi HRMS, FTIR, $^1H/^{13}C$ NMR va 2D NMR bilan laboratoriyada tasdiqlanishi lozim. Mahalliy manbalarda kolxamin va aminokolxaminning yangi hosilalarini Mannix tipidagi kondensatsiyalar hamda N-modifikatsiya orqali olish mumkinligi ko'rsatilgan bo'lib, ushbu ish kolxamin kimyosida piridin fragmentini kiritish uchun yangi yo'nalishni asoslaydi.





Kalit so‘zlar: kolxamin, demekolsin, demecolcine, 2-metil-5-etilpiridin, alkilpiridin, N-alkillash, kolxitsinoidlar, sintez, HRMS, NMR.

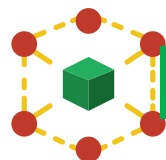
АННОТАЦИЯ

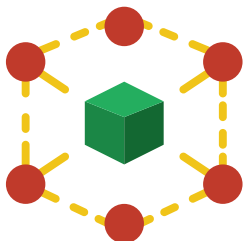
В статье предложена научно обоснованная стратегия синтеза нового N-замещенного производного колхамина (демеколцина), содержащего фрагмент 2-метил-5-этилпиридина. Анализ литературы показывает, что колхамин является вторичным амином состава $C_{21}H_{25}NO_5$, а 2-метил-5-этилпиридин — алкилпиридином состава $C_8H_{11}N$. Прямое смешение двух оснований не обеспечивает достаточной реакционной способности для образования устойчивой ковалентной связи. Поэтому предложен двухстадийный подход: функционализация метильной группы 2-метил-5-этилпиридина с получением 5-этил-2-(хлорметил)пиридина, а затем N-алкилирование вторичного аминного центра колхамина. Для предполагаемого продукта рассчитана формула $C_{29}H_{34}N_2O_5$, молярная масса 490,60 г/моль и расчетный сигнал $[M+H]^+$ m/z 491,2540. Теоретическая атомная экономичность стадии N-алкилирования составляет 93,1%. Все спектральные характеристики нового соединения в работе обозначены как ожидаемые и требуют экспериментального подтверждения методами HRMS, FTIR, $^1H/^{13}C$ NMR и 2D NMR.

Ключевые слова: колхамин, демеколцин, 2-метил-5-этилпиридин, алкилпиридин, N-алкилирование, колхициноиды, синтез, HRMS, ЯМР.

ABSTRACT

This article proposes a chemically justified strategy for synthesizing a new N-substituted colchamine (demecolcine) derivative bearing a 2-methyl-5-ethylpyridine-derived fragment. Literature data identify demecolcine as a secondary amine with the molecular formula $C_{21}H_{25}NO_5$, whereas 2-methyl-5-ethylpyridine is an alkylpyridine with the formula $C_8H_{11}N$. Direct mixing of the two basic compounds is not expected to provide sufficient reactivity for formation of a stable covalent derivative. Therefore, a two-step approach is proposed: activation of the benzylic methyl group of 2-methyl-5-ethylpyridine to form 5-ethyl-2-(chloromethyl)pyridine, followed by N-alkylation of the secondary amine center of demecolcine. The proposed target structure has the calculated formula $C_{29}H_{34}N_2O_5$, average molecular weight 490.60 g/mol, calculated exact mass 490.2468 Da, and calculated $[M+H]^+$ at m/z 491.2540. The theoretical atom economy of the key N-alkylation step is 93.1%. The Results section clearly distinguishes literature-derived data and theoretical calculations from experimentally measured results. Consequently, the identity of the proposed new compound must be confirmed experimentally by HRMS, FTIR, $^1H/^{13}C$ NMR, and, where necessary, 2D NMR. Uzbek research on colchamine chemistry demonstrates the feasibility of N-functionalization and





synthesis of new colchamine derivatives, providing a relevant scientific basis for introducing a pyridine-containing substituent.

Keywords: colchamine, demecolcine, 2-methyl-5-ethylpyridine, alkylpyridine, N-alkylation, colchicinoids, synthesis, HRMS, NMR.

KIRISH

Kolxamin — demekolsin (demecolcine, colcemid) nomlari bilan ham ma'lum bo'lgan kolxitsinoid alkaloid bo'lib, kolxitsinning N-atsetil guruhini N-metil guruhiga almashtirilgan hosilasi sifatida tavsiflanadi. Molekulada ikkilamchi metilamino guruhining mavjudligi uning N-funksionallashtirish reaksiyalariga kirishishini kimyoviy jihatdan mumkin qiladi. PubChem ma'lumotiga ko'ra, kolxaminning molekulyar formulasi $C_{21}H_{25}NO_5$ va molyar massasi 371,4 g/mol.

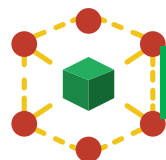
Kolxitsinoid skeleti biologik faol tabiiy birikmalar kimyosida muhim o'rin tutadi. Kolxitsin va demekolsin mikronaychalar dinamikasiga ta'sir qiluvchi moddalar qatoriga kiradi, shu sababli ularning strukturaviy modifikatsiyasi fizik-kimyoviy va farmakologik xususiyatlarni boshqarish uchun keng o'rganiladi. Adabiyotlarda demekolsinning N-formillanishi, O-demetillanishi, tiokolxitsin analoglari va boshqa hosilalari tasvirlangan.

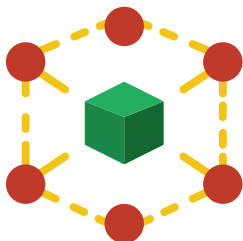
2-Metil-5-etilpiridin (5-ethyl-2-methylpyridine, aldehyde collidine) sanoat va farmatsevtik organik sintezda muhim piridin hosilasidir. Uning molekulyar formulasi $C_8H_{11}N$ bo'lib, paraldehyd yoki atsetaldegid-ammiak sistemalaridan olinishi mumkin. 2017 va 2021-yillardagi Reaction Chemistry & Engineering ishlarida uning sintezi va kinetik modeli batafsil o'rganilgan.

2-Metil-5-etilpiridinining piridin azoti ham, 2-holatdagi metil guruhi ham sintetik modifikatsiya uchun imkoniyat yaratadi. Ayniqsa, 2-metil guruhini xlorometil yoki bromometil guruhiga aylantirish piridilmetil elektrofilini hosil qiladi va bunday oraliq mahsulot ikkilamchi aminlarni N-alkillash uchun ancha mos reaktiv hisoblanadi.

Mahalliy ilmiy ishlar kolxamin hosilalari kimyosining O'zbekistonda shakllangan ilmiy yo'nalish ekanini ko'rsatadi. OAK ma'lumotlarida Colchicum kesselringii o'simligidan kolxamin ajratish, kolxamin va aminokolxaminning uchbog' tutgan yangi hosilalarini sintez qilish va ularning tuzilishini spektroskopik usullar bilan tasdiqlash bo'yicha natijalar qayd etilgan.

2025-yilda Aliqulov va Jumayev kolxaminning propeniletinilkarbinol bilan yangi hosilasini Mannix usulida olish haqida ma'lumot bergan. Reaksiya 80–100°C da 6–8 soat olib borilgan va mahsulot IQ hamda PMR usullari bilan tahlil qilingan. Ushbu mahalliy tajriba kolxaminning N-markazini maqsadli modifikatsiyalash imkoniyatini qo'llab-quvvatlaydi.

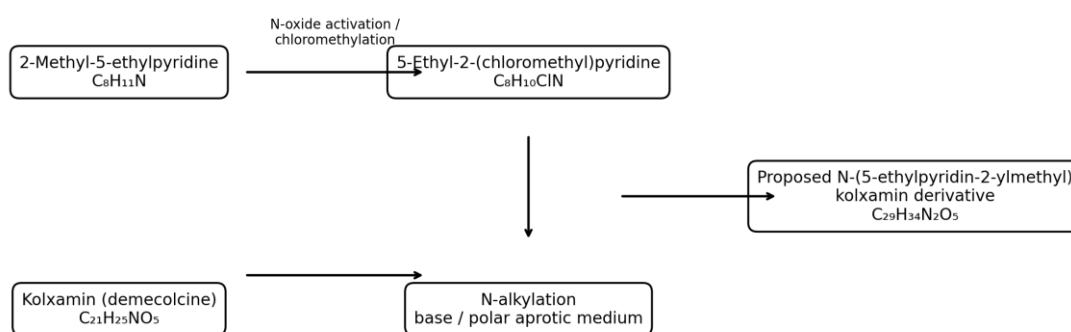




Shu bilan birga, ochiq adabiyotlarni tekshirishda kolxaminning aynan 2-metil-5-etilpiridin bilan bevosita kovalent hosilasi haqida ishonchli nashr topilmadi. Shu sababli mazkur maqola tayyor eksperimental natijani da'vo qilmaydi; u maqsadli hosila uchun sintetik gipoteza, hisoblangan strukturaviy ko'rsatkichlar va laboratoriya validatsiyasi rejasini IMRAD formatida taqdim etadi.

Tadqiqotning maqsadi 2-metil-5-etilpiridindan elektrofil piridilmetil oraliq mahsulot olish va undan kolxaminning N-alkillangan yangi hosilasini sintez qilish uchun kimyoviy asoslangan marshrutni ishlab chiqish, maqsadli birikmaning nazariy molekulyar parametrlarini hisoblash hamda strukturani tasdiqlash uchun analitik mezonlarni belgilashdan iborat.

Proposed two-stage route to the new kolxamin-pyridine derivative



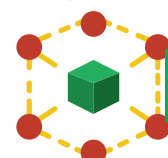
1-rasm. Kolxamin va 2-metil-5-etilpiridin asosida taklif etilgan ikki bosqichli sintetik marshrut.

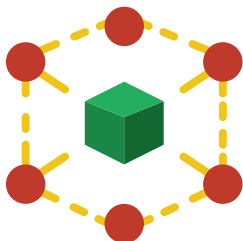
METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Ushbu ish metodologik-sintetik maqola bo'lib, adabiyotlar tahlili, stexiometrik hisoblar va maqsadli strukturani analitik tasdiqlash rejasiga asoslanadi. Ochiq manbalarda aynan maqsadli birikmaning tajribaviy sintezi topilmagani sababli ushbu maqolada eksperimental chiqim, erish harorati yoki real spektral piklar uydirib keltirilmagan.

Birinchi bosqichda 2-metil-5-etilpiridin metil guruhining xlorometillanishi ko'zda tutiladi. Adabiyotlarda 5-etil-2-metilpiridin N-oksididan fosforilxlorid bilan 5-etil-2-(xlorometil)piridin olish usuli keltirilgan; boshqa adabiy manbalarda methylpyridine N-oxide/tosyl chloride yo'li bilan bunday xlorometilpiridinlar taxminan 70% chiqimda olinishi ko'rsatilgan.

Ikkinchi bosqichda kolxaminning ikkilamchi amino guruhi va 5-etil-2-(xlorometil)piridin o'rtasida N-alkillanish taklif etiladi. Kimyoviy jihatdan bu SN2 tipidagi jarayon bo'lib, kolxamin azotining nukleofilligi va pyridylmethyl xloridning benzilga o'xshash faolligi bilan asoslanadi. Amaliy sinovda





poliar aprotik erituvchi, yumshoq anorganik yoki organik asos va mo'tadil haroratdan boshlash maqsadga muvofiq.

Maqsadli mahsulotning strukturaviy formulasi N-(5-etilpiridin-2-ilmetil)kolxamin sifatida modellashirildi. N-alkillanishda kolxamin $C_{21}H_{25}NO_5$ dan bir N-H vodorod yo'qotadi va $C_8H_{10}N$ fragmentini biriktiradi; natijada $C_{29}H_{34}N_2O_5$ formulali mahsulot olinishi kutiladi.

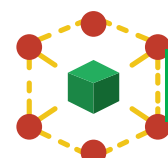
Hisoblangan o'rtacha molyar massa 490,60 g/mol, monoisotop massa 490,2468 Da va protonlangan molekula $[M+H]^+$ uchun nazariy m/z 491,2540 ni tashkil etdi. Ushbu qiymatlar HRMS tahlili uchun birlamchi tasdiqlovchi mezon hisoblanadi.

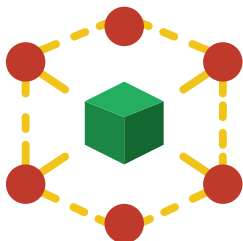
Nazariy atom iqtisodiyoti faqat kolxamin + 5-etil-2-(xlorometil)piridin $\rightarrow$ maqsadli mahsulot + HCl tenglamasi uchun hisoblandi va 93,1% chiqdi. Bu ko'rsatkich real laboratoriya chiqimi emas; u reaksiyaga kiruvchi asosiy reagentlarning atomlari mahsulotda qanchalik saqlanishini ifodalaydi.

Strukturani tasdiqlash uchun bosqichli analitik paket taklif etildi: TLC/HPLC bilan reaksiya monitoringi; HRMS bilan molekulyar ion; FTIR bilan tropolon karbonili va piridin halqasi; ^1H va ^{13}C NMR bilan N-CH₃, N-CH₂-pyridyl, etil va aromatik signallar; zaruratda HSQC/HMBC bilan ulanishlar tasdig'i.

Bosqich	Kimyoviy vazifa	Taklif etilgan yondashuv	Asosiy nazorat mezoni
1	2-metil-5-etilpiridinni faollashtirish	N-oksid orqali 5-etil-2-(xlorometil)piridin olish	GC/LC, ^1H NMR, MS
2	Kolxamin N-alkillanishi	Kolxamin + pyridylmethyl chloride; yumshoq asos; poliar aprotik erituvchi	TLC/HPLC: kolxamin kamayishi va yangi pik
3	Ajratish va tozalash	Ekstraksiya + kolonka yoki preparativ HPLC	Bir asosiy chromatographic komponent
4	Strukturani tasdiqlash	HRMS, FTIR, $^1H/^{13}C$ NMR, zaruratda HSQC/HMBC	m/z va spektral ulanishlarning modelga mosligi

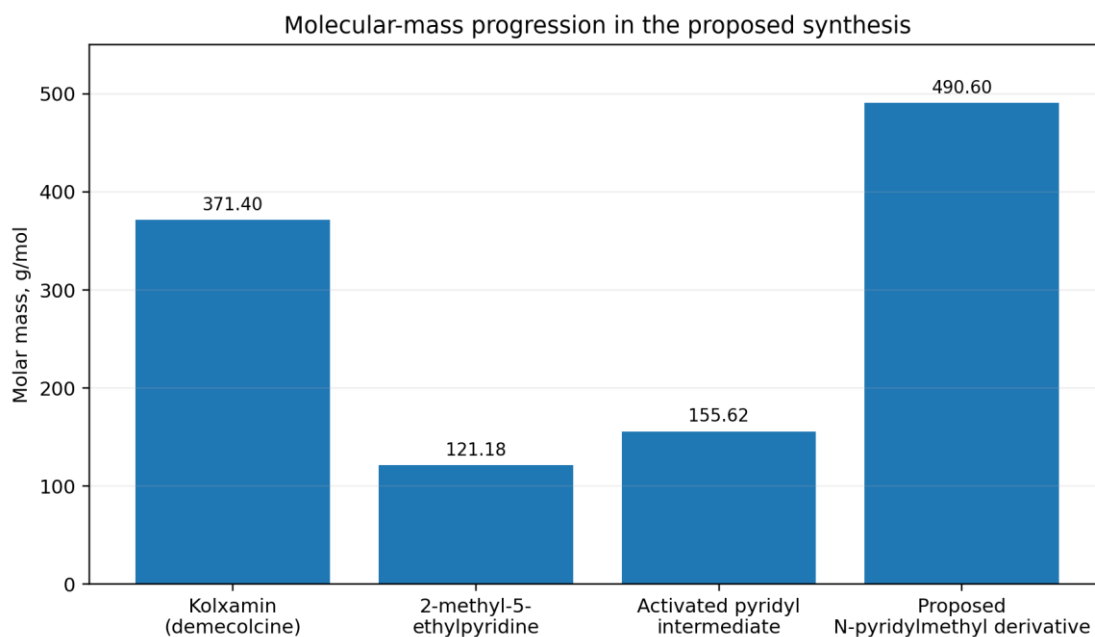
1-jadval. Taklif etilgan sintez va analitik nazorat bosqichlari.





NATIJALAR

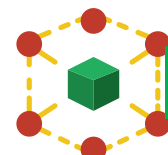
Adabiyot va stexiometrik tahlil 2-metil-5-etilpiridinni kolxamin bilan to'g'ridan-to'g'ri kondensatsiyalashdan ko'ra, pyridylmethyl elektrofily orqali N-alkillash kimyoviy jihatdan asosliroq ekanini ko'rsatdi. Kolxamin ikkilamchi amin, 2-metil-5-etilpiridin esa asosiy piridin bo'lgani uchun oddiy aralashtirish yangi kovalent bog' hosil qilish uchun yetarli harakatlantiruvchi kuch bermaydi.

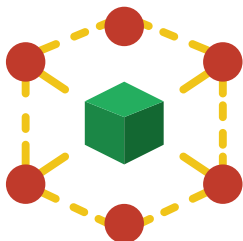


2-rasm. Boshlang'ich moddalar va taklif etilgan maqsadli mahsulotning molyar massalari.

Birikma	Formula / molyar massa	Asosiy kimyoviy va analitik xususiyat
Kolxamin (demecolcine)	$C_{21}H_{25}NO_5$; 371,4 g/mol	Ikkilamchi amin; $[M+H]^+ \approx 372,18$
2-Metil-5-etilpiridin	$C_8H_{11}N$; 121,18 g/mol	Piridin N va 2-holatdagi benzylic CH_3
5-Etil-2-(xlorometil)piridin	$C_8H_{10}ClN$; 155,62 g/mol	CH_2Cl elektrofily; $[M+H]^+ \approx 156$
Taklif etilgan mahsulot	$C_{29}H_{34}N_2O_5$; 490,60 g/mol	Uchlamchi amin + piridin N; $[M+H]^+ = 491,2540$ (hisoblangan)

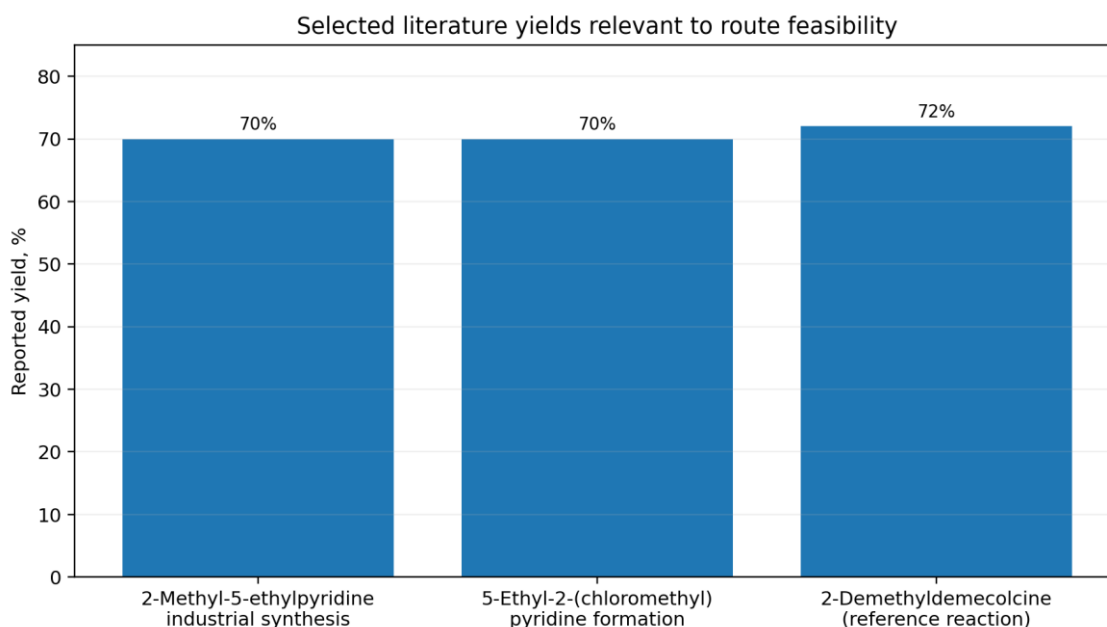
2-jadval. Sintez marshrutidagi asosiy birikmalarning molekulyar va kimyoviy ko'rsatkichlari.





Maqsadli N-substitutsiyalangan mahsulotning molyar massasi kolxaminga nisbatan 32.1% ga yuqori bo'lishi kutiladi. Bu farq LC-MS/HRMS tahlilida kolxamin va mahsulotni ajratish uchun qulay diagnostik mezon beradi. Hisoblangan exact mass 490.2468 Da, $[M+H]^+$ esa 491.2540 m/z ga teng.

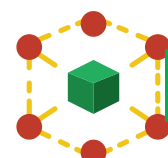
Literatura bo'yicha 2-metil-5-etilpiridinining sanoat usullarida taxminan 70% chiqim bilan olinishi qayd etilgan. 5-etil-2-(xlorometil)piridin hosil qilish uchun N-oksid/xlorlash yondashuviga oid manbalarda ham taxminan 70% chiqim ko'rsatilgan. Kolxaminoid kimyosida demekolsinning boshqa modifikatsiyasida 72% chiqim qayd etilgan. Bu uch ko'rsatkich maqsadli sintezning real chiqimini bashorat qilmaydi; ular alohida bosqichlarning sintetik amalga oshiriluvchanligini ko'rsatuvchi adabiy kontekst sifatida berildi.

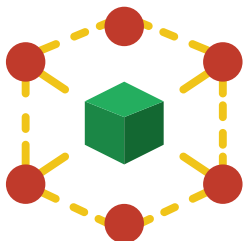


3-rasm. Sintez marshruti bilan bog'liq ayrim adabiy reaksiyalardagi chop etilgan chiqimlar.

Eslatma: bu qiymatlar maqsadli yangi hosilaning tajribaviy chiqimi emas.

Hisoblangan ko'rsatkich	Qiymat	Ilmiy talqin
Maqsadli formula	$C_{29}H_{34}N_2O_5$	Kolxamin N-H o'rniga $C_8H_{10}N$ pyridylmethyl fragment birikishi modeli





Hisoblangan ko'rsatkich	Qiymat	Ilmiy talqin
O'rtacha molyar massa	490,60 g/mol	LC-MS va preparativ hisoblar uchun
Monoisotop massa	490,2468 Da	HRMS identifikatsiya uchun
[M+H] ⁺	m/z 491,2540	Pozitiv ESI-HRMS uchun kutiladigan ion
Atom iqtisodiyoti	93,1%	Faqat asosiy N-alkillash stexiometriyasi uchun nazariy qiymat
Kolxaminga nisbatan massa ortishi	32.1%	Mahsulot va substratni MS orqali ajratish imkoniyati

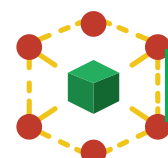
3-jadval. Taklif etilgan yangi hosilaning nazariy-hisoblangan ko'rsatkichlari.

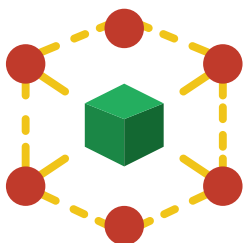
Spektral tasdiqlashda eng muhim diagnostik o'zgarish kolxamindagi N–H protonining yo'qolishi va N–CH₂–pyridyl guruhiga mos yangi metilen signalining paydo bo'lishi bo'ladi. Pyridin halqasining aromatik protonlari odatda past maydonda, etil guruhining CH₃ signali esa yuqori maydonda kutiladi. Ushbu qiymatlar faqat strukturaviy prognoz bo'lib, real kimyoviy siljishlar erituvchi, protonlanish darajasi va konformatsiyaga bog'liq.

Expected analytical markers for structural confirmation

HRMS	calculated [M+H] ⁺ = 491.2540
IR	expected pyridine C=N/C=C region ≈ 1580-1620 cm ⁻¹
IR	expected tropolone carbonyl region ≈ 1680-1740 cm ⁻¹
¹H NMR	expected pyridyl aromatic resonances ≈ δ 7.2-8.6 ppm
¹H NMR	expected ethyl CH ₃ triplet ≈ δ 1.1-1.4 ppm

4-rasm. Taklif etilgan mahsulotni tasdiqlash uchun kutiladigan analitik markerlar. Barcha spektral diapazonlar prognoz sifatida berilgan.

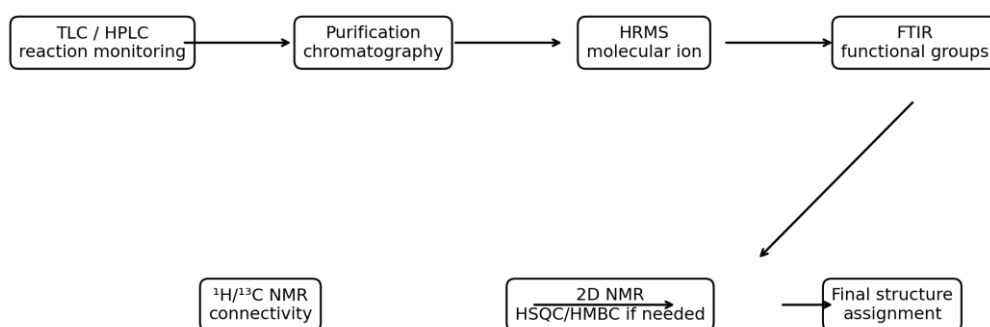




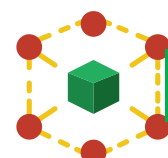
Usul	Kutiladigan tasdiqlovchi belgi	Natijani talqin qilish
HRMS	$[M+H]^+ = 491,2540$ ga yaqin yuqori aniqlikdagi ion	Molekulyar formula bilan moslik
FTIR	Tropolon C=O va piridin C=N/C=C diapazonlari	Asosiy funksional guruhlar saqlanganini ko'rsatadi
^1H NMR	N-CH ₂ -pyridyl yangi signal; pyridyl aromatik protonlar; etil CH ₃ /CH ₂	Yangi substituent mavjudligi
^{13}C NMR	Yangi pyridyl va N-CH ₂ uglerod signallari	Skeletning kengayishi
HSQC/HMBC	N-CH ₂ va piridin atomlari o'rtasidagi korrelyatsiyalar	Substituent ulanish joyini tasdiqlash
HPLC	Kolxaminga nisbatan yangi alohida pik	Tozalik va konversiyani baholash

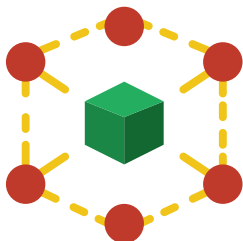
4-jadval. Strukturaviy identifikatsiya uchun taklif etilgan mezonlar.

Analytical verification plan for the proposed new derivative



5-rasm. Taklif etilgan yangi kolxamin hosilasini eksperimental verifikatsiya qilish algoritmi.





MUHOKAMA

Taklif etilgan marshrutning asosiy afzalligi kimyoviy funktsionallikni to'g'ri ajratishidadir. Kolxamin ikkilamchi amin sifatida yaxshi nukleofil markazga ega, 2-metil-5-etilpiridin esa dastlab elektrofil emas. Demak, maqsadli kovalent hosila olish uchun pyridin fragmentini elektrofil pyridylmethyl shakliga o'tkazish mantiqan zarur.

5-Etil-2-(xlorometil)piridin kabi oraliq mahsulotning mavjudligi patent va sintetik adabiyotlarda tasdiqlangan. Bu oraliqning benzilga o'xshash xlorometil markazi ikkilamchi aminlar bilan N-alkillanish uchun mos keladi. Shunday qilib, taklif etilgan ikkinchi bosqich organik sintezning standart nukleofil almashinish paradigmasiga mos.

Kolxamin skeletidagi tropolon va metoksi guruhlar reaksiya sharoit tanlashni ehtiyotkorlik bilan talab qiladi. Juda kuchli kislota, yuqori harorat yoki kuchli oksidlovchilar kolxaminoid skeletning O-demetillanishi, parchalanishi yoki boshqa yon jarayonlarini kuchaytirishi mumkin. Shu sababli N-alkillanish bosqichida yumshoq sharoitlardan boshlash maqsadga muvofiq.

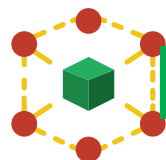
Yangi mahsulot molekulyar massasining sezilarli ortishi LC-MS orqali monitoringni osonlashtiradi. Kolxamin uchun $[M+H]^+$ taxminan 372,18 atrofida bo'lsa, maqsadli mahsulot uchun 491,2540 kutiladi. Taxminan 119 Da farq maqsadli konversiyani kuchli mass-spektrometrik ko'rsatkichidir.

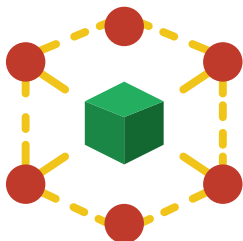
Shunga qaramay, faqat MS yangi strukturani isbotlash uchun yetarli emas. Masalan, bir xil molekulyar formulaga ega izomer yoki boshqa N/O-alkillangan mahsulotlar nazariy jihatdan paydo bo'lishi mumkin. Shuning uchun NMR, ayniqsa HMBC orqali N-CH₂-pyridyl ulanishini ko'rsatish kerak.

FTIR tahlili ikkilamchi amin N-H tasmasining kamayishi va yangi pyridin skeleti bilan bog'liq yutilishlarning paydo bo'lishini qo'llab-quvvatlovchi ma'lumot beradi, ammo yakka o'zi strukturaviy joylashuvni aniqlamaydi. FTIR HRMS va NMR bilan birgalikda ishlatilganda ishonchli paket hosil qiladi.

Mahalliy adabiyotlar kolxaminning propeniletinilkarbinol, aminokolxamin va boshqa substratlar bilan yangi hosilalarini olish mumkinligini ko'rsatgan. OAK materiallarida kolxamin va aminokolxaminning 14 ta uchbog' tutgan yangi hosilalari sintez qilingani ham qayd etilgan. Bu ilmiy maktab kolxamin N-markazining modifikatsiya qilishga yaroqliligini mustahkamlaydi.

Taklif etilgan mahsulotda qo'shimcha piridin azotining kiritilishi protonlanish xususiyatlari, suvda eruvchanlik, lipofilik va biologik bog'lanish profilini o'zgartirishi mumkin. Biroq bunday farmakologik afzalliklar hozircha gipoteza bo'lib, biologik faoliyat va toksiklik tajribasi bajarilmasdan "kam toksik" yoki "yuqori faol" deb xulosa qilish ilmiy jihatdan to'g'ri bo'lmaydi.





Keyingi eksperimental bosqichda reaksiyani kichik miqyosda optimallashtirish tavsiya etiladi. Mustaqil o'zgaruvchilar sifatida erituvchi, asos turi, temperatura, ekvivalentlar nisbati va vaqt; javob ko'rsatkichlari sifatida HPLC konversiyasi, selektivlik va ajratilgan mahsulot chiqimi olinishi mumkin. Uch yoki undan ortiq mustaqil tajriba bo'lganda o'rtacha qiymat, standart og'ish va dispersiya tahlili qo'llanadi.

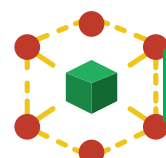
Ushbu maqolaning asosiy cheklovi eksperimental ma'lumotlarning yo'qligidir. Shu sababli natijalar "sintez qilindi" degan da'voni emas, "sintez qilish uchun kimyoviy asoslangan marshrut ishlab chiqildi" degan xulosani qo'llab-quvvatlaydi. Maqsadli mahsulot haqiqatan olingandan keyin maqola laboratoriya natijalari, haqiqiy spektrlar, chromatogrammalar, chiqim va statistik takroriylik bilan yangilanishi kerak.

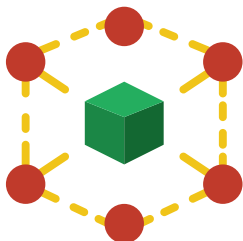
Optimallashtiriladigan omil	Boshlang'ich sinov diapazoni	Baholash mezon
Erituvchi	DMF, acetonitrile yoki boshqa poliar aprotik muhit	Konversiya va selektivlik
Asos	K ₂ CO ₃ , triethylamine yoki shunga yaqin yumshoq asos	Kolxamin degradatsiyasiz N-alkillanish
Temperatura	Xona harorati–mo'tadil qizdirish	Reaksiya tezligi / yon mahsulot
Elektrofil ekvivalenti	1,0–1,5 ekvivalent	Qoldiq kolxamin va over-alkylation
Reaksiya vaqti	TLC/HPLC monitoring asosida	Konversiya platosi
Takroriylik	Kamida n=3 optimal sharoitda	O'rtacha chiqim ± SD

5-jadval. Kelgusi laboratoriya optimallashtirishi uchun eksperimental dizayn.

XULOSA

Kolxaminning 2-metil-5-etilpiridin bilan yangi hosilasini olish uchun to'g'ridan-to'g'ri ikki asosni aralashtirishdan ko'ra, 2-metil-5-etilpiridinni avval 5-etil-2-(xlorometil)piridinga funkcionallashtirish va undan keyin kolxaminning N-alkillanishini amalga oshirish kimyoviy jihatdan asosli yo'l sifatida taklif etildi.





Maqsadli N-(5-etilpiridin-2-ilmetil)kolxamin hosilasining nazariy formulasi $C_{29}H_{34}N_2O_5$, o'rtacha molyar massasi 490,60 g/mol, monoisotop massasi 490,2468 Da va hisoblangan $[M+H]^+$ m/z 491,2540 ni tashkil etdi.

Asosiy N-alkillanish bosqichi uchun nazariy atom iqtisodiyoti 93,1% deb hisoblandi. Bu real laboratoriya chiqimi emas, balki stexiometrik samaradorlik ko'rsatkichidir.

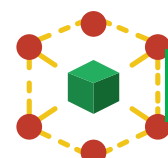
Adabiy manbalar 2-metil-5-etilpiridinning sintezi, uning chloromethyl hosilasiga aylantirilishi va kolxamin/demekolsin skeletining kimyoviy modifikatsiya qilinishi mumkinligini mustaqil ravishda tasdiqlaydi. Shu sababli taklif etilgan marshrut eksperimental tekshirish uchun yetarli sintetik asosga ega.

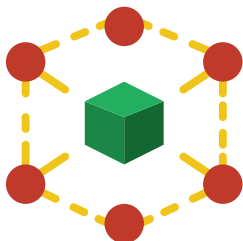
Maqsadli birikmaning olinganini da'vo qilish uchun HRMS, FTIR, $^1H/^{13}C$ NMR va imkon qadar HSQC/HMBC ma'lumotlari, HPLC tozaligi, ajratilgan mahsulot chiqimi va kamida uch takroriy tajribaning statistik natijalari talab etiladi.

Kelgusida real laboratoriya ma'lumotlari olingach, ushbu maqolani tajribaviy IMRAD ishiga aylantirish, haqiqiy spektrlarni, chromatogrammalarni, chiqim statistikasini hamda biologik faollik va toksiklik natijalarini qo'shish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. National Center for Biotechnology Information. (2026). PubChem Compound Summary for CID 220401, Demecolcine. PubChem.
2. Moioli, E., Schmid, L., Wasserscheid, P., & Freund, H. (2017). A new reaction route for the synthesis of 2-methyl-5-ethylpyridine. *Reaction Chemistry & Engineering*, 2, 754–762. <https://doi.org/10.1039/C7RE00100B>
3. Moioli, E., Schmid, L., Wasserscheid, P., & Freund, H. (2021). Kinetic modelling of reactions for the synthesis of 2-methyl-5-ethyl pyridine. *Reaction Chemistry & Engineering*, 6, 1254–1265. <https://doi.org/10.1039/D1RE00085C>
4. Chen, B., Liu, X., Hu, Y.-J., Zhang, D.-M., Deng, L., Lu, J., Min, L., Ye, W.-C., & Li, C.-C. (2017). Enantioselective total synthesis of (–)-colchicine, (+)-demecolcinone and metacolchicine: Determination of the absolute configurations of the latter two alkaloids. *Chemical Science*, 8, 4961–4966. <https://doi.org/10.1039/C7SC01341H>
5. Nett, R. S., et al. (2021). Discovery and engineering of colchicine alkaloid biosynthesis. *Nature*, 584/related open-access version.
6. Barker, A. C., Julian, D. R., Ramage, R., Woodhouse, R. N., Hardy, G., McDonald, E., & Battersby, A. R. (1998). Colchicine: Definition of intermediates between O-methylandrocybine





and colchicine and studies on speciosine. Journal of the Chemical Society, Perkin Transactions 1, 2989–2994. <https://doi.org/10.1039/A803851A>

7. Aliqulov, R. V., & Jumayev, K. A. (2025). Kolxaminning propeniletinkarbinol bilan yangi hosilasi sintezi. Журнал универсальных научных исследований, 3(5), 292–293. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.universal-scientific-research.114951>

8. Aliqulov, R. V., & Jumayev, K. A. (2025). Aminokolxaminning propeniletinilkarbinol bilan yangi hosilasi sintez. Журнал универсальных научных исследований, 3(5), 294–295. <https://doi.org/10.71337/inlibrary.uz.universal-scientific-research.114954>

9. Alikulov, R. V. (1993). Alkaloidy Colchicum kesselringii Rgl. i Merendera robusta Bge. Stroeniya novykh gomoproaporfinovykh i gomoaporfinovykh alkaloidov [Candidate dissertation]. Tashkent.

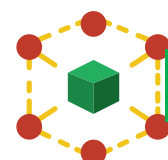
10. Yusupov, M. K., Alikulov, R. V., Chommadov, B. Ch., Nasirova, B., & Zakirov, S. (1991). Novye N-atsilnye proizvodnye kolkhamina. Materialy IV Vsesoyuznogo soveshchaniya po khimicheskim reaktivam. Baku.

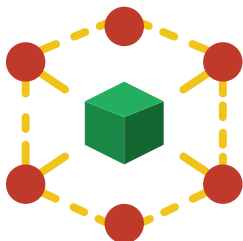
11. Alikulov, R. V., Alimnazarov, B. Kh., Nuraliev, G. T., & Geldiev, Yu. A. (2019). Structure of the new homoproaporphine alkaloid regecolquin. Universum: Chemistry and Biology, 2(56), 8–12.

12. Alikulov, R. V., Alimnazarov, B. Kh., Geldiev, Yu. A., & Ruzieva, B. Yu. (2018). Structure of a new homoproaporphine alkaloid 12-demethylutein. Universum: Chemistry and Biology, 3(45).

13. US Patent AU 200048070 B2. Example 68: 5-Ethyl-2-chloromethyl pyridine.

14. Frank, R. L., et al. (1949). Synthesis of alkylpyridines from acetaldehyde and ammonia. Journal of the American Chemical Society, 71, 2629–2635.





BEKATDAN TASHQARI TO‘XTASHLARNI KAMAYTIRISH ORQALI AVTOBUS YO‘NALISHINING TEXNIK VA IQTISODIY SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Xuramov Kamoliddin Bozor o‘g‘li

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, tadqiqotchi

xuramovkomol@gmail.com

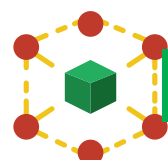
Annotatsiya. Maqolada Termiz shahridagi 15-sonli avtobus yo‘nalishida bekatdan tashqari to‘xtashlarni kamaytirishning texnik-ekspluatatsion, iqtisodiy va ijtimoiy natijalari baholangan. Geo Tracker orqali olingan dastlabki va tartibga solingan holat ko‘rsatkichlari qiyosiy tahlil qilingan. To‘xtash nuqtalari 34 tadan 14 tagacha kamayganda 11,4 kilometr masofadagi qatnov vaqti 42 daqiqa 21 soniyadan 36 daqiqa 28 soniyagacha qisqargani aniqlangan. Yakuniy hisoblarda bir tomonlama reyslar 16 tadan 20 tagacha, yillik yo‘lovchilar 902 185 nafardan 1 030 938 nafargacha va tashishdan daromad 7 416 176 064 so‘mdan 8 475 717 720 so‘mgacha oshishi ko‘rsatilgan. Hisoblarning ichki muvofiqligi tekshirilgan, matn va jadvaldagi zid qiymatlar ajratilgan. Bir reys kuzatuvini yillik natijaga yoyish, qo‘shimcha masofa xarajatini yetarli hisobga olmaslik va rasmiy bekatlarning hududiy qulayligini tekshirmaslik bilan bog‘liq cheklovlar ochib berilgan. GPS geozona, natijaviy rag‘bat, bekat auditi va bosqichli tajriba asosidagi joriy etish mexanizmi taklif qilingan.

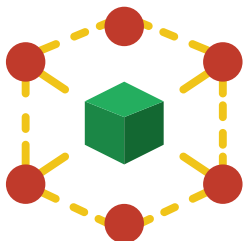
Kalit so‘zlar. avtobus yo‘nalishi, Geo Tracker, bekat intizomi, qatnov vaqti, ekspluatatsion tezlik, reys unumdorligi, daromad, rentabellik, Termiz shahri

KIRISH

Shahar avtobusining har bir asossiz to‘xtashi alohida qaralganda kichik vaqt yo‘qotishdek ko‘rinadi. Yo‘nalish bo‘ylab yigirmata ortiqcha to‘xtash, kun davomida ko‘p reys va bir nechta avtobus miqyosida jamlanganda esa ishlab chiqarish quvvatini sezilarli kamaytiradi. Avtobus sekinlashadi, eshik ochadi, yo‘lovchini kutadi va transport oqimiga qayta qo‘shiladi. Ushbu jarayon yoqilg‘i sarfi, tormoz hamda uzatma qismlarining yeyilishi, jadvalning buzilishi va keyingi bekatlarda yo‘lovchi to‘planishiga ta’sir qiladi. **Bekat intizomi** shu sababli faqat yo‘l harakati qoidasi emas, texnik va iqtisodiy samaradorlik omilidir.

Termiz shahridagi 15-sonli yo‘nalishda 14 ta rasmiy bekat bo‘lishiga qaramay, amaliy kuzatuv 34 ta to‘xtash nuqtasini qayd etgan. Farq 20 ta nuqta yoki amaldagi to‘xtashlarning 58,8 foizini tashkil qiladi. Bu ko‘rsatkich yo‘lovchi talabi, bekat joylashuvi va haydovchi rag‘bati o‘rtasida muvofiqlik yo‘qligini bildiradi. Norasmiy to‘xtash yo‘lovchi uchun qisqa piyoda yo‘l yaratishi mumkin, lekin





avtobus ichidagi barcha yo'lovchining safarini uzaytiradi. Boshqaruv qarori individual qulaylik bilan tizimning umumiy vaqt xarajatini muvozanatlashtirishi kerak.¹

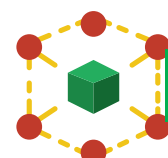
15-sonli yo'nalish Termiz avtoshoxbekati va Shimoliy avtoshoxbekatni 5-kichik daha orqali bog'laydi. To'g'ri yo'nalish masofasi qariyb 11,4 kilometr, qaytish masofasi 11,7 kilometr. Yo'nalishda 15 ta ISUZU SAZ HC-40 avtobusi ko'rsatilgan. Har bir transport vositasining nominal sig'imi 37 nafar va o'rindiqlar soni 16 ta. Ish kuni 11,8–12 soat atrofida. Ushbu o'lchamlar vaqt tejalishining qanday qilib qo'shimcha reys va xizmat hajmiga aylanishini hisoblash uchun bazaviy shartlarni beradi.

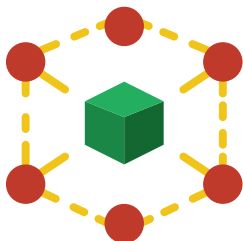
Maqolaning maqsadi bekatdan tashqari to'xtashlarni kamaytirish natijasida texnik-ekspluatatsion va iqtisodiy ko'rsatkichlarning o'zgarishini qayta hisoblash, foydaning shakllanish zanjirini ochish, natijalarni joriy etish shartlari va xavflarini aniqlashdan iborat. Tahlil faqat ijobiy raqamlarni takrorlamaydi. Qo'shimcha masofa sababli yoqilg'i, texnik xizmat va haydovchi mehnati xarajatining ortishi, bir martalik kuzatuvning yillik prognozga yetarliligi hamda rasmiy bekatlarning yo'lovchi uchun qulayligi tanqidiy baholanadi. Shu yondashuv texnik taklifni amalga oshiriladigan boshqaruv qaroriga aylantiradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Mahalliy tadqiqotlarda shahar jamoat transporti sifati muntazamlilik, tezlik, qulaylik, xavfsizlik va yo'lovchi oqimiga moslik bilan bog'lanadi. A. U. Qo'ziyev, O. D. Suyunov va K. B. Xurramov xizmat sifatini oshirishda ekspluatatsion ko'rsatkichlar bilan yo'lovchi manfaatini birgalikda baholash zarurligini ko'rsatadi. Bekatlarning texnik talablari haqidagi tadqiqot esa joylashuv, piyoda yondashuvi va kutish sharoiti transport logistikasining natijasiga ta'sir qilishini asoslaydi. Bu qarashlar ortiqcha to'xtashni faqat haydovchi xatosi emas, bekat tarmog'i va xizmat dizayni muammosi sifatida ko'rishga imkon beradi. B. Abdullayev hamda J. R. Qulmuhamedov boshchiligidagi mualliflar avtobusning aylanish vaqti, reyslar soni, ekspluatatsion tezlik, kunlik yo'l, sig'im va ish unumdorligi o'rtasidagi bog'lanishni yoritadi. Nazariy jihatdan aylanish vaqti kamayganda bir xil ish davrida reyslar ko'payadi. Qo'shimcha reys talab mavjud bo'lsa tashilgan yo'lovchi va daromadni oshiradi. Biroq kunlik yo'l ortishi o'zgaruvchan xarajatlarni ham ko'paytiradi. Shu sababli sof iqtisodiy natija daromad o'sishi bilan xarajat o'sishi farqi sifatida hisoblanishi kerak. Tadqiqotda bazaviy va tartibga solingan holatni qiyoslash usuli qo'llandi. Geo Tracker orqali yo'l masofasi, qatnov vaqti, harakat tezligi va to'xtash nuqtalari qayd etilgan. Texnik hisobda bir tomonlama hamda aylanma reyslar, interval, ekspluatatsion tezlik va kunlik masofa tahlil qilindi. Ish unumdorligi bo'yicha bir reysdagi yo'lovchilar, yillik tashish hajmi va yo'lovchi

¹Xurramov K. B. Termiz shahar jamoat transporti yo'nalishlarida yo'lovchi tashish sifatini takomillashtirish, 15-avtobus misolida. Magistrlik dissertatsiyasi. Termiz, 2023. 99 b.





aylanmasi olindi. Iqtisodiy hisobda tashishdan daromad, foyda, asosiy fond rentabelligi va tashish rentabelligi qiyoslandi. Asosiy qiymatlar dissertatsiyaning 3.3-bobidagi yakuniy jadvaldan olindi, matn bilan mos kelmagan qiymatlar alohida qayd etildi.

Qayta hisoblashda mutlaq farq keyingi qiymatdan dastlabki qiymatni ayirish orqali, nisbiy o'zgarish esa mutlaq farqni dastlabki qiymatga bo'lish orqali aniqlandi. Foiz va pul qiymatlari mustaqil tekshirildi. Qatnov vaqti soniyaga o'tkazilib solishtirildi. 42 daqiqa 21 soniya 2 541 soniyaga, 36 daqiqa 28 soniya 2 188 soniyaga teng. Farq 353 soniya yoki 5 daqiqa 53 soniyani tashkil qiladi. Nisbiy qisqarish 353 soniyaning 2 541 soniyaga nisbati bo'yicha qariyb 13,9 foizdir. Bu hisob matndagi umumiy xulosani tasdiqlaydi.

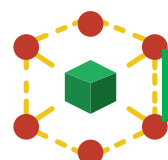
Metodologiyada **texnik imkoniyat**, **talab bilan tasdiqlangan imkoniyat** va **moliyaviy natija** farqlanadi. Vaqt tejalishi qo'shimcha reysni texnik jihatdan bajarishga imkon beradi. Ushbu reysda yetarli yo'lovchi bo'lsa, xizmat hajmi oshadi. Daromad xarajatlardan tezroq o'sgandagina foyda va rentabellik yaxshilanadi. Uch bosqichni bitta tenglik sifatida qabul qilish prognozni ortiqcha baholaydi. Shuning uchun har bir o'tish uchun alohida dalil talab qilinadi. Vaqt kuzatuv reys imkoniyatini, yo'lovchi oqimi tadqiqoti talabni, buxgalteriya ma'lumoti esa moliyaviy natijani tekshiradi.

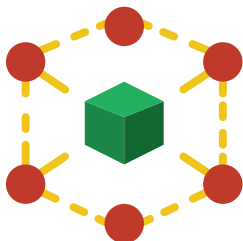
ASOSIY QISM

Bekattan tashqari to'xtashlarning shakllanish omillari to'rtta guruhga ajraladi. Yo'lovchi omili manzilga yaqin tushish istagi va rasmiy bekat haqida axborot yetishmasligidan iborat. Infratuzilma omili bekatning uzoq yoki xavfsiz bo'lmagan joylashuvi, piyoda yo'li va soyabonning yetishmasligi bilan bog'liq. Operator omili haydovchi daromadining yo'lovchi yig'ishga bog'lanishi va jadval nazoratining zaifligidan shakllanadi. Yo'l sharoiti omili esa tirbandlik, svetofor va transport oqimiga qayta qo'shilish qiyinligini qamrab oladi. Har bir omil uchun alohida chora zarur. Yo'lovchi va infratuzilma muammosini faqat jarima bilan hal qilish barqaror natija bermaydi.

Norasmiy to'xtashning vaqt tarkibi sekinlashish, kutish, eshikni yopish va tezlanishdan tuziladi. Bitta to'xtashda o'rtacha yigirma soniya yo'qotilsa, yigirmata ortiqcha nuqta qariyb olti daqiqa qirq soniya beradi. Dissertatsiyada kuzatilgan 5 daqiqa 53 soniyalik tejam ushbu mexanizmga yaqin. Ayrim nuqtada yo'lovchi bo'lmasa vaqt yo'qotilishi kam, tig'iz nuqtada esa chiqish-tushish uzoq davom etadi. Shu sababli barcha norasmiy nuqtaga bir xil vaqt normasi berishdan ko'ra real geozona va eshik ma'lumotini o'lchash aniqroq natija beradi.

To'xtashlar kamayganda aloqa tezligi oshadi, lekin transport vositasining xavfsiz harakat tezligini ko'tarish talab qilinmaydi. Vaqt yutug'i nol tezlikdagi holatlar va oqimga qayta qo'shilish soni kamayishi hisobiga yuzaga keladi. Bu farq haydovchi rag'batida aniq ifodalanishi kerak. Mukofot





qisqa qatnov vaqti uchun berilsa, xavfli tezlikka undashi mumkin. Mukofot rasmiy bekatlarga rioya, tezlik cheklovini buzmaslik, intervalni saqlash va keskin harakatlar soni bo'yicha berilsa, samaradorlik xavfsizlik bilan birlashadi.

Rasmiy bekatlarning joylashuvi yo'lovchi ehtiyojiga mos bo'lmasa, qat'iy to'xtash intizomi xizmatdan foydalanishni kamaytirishi mumkin. Har bir norasmiy nuqta uchun kunlik chiqish-tushish soni, eng yaqin rasmiy bekatgacha yo'l, piyodalar o'tish joyi, yoritish va yo'l kesish xavfi baholanadi. Talab yuqori va kirish yomon bo'lgan nuqta yangi bekat nomzodi sifatida ko'riladi. Talab past, yaqin rasmiy bekat qulay bo'lgan nuqta yo'lovchi axboroti bilan yopiladi. Shu tariqa 34 nuqtani mexanik ravishda 14 taga tushirish emas, **xizmat tugunlarini oqilona tanlash** amalga oshiriladi.

Bekat intizomini joriy etishdan oldin yo'lovchi axboroti tayyorlanadi. Avtobus ichida rasmiy bekatlar ketma-ketligi ovozli va vizual e'lon qilinadi. Bekatlarda yo'nalish xaritasi, ish vaqti va taxminiy interval joylashtiriladi. Mobil axborotda avtobusning real kelish vaqti ko'rsatiladi. O'tish davrida haydovchi va nazoratchilar yo'lovchiga yaqin rasmiy bekatni tushuntiradi. Axborotsiz taqiq yo'lovchi bilan haydovchi o'rtasidagi mojaroni ko'paytiradi va qoidaga rioya qilishni shaxsiy kelishuvga aylantiradi.

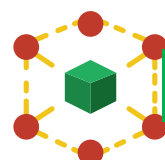
GPS geozona nazorati rasmiy bekat atrofida belgilangan radius va vaqt mezoniga asoslanadi. Avtobus geozonaga kirib, tezligi nolga yaqinlashsa rasmiy to'xtash qayd etiladi. Geozonadan tashqaridagi shunday hodisa norasmiy to'xtash nomzodi sifatida belgilanadi. Svetofor, tirbandlik va piyodaga yo'l berish kabi majburiy to'xtashlar xarita hamda vaqt davomiyligi bilan filtrlab ajratiladi. Avtomatik bayroq keyin dispatcher tomonidan ko'rib chiqiladi. Algoritm chiqargan har bir signalni darhol qoidabuzarlik deb hisoblash xato jazoga olib kelishi mumkin.

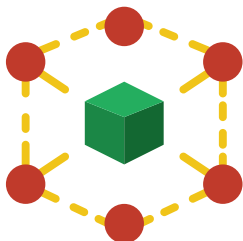
PQ-59-son qarorda jamoat transportini raqamli boshqarish va moliyalashtirish mexanizmlarini takomillashtirish vazifalari belgilangan. Hududiy transport faoliyatini rivojlantirish bo'yicha 630-son qaror tashkiliy asosni kuchaytiradi. Bekat intizomi ushbu me'yoriy yo'nalishlar bilan uyg'unlashganda operatorning kundalik faoliyatiga singadi. Xizmat shartnomasida rasmiy bekatlarda to'xtash ulushi, geozonadan tashqari xizmat to'xtashlari, reys bajarilishi, interval va xavfsizlik ko'rsatkichlari beriladi. To'lovning bir qismi natijaga bog'lanadi, lekin haydovchining yo'lovchi tashish xavfsizligini buzadigan tezlik rag'bat yaratilmaydi.²³

Texnik xizmat rejasi kunlik masofa o'sishiga moslashtirilishi kerak. Dastlabki hisobda bir avtobusning kunlik yo'li 167 kilometr, taklifdan keyin 236 kilometr deb berilgan. Farq 69 kilometr yoki qariyb 41,3 foiz. Yog', filtr, shina va agregatlarning ko'p qismi kalendar kuniga emas, bosib

²O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 8-oktabrdagi 630-son qarori.

³O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ-59-son qarori.





o'tilgan masofaga qarab xizmat talab qiladi. Kunlik yo'l oshib, texnik xizmat davri o'zgarmasa, nosozlik va bekor reyslar ko'payishi mumkin. Shu sababli qo'shimcha qatnovning rejalashtirilgan daromadi bilan profilaktik xizmat uchun zaxira bir vaqtda hisoblanadi.

Haydovchi mehnat va dam olish rejimi ham vaqt yutug'ini reysga aylantirish chegarasini belgilaydi. Ish kuni qariyb o'n ikki soat bo'lsa, qo'shimcha reys smena davomiyligini me'yordan oshirmasligi kerak. Aylanish tezlashgani sababli bir xil smenada ko'proq reys bajarish mumkin, lekin dam olish va ovqatlanish tanaffuslari saqlanadi. Reja faqat transport vositasining vaqtini hisoblab, inson omilini chetda qoldirsa, charchoq va xavfsizlik xavfi ortadi. Qo'shimcha reyslar jadvali haydovchi smenasi va almashinuvi bilan birgalikda tasdiqlanadi.

Talabning sutka soatlari bo'yicha taqsimlanishi qo'shimcha reysning iqtisodiy qiymatini belgilaydi. A. L. Komilovning Termiz bo'yicha tadqiqoti yo'lovchi oqimi vaqt davomida notekisligini ko'rsatadi. Vaqt yutug'ini talab past kunduzgi davrda qo'shimcha to'liq reysga aylantirish bo'sh qatnovni ko'paytirishi mumkin. Tig'iz paytda esa ayni imkoniyat bekatda qolayotgan yo'lovchilarni olish va intervalni saqlashga xizmat qiladi. Shu bois reys soni kunlik umumiy ko'rsatkich sifatida emas, vaqt qatlamlari bo'yicha rejalashtiriladi.⁴

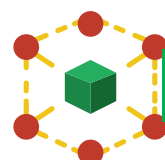
Yo'nalishlararo muvofiqlashtirish ham zarur. 15-sonli yo'nalishda xizmat chastotasi oshsa, u bilan parallel yoki kesishuvchi yo'nalishlarning yo'lovchi oqimi o'zgarishi mumkin. Alohida operator daromadi oshgani butun shahar transport tarmog'ining samaradorligi oshganini anglatmaydi. Parallel qatnov ko'payib, chekka hudud qamrovi kamayishi ehtimoli mavjud. A. R. Kunnazarova va Sh. B. Allanazarov yo'nalishlarni aholi talabi hamda shahar infratuzilmasi bilan tizimli taqsimlashni ta'kidlaydi. Shuning uchun 15-sonli yo'nalish qarori tarmoq darajasidagi oqim bilan tekshiriladi.⁵

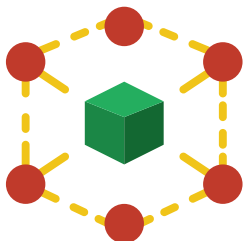
Iqtisodiy baholashda tushum formulasi tashilgan yo'lovchilar soni va haqiqiy o'rtacha tarifga bog'lanadi. Imtiyozli safar, bepul toifa, elektron to'lov chegirmasi va naqd tushum farqi mavjud bo'lsa, nominal tarifni barcha yo'lovchiga ko'paytirish natijani oshirib ko'rsatadi. Yillik yo'lovchilar prognozi ish kunlari, dam olish kunlari va mavsumiy davrlar bo'yicha alohida hisoblanadi. Bir kunlik kuzatuv yilning barcha kuniga bir xil koeffitsiyent bilan ko'paytirilmaydi. Daromadga qo'shimcha subsidiya yoki davlat kompensatsiyasi kirsam, uning manbai alohida satrda ko'rsatiladi.

Xarajatlar doimiy va o'zgaruvchan qismlarga ajratiladi. Avtobus amortizatsiyasi, ma'muriy boshqaruv va ayrim sug'urta xarajatlari qisqa muddatda reys soni bilan to'liq o'zgarmasligi mumkin. Yoqilg'i, moylash materiallari, shina yeyilishi, kilometr ga bog'liq texnik xizmat va haydovchining

⁴Komilov A. L. Ratsional marshrutda sutka soatlari bo'yicha yo'lovchilar oqimining taqsimlanishi, Termiz shahri misolida. Scientific Progress, 2021, 2-jild, 2-son, 1449–1456-betlar.

⁵Kunnazarova A. R., Allanazarov Sh. B. Shahar avtobuslarini yo'nalishlarga taqsimlash. Modern Science and Research, 2025, 4-jild, 6-son, 1352–1357-betlar.





qo'shimcha mehnati esa kunlik yo'l oshishi bilan ortadi. Foyda o'sishini hisoblashda qo'shimcha daromaddan shu o'zgaruvchan xarajatlar ayiriladi. Logistik samaradorlik nazariyasi oqimni tezlashtirish bilan birga jami resurs sarfini nazorat qilishni talab qiladi.⁶

Ssenariy tahlili noaniqlikni boshqarishning qulay vositasidir. Ehtiyotkor ssenariyda vaqt yutug'ining yarmi barqaror saqlanadi, qo'shimcha reyslarning o'rtacha yuklanishi bazaviy reysdan past olinadi va xarajatlar to'liq qo'shiladi. Bazaviy ssenariy kuzatilgan texnik natija hamda o'lchangan talabga tayanadi. Yuqori ssenariy talab o'sishi va intervalning to'liq yaxshilanishini nazarda tutadi. Qaror faqat yuqori ssenariyda foydali bo'lsa, xavfi katta. Ehtiyotkor ssenariyda ham musbat natija bersa, joriy etishning iqtisodiy asosi kuchli bo'ladi.

TAHLIL VA NATIJALAR

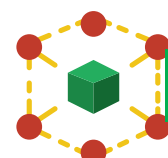
Geo Tracker kuzatuvida yo'nalish masofasi 11,4 kilometr darajasida o'zgarmagan. Dastlabki qatnov 42 daqiqa 21 soniya, rasmiy bekatlar bilan cheklangan qatnov 36 daqiqa 28 soniyani tashkil etgan. Qatnov vaqti 353 soniyaga yoki 13,9 foizga qisqargan. To'xtash nuqtalari 34 tadan 14 tagacha kamaygan. Har bir bartaraf etilgan ortiqcha nuqtaga o'rtacha 17,7 soniya vaqt yutug'i to'g'ri keladi. Bu o'rtacha qiymat barcha nuqtaning bir xil ta'sirini anglatmaydi, ammo vaqt tejalishining kuzatilgan to'xtashlar soniga mosligini tekshiradi.

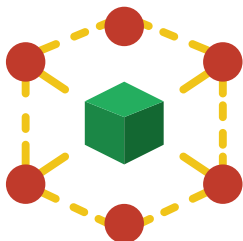
Kunlik bir tomonlama reyslar 16 tadan 20 tagacha, aylanma reyslar 8 tadan 10 tagacha ko'paygan. Har ikkala ko'rsatkichdagi o'sish 25 foiz. Interval 5,6 daqiqadan 4,8 daqiqagacha qisqargan. 0,8 daqiqalik kamayish dastlabki qiymatga nisbatan 14,3 foizni tashkil qiladi. Ekspluatatsion tezlik 16 kilometr soatdan 19 kilometr soatgacha oshgan. Nisbiy o'sish 18,75 foiz. Texnik ko'rsatkichlarning yo'nalishi o'zaro mos bo'lsa-da, kunlik yo'lning 41,3 foizga oshishi reyslar o'sishidan katta. Bu farq dastlabki hisobdagi ish rejimi yoki masofa komponentlarini qayta tekshirish zarurligini ko'rsatadi.

1-jadval. 15-sonli yo'nalishning texnik-ekspluatatsion ko'rsatkichlari

Ko'rsatkich	Dastlabki qiymat	Taklifdan keyin	Nisbiy o'zgarish
To'xtash nuqtalari	34 ta	14 ta	-58,8 foiz
Qatnov vaqti	42 daqiqa 21 soniya	36 daqiqa 28 soniya	-13,9 foiz
Bir tomonlama reyslar	16 ta	20 ta	+25,0 foiz

⁶Butayev Sh. A. va boshq. Logistika: yetkazib berish zanjirida oqimlarni boshqarish. Toshkent: Extremum-Press, 2012. 580 b.





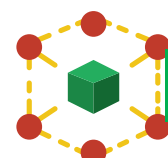
Ko'rsatkich	Dastlabki qiymat	Taklifdan keyin	Nisbiy o'zgarish
Aylanma reyslar	8 ta	10 ta	+25,0 foiz
Harakat intervali	5,6 daqiqa	4,8 daqiqa	-14,3 foiz
Ekspluatatsion tezlik	16 km/soat	19 km/soat	+18,8 foiz
Kunlik bosib o'tilgan yo'l	167 km	236 km	+41,3 foiz

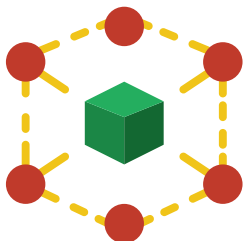
Jadval bo'yicha asosiy texnik natija vaqt resursining bo'shatilishidir. Masofa o'zgarmagan sharoitda to'xtashlar kamayishi avtobusning foydali harakat ulushini oshirgan. Biroq ekspluatatsion tezlik 19 kilometr soatga yetgani xavfsiz tezlik nazoratini bekor qilmaydi. Telematika orqali maksimal tezlik, keskin tormoz va tezlanish ko'rsatkichlari kuzatilsa, vaqt yutug'ining xavfsiz manbadan kelgani tasdiqlanadi.

Yakuniy qiyosiy hisob bir reysdagi yo'lovchilar sonini 119 nafardan 136 nafargacha oshiradi. Farq 17 nafar yoki 14,3 foiz. Barcha avtobuslar bo'yicha yillik tashish hajmi 902 185 nafardan 1 030 938 nafargacha yetadi. Mutlaq o'sish 128 753 nafar, nisbiy o'sish 14,27 foiz. Yillik yo'lovchi aylanmasi 54 132 672 yo'lovchi-kilometrdan 61 866 560 yo'lovchi-kilometrgacha oshadi. Farq 7 733 888 yo'lovchi-kilometr yoki 14,29 foiz. Yo'lovchi va yo'lovchi-kilometrning deyarli bir xil sur'atda o'sishi modelda o'rtacha safar masofasi o'zgarmagan deb qabul qilinganini anglatadi.

Tashishdan yillik daromad 7 416 176 064 so'mdan 8 475 717 720 so'mgacha oshishi ko'rsatilgan. Mutlaq farq 1 059 541 656 so'm, nisbiy o'sish 14,29 foiz. Daromadning yo'lovchilar soni bilan bir xil sur'atda o'sishi o'rtacha tushum bir yo'lovchiga nisbatan o'zgarmaganini bildiradi. Bu taxmin tarif barqaror, imtiyozli safarlar ulushi va to'lov intizomi bir xil bo'lsa asosli. Elektron to'lov ulushi yoki tarif tarkibi o'zgarsa, prognoz qayta hisoblanadi.

Korxona foydasi 2 248 081 402 so'mdan 3 295 297 541 so'mgacha oshgan. Mutlaq farq 1 047 216 139 so'm, nisbiy o'sish 46,58 foiz. Foyda o'sishi daromad o'sishiga juda yaqin mutlaq miqdorda bo'lgani qo'shimcha daromadning deyarli barchasi foydaga o'tganini ko'rsatadi. Holbuki kunlik yo'l 69 kilometrga oshsa, yoqilg'i va texnik xizmat xarajati nol bo'lishi mumkin emas. Demak, foyda prognozi qo'shimcha o'zgaruvchan xarajatlar bilan qayta tekshirilishi zarur. Hisobning ijobiy yo'nalishi saqlanishi mumkin, lekin 46,6 foizlik o'sish yuqori chegara sifatida qaralishi maqsadga muvofiq.





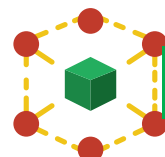
2-jadval. Yakuniy iqtisodiy hisob va mustaqil tekshirilgan o'zgarish

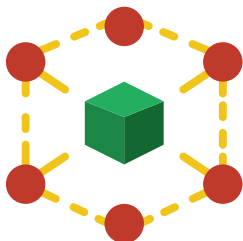
Iqtisodiy ko'rsatkich	Dastlabki qiymat	Taklifdan keyin	Tekshirilgan farq
Yillik yo'lovchilar	902 185 nafar	1 030 938 nafar	+128 753 nafar
Yo'lovchi aylanmasi	54 132 672 yo'lovchi-km	61 866 560 yo'lovchi-km	+7 733 888 yo'lovchi-km
Tashishdan daromad	7 416 176 064 so'm	8 475 717 720 so'm	+1 059 541 656 so'm
Korxona foydasi	2 248 081 402 so'm	3 295 297 541 so'm	+1 047 216 139 so'm
Asosiy fond rentabelligi	5 foiz	6 foiz	+1 foiz band
Tashish rentabelligi	71 foiz	113 foiz	+42 foiz band

Iqtisodiy jadvaldagi arifmetik farqlar to'g'ri hisoblangan. Biroq dissertatsiyaning ayrim matnli xulosalarida daromad o'sishi bundan ancha katta miqdorda bayon qilingan. Ushbu maqolada ichki jihatdan tekshiriladigan va boshlang'ich hamda yakuniy qiymatlari bir jadvalda mavjud bo'lgan 1 059 541 656 so'mlik farq asos qilib olindi. Matndagi zid miqdor natija sifatida ko'chirilmagan. **Manbalararo muvofiqlik qoidasi** bo'yicha aniq bazaviy qiymati, formulasi va qayta hisoblash imkoniyati mavjud raqam ustun qo'yildi.

Asosiy fond rentabelligi 5 foizdan 6 foizgacha oshishi bir foiz bandlik o'zgarishni bildiradi, bu yigirma foizlik nisbiy o'sishga teng. Tashish rentabelligi 71 foizdan 113 foizgacha oshishi 42 foiz band yoki dastlabki qiymatga nisbatan qariyb 59,2 foizdir. «Foiz» bilan «foiz band» farqi saqlanmasa, natija noto'g'ri talqin qilinadi. Rentabellik formulasi va xarajat bazasi dissertatsiyada to'liq ochilmagani uchun bu ko'rsatkichlar auditdan keyin boshqaruv qaroriga kiritilishi lozim.

Qo'shimcha reysning marjinal natijasini hisoblash amaliy qaror uchun qulay. Bir reysda kutiladigan qo'shimcha yo'lovchi va o'rtacha haqiqiy tushum ko'paytiriladi. Undan yoqilg'i, haydovchi mehnati, kilometrga bog'liq texnik xizmat, shina yeyilishi va elektron to'lov komissiyasi ayiriladi. Musbat qoldiq qo'shimcha reysning qisqa muddatli hissasini beradi. Keyin parkning qo'shimcha yeyilishi va





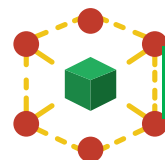
zaxira avtobus ehtiyoji hisobga olinadi. Ushbu hisob tig'iz va oddiy vaqt uchun alohida tuzilsa, qaysi qo'shimcha reys iqtisodiy hamda ijtimoiy jihatdan asosli ekani aniqlanadi.

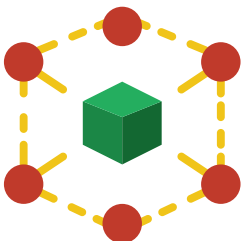
Tashkiliy choraning ijtimoiy samarasi yo'lovchilar vaqt tejamida namoyon bo'ladi. Bir yo'lovchi bir qatnovda 5 daqiqa 53 soniya tejasa, 136 nafar yo'lovchi uchun bir reysdagi jamlanma tejam qariyb 800 daqiqani tashkil qiladi. Barcha yo'lovchining safar uzunligi va avtobusda qolish vaqti bir xil emasligi sababli bu yuqori baho hisoblanadi. Aniq hisob uchun har bir chiqish-tushish juftligi bo'yicha avtobus ichidagi vaqt farqi olinadi. Shunga qaramay, vaqt yutug'ining jamiyat miqyosida katta qiymat yaratishi aniq. U ishga kechikish, ta'limga yetib borish va boshqa transportga almashish xarajatini kamaytiradi.

Ekologik natija bir yoqlama emas. Avtobusning ortiqcha sekinlashish va tezlanishlari kamayganda bir kilometrga yoqilg'i sarfi pasayishi mumkin. Qo'shimcha reys va kunlik masofaning oshishi esa jami yoqilg'i sarfini ko'paytiradi. Agar yaxshilangan xizmat shaxsiy avtomobil yoki taksidan avtobusga o'tishni rag'batlantirsa, shahar miqyosidagi emissiya kamayishi ehtimoli mavjud. Buni isbotlash uchun yoqilg'i sarfi, avtobusdagi o'rtacha yuklanish va transport turi tanlovidagi o'zgarish o'lchanadi. Faqat avtobusning o'z chiqindisiga qarash tizim natijasini to'liq ko'rsatmaydi.

3-jadval. Joriy etish xavflari va ularni boshqarish choralari

Xavf	Kutiladigan oqibat	Nazorat ko'rsatkichi	Kamaytirish chorasi
Rasmiy bekat uzoq	Ayrim yo'lovchi uchun kirish yomonlashadi	Piyoda masofa va shikoyat	Bekat auditi yoki yangi rasmiy nuqta
Tezlikka noto'g'ri rag'bat	Yo'l harakati xavfi ortadi	Tezlik va keskin tormoz	Xavfsiz KPI va telematika
Kunlik yo'l oshishi	Yoqilg'i va yeyilish ko'payadi	So'm bir kilometrga, nosozlik	Texnik xizmat va xarajat normasi
Talab yetishmasligi	Qo'shimcha reys bo'sh yuradi	Reys yuklanishi	Vaqt qatlamiga mos jadval
GPS xatosi	Noto'g'ri qoidabuzarlik qaydi	Signal sifati va xarita	Geozona filtri va dispatcher tekshiruvi





Xavf	Kutiladigan oqibat	Nazorat ko'rsatkichi	Kamaytirish chorasi
Bir martalik kuzatuv	Yillik samara ortiqcha baholanadi	Takrorlar va ishonch oralig'i	Kamida to'rt haftalik tajriba

Jadval choraning samarasi uning bajarilish shartlariga bog'liqligini ko'rsatadi. Eng muhim tamoyil vaqtni qisqartirishni yagona maqsadga aylantirmaslikdir. Xavfsizlik va hududiy kirish majburiy cheklov, iqtisodiy natija esa qo'shimcha xarajatdan keyingi sof qiymat sifatida olinadi. Nazorat ko'rsatkichlari tajriba boshlanishidan oldin belgilansa, muammo paydo bo'lganda chora tezkor tuzatiladi.

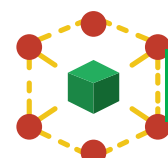
Joriy etish to'rt haftalik pilotdan boshlanishi mumkin. Dastlabki hafta bazaviy holat o'lchanadi. Keyingi ikki haftada rasmiy bekat intizomi, yo'lovchi axboroti va GPS nazorati birgalikda qo'llanadi. To'rtinchi hafta natija va moslashuv tekshiriladi. Har kuni ertalabki, kunduzgi va kechki reyslar qamrab olinadi. Haftalik yig'ilishda haydovchi, dispetcher, operator, yo'l harakati mutaxassisi va yo'lovchi vakili muammolarni ko'rib chiqadi. Xavfsizlik buzilishi aniqlansa, tezlik rag'batini darhol to'xtatiladi.

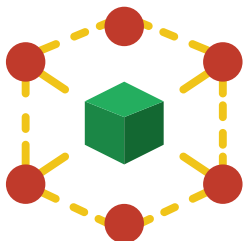
Pilot muvaffaqiyat mezonlari qatnov vaqtining barqaror qisqarishi, interval tarqalishining kamayishi, rasmiy bekatda yo'lovchini qoldirish holatining oshmasligi, xavfsizlik buzilishining ko'paymasligi va qo'shimcha reysning musbat marjinal natijasidan iborat. Qoniqish umumiy hamda keksalar, talabalar, ishchilar va harakatlanishi cheklangan yo'lovchilar kesimida o'lchanadi. Natija kamida uchta vaqt qatlamida saqlansa, 15-sonli yo'nalishda doimiylashtiriladi. Keyin boshqa yo'nalishga to'g'ridan-to'g'ri ko'chirilmay, uning bekat va oqim sharoitiga qayta moslashtiriladi.

Samaradorlikning barqarorligi uchun haydovchi mehnatiga haq to'lash tizimi yo'lovchi yig'ishdan xizmat natijasiga o'tishi lozim. Reys bajarilishi, intervalga rioya, rasmiy bekat intizomi, xavfsiz haydash va yo'lovchi bilan muomala birlashtirilgan baho yaratadi. Bitta ko'rsatkichdagi yuqori natija xavfsizlik buzilishini qoplamaydi. Dispetcher faqat kuzatuvchi emas, yo'lda intervalni tartibga soluvchi subyekt bo'ladi. Operator texnik xizmatni kilometr bo'yicha qayta rejalashtiradi. Buyurtmachi to'lov va jarimani tekshirilgan ma'lumotga bog'laydi.

MUHOKAMA

Tahlil bekatdan tashqari to'xtashlarni kamaytirish katta kapital xarajatsiz texnik natija berishi mumkinligini ko'rsatadi. Masofa o'zgarmagan holda qariyb olti daqiqalik vaqt yutug'i va reyslar





sonining oshishi tashkiliy rezerv mavjudligini tasdiqlaydi. Biroq natijaning miqyosi bir martalik kuzatuv, haydovchining tadqiqotdan xabardorligi va yo'l sharoiti ta'siriga sezgir. Shu sababli kuzatilgan qiymatni aniq yillik kafolat emas, tekshirishga arzigulik operatsion gipoteza sifatida talqin qilish ilmiy jihatdan to'g'ri.

Iqtisodiy natijalar ichida daromad farqi arifmetik jihatdan tekshiriladi, foyda va rentabellik esa xarajat tarkibi yetarli ochilmagani sababli qo'shimcha audit talab qiladi. Kunlik yo'lining 41,3 foizga oshishi sharoitida o'zgaruvchan xarajatning deyarli o'zgarmasligi realistik emas. Bu tanqid taklifning amaliy qiymatini bekor qilmaydi. Aksincha, qaror oldidan qaysi ma'lumot yetishmasligini ko'rsatadi. To'rt haftalik pilotda yoqilg'i litrda, texnik xizmat so'm bir kilometrga va nosozlik sababli bekor reyslar qayd etilsa, sof foyda aniqroq baholanadi.

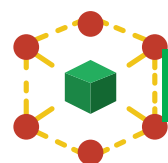
Bekat intizomi jamoat transporti madaniyatining bir qismi sifatida shakllanishi kerak. Haydovchini nazorat qilish, yo'lovchiga qulay rasmiy bekat yaratish, jadvalni ochiq qilish va mehnat rag'batini o'zgartirish bir-biridan ajralmas choralardir. Faqat taqiq qisqa muddatli tartib beradi, ammo talab va infratuzilma muammosi saqlansa, norasmiy to'xtash yana paydo bo'ladi. Tizimli yechim vaqt tejimini barcha yo'lovchi uchun seziladigan, xavfsiz va iqtisodiy barqaror xizmatga aylantiradi.

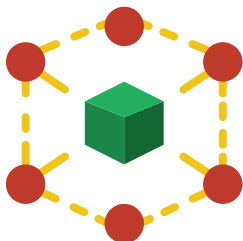
Natijani korxona darajasida qabul qilishdan oldin pul va quvvat cheklovi birgalikda tekshiriladi. Qo'shimcha yo'lovchi tushumi kun davomida yig'ilsa ham, yoqilg'i hamda ehtiyot qismlar uchun to'lovning muddati boshqa bo'lishi mumkin. Aylanma mablag' yetishmasa, foydali reysni barqaror bajarish qiyinlashadi. Zaxira avtobus ajratilmasa, masofa oshishi sababli tezroq yuzaga kelgan texnik xizmat bir nechta reysning bekor bo'lishiga olib kelishi mumkin. Shu bois pilot yakunida faqat yillik foyda emas, oylik naqd pul oqimi, zaxira parkning mavjudligi, ustaxona quvvati va ehtiyot qismlar ta'minoti ham baholanadi. Bu ko'rsatkichlar ijobiy bo'lsa, chora operatorning kundalik imkoniyatiga mos keladi.

Yo'lovchi nuqtai nazaridan xizmatning barqarorligi bir martalik rekord vaqtdan ustun turadi. Avtobus ayrim kuni 36 daqiqada, boshqa kuni 50 daqiqada yursa, yo'lovchi safarni ishonchli rejalashtira olmaydi. Pilot natijasida o'rtacha vaqt bilan birga eng sekin reyslar ham yaxshilanishi kerak. 90-foizlik safar vaqti, intervalning standart og'ishi va bekor reyslar ulushi shu vazifani ko'rsatadi. Agar o'rtacha natija yaxshilanib, eng yomon holatlar saqlansa, xizmatning reklama qilinadigan tezligi oshadi, lekin kundalik ishonchlilik o'zgarmaydi. Samaradorlikni baholashda ayni farqni ochiq ko'rsatish zarur.

XULOSA

15-sonli avtobus yo'nalishida to'xtash nuqtalarining 34 tadan 14 tagacha kamayishi 11,4 kilometr masofadagi qatnov vaqtini 5 daqiqa 53 soniyaga yoki 13,9 foizga qisqartirgan. Bir tomonlama va



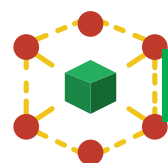


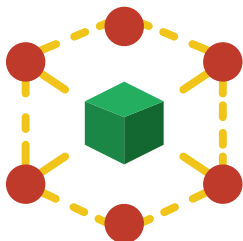
aylanma reyslar soni 25 foizga oshgan, interval 5,6 daqiqadan 4,8 daqiqagacha yaxshilangan, ekspluatatsion tezlik 16 kilometr soatdan 19 kilometr soatgacha ko'tarilgan. Ushbu natijalar yangi avtobus xarid qilmasdan vaqt resursidan samaraliroq foydalanish imkoniyatini ko'rsatadi, ammo kunlik yo'l o'sishi texnik xizmat va mehnat rejimini qayta tashkil etishni talab qiladi.

Yakuniy jadval bo'yicha yillik yo'lovchilar 128 753 nafarga, yo'lovchi aylanmasi 7 733 888 yo'lovchi-kilometr ga va daromad 1 059 541 656 so'mga oshishi mumkin. Foydaning 1 047 216 139 so'mlik o'sishi qo'shimcha o'zgaruvchan xarajatlar to'liq kiritilgandan keyin qayta tekshirilishi lozim. Amaliy joriy etish rasmiy bekatlar auditi, to'rt haftalik nazoratli pilot, GPS geozona, xavfsiz haydash ko'rsatkichlari, vaqt qatlamiga mos qo'shimcha reys va kilometr ga asoslangan texnik xizmat orqali bajarilsa, tashkiliy rezerv yo'lovchi uchun ishonchli xizmat va operator uchun barqaror iqtisodiy natijaga aylanadi.

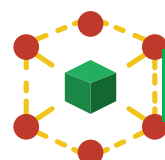
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

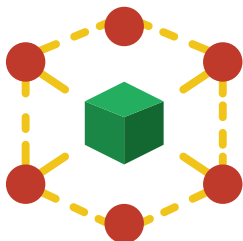
1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 16-fevraldagi PQ-59-son «Jamoat transporti tizimini isloh qilish chora-tadbirlari to'g'risida»gi qarori // Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi. — URL: <https://lex.uz/docs/6386205>. — Murojaat sanasi: 13.09.2026.
2. O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2021-yil 8-oktabrdagi 630-son «Hududlarda jamoat transporti faoliyatini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi qarori // Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi. — URL: <https://lex.uz>. — Murojaat sanasi: 13.09.2026.
3. O'zbekiston Respublikasining «Shahar yo'lovchilar transporti to'g'risida»gi Qonuni. 1997-yil 25-aprel // Qonunchilik ma'lumotlari milliy bazasi. — URL: <https://lex.uz>. — Murojaat sanasi: 13.09.2026.
4. Butayev Sh. A., Sidiqnazarov Q. M., Murodov A. S., Qo'ziyev A. O'. Logistika: yetkazib berish zanjirida oqimlarni boshqarish. — Toshkent: Extremum-Press, 2012. — 580 b.
5. Abdullayev B. Yo'lovchilarni tashishning zamonaviy texnologiyalari: o'quv qo'llanma. — Toshkent, 2021. — 208 b.
6. Qulmuhamedov J. R., Mirzayev F. R., Shukurova M. Sh., Nazarov K. M., Arifjonova N., Mirg'iyosov X. A. Avtotransport vositalarida yo'lovchilar tashishni tashkil etish: o'quv qo'llanma. — Toshkent: ILM ZIYO, 2016. — 166 b.
7. Qo'ziyev A. U., Suyunov O. D., Xurramov K. B. Improving the quality of passenger service in city public transport // International Bulletin of Engineering and Technology. — 2022. — T. 2. — № 12. — B. 157–161.
8. Komilov A. L. Ratsional marshrutda sutka soatlari bo'yicha yo'lovchilar oqimining taqsimlanishi, Termiz shahri misolida // Scientific Progress. — 2021. — T. 2. — № 2. — B. 1449–1456.





9. Komilov A. L. Shahar yo'lovchi transportining marshrut tarmoqlarini loyihalash tajribasini tahlil qilish, Surxondaryo misolida // *Oriental Renaissance: Innovative, Educational, Natural and Social Sciences*. — 2023. — T. 3. — № 4-2. — B. 139–145.
10. Komilov A. L., Suyunov O. D., O'rozov A. D. Avtobus bekatlarining umumiy texnik talablari va ularni logistik boshqarishni yaxshilash // *Journal of Universal Science Research*. — 2025. — T. 3. — № 5. — B. 164–170. — DOI: 10.71337/inlibrary.uz.universal-scientific-research.98608.
11. Kunnazarova A. R., Allanazarov Sh. B. Shahar avtobuslarini yo'nalishlarga taqsimlash // *Modern Science and Research*. — 2025. — T. 4. — № 6. — B. 1352–1357. — DOI: 10.71337/inlibrary.uz.science-research.113486.
12. Buranov S. B., Turayev O. U. Avtobus marshrutlaridagi yo'lovchilar oqimlarini o'rganish // *Science and Innovation in the Education System: xalqaro ilmiy onlayn konferensiya materiallari*. — 2025. — B. 154–160. — DOI: 10.5281/zenodo.15797533.
13. Xametov Z. M., Karimov J. Sh. Shahar jamoat transporti yo'nalishlarini takomillashtirishda Dijkstra algoritmining ahamiyati, Farg'ona shahri misolida // *Modern Science and Research*. — 2025. — T. 4. — № 9. — B. 299–304. — DOI: 10.71337/inlibrary.uz.science-research.136634.
14. Ramazanova H. E. Jamoat transporti loyihalarida zamonaviy boshqaruv yondashuvlari: Agile va Lean metodologiyalarining qo'llanilishi // *Ilm-fan va innovatsiya ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari*. — 2025. — B. 14–16. — DOI: 10.5281/zenodo.15614646.
15. Xuramov K. B. Termiz shahar jamoat transporti yo'nalishlarida yo'lovchi tashish sifatini takomillashtirish, 15-avtobus misolida: 5A620101 — Transport logistikasi mutaxassisligi bo'yicha magistrlik dissertatsiyasi. — Termiz, 2023. — 99 b.





УДК 621.224:621.438-192:620.178.16

РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ КОЛЁС ГИДРОМАШИН

Кодиров Икром Урал ўғли

<https://orcid.org/0009-0002-3810-6460>

q061rovikrom@gmail.com

Факультет: Энергетика

Кафедра: Гидроэнергетика и гидравлика

Бекмамат Хамдамов

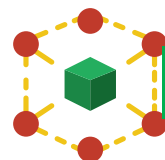
Доктор технических наук, исполняющий обязанности профессора, Ташкентский
государственный технический университет, Ташкент, 100095, Узбекистан;

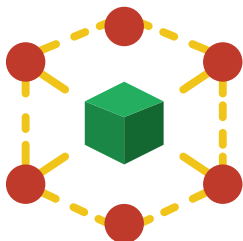
khamdamov_55@mail.ru

<https://orcid.org/0000-0001-9434-6157>

АННОТАЦИЯ

Представлен аналитический обзор инновационных технологических принципов повышения износостойкости рабочих колёс гидромашин при совместном воздействии гидроабразивной, кавитационной и коррозионно-эрозионной нагрузок. Методология основана на вторичном анализе экспериментальных публикаций 2017–2026 гг., работ исследователей Узбекистана и требований ASTM G32. В сопоставимом кавитационном эксперименте относительная потеря массы составила 0,34 для лазерной наплавки, 0,88 для HVOF WC–CoCr, 0,91 для HVOF Cr-карбидного покрытия и 1,58 для HVOF WC–CoCr при принятии стали S135 за единицу. Показано, что высокая микротвёрдость сама по себе не гарантирует сопротивление кавитации; необходим комплексный учёт дефектности, адгезии, пластичности и угла атаки частиц. Предложены многоэтапная методология испытаний, критерии выбора покрытий и схема цифрового контроля поверхности. Статья не содержит собственных лабораторных испытаний: все экспериментальные величины атрибутированы исходным публикациям.





Ключевые слова: гидромашины, рабочее колесо, гидроабразивный износ, кавитация, лазерная наплавка, HVOF, HVAF, покрытия, долговечность.

ANNOTATSIYA

Maqolada gidromashinalarning ishchi g'ildiraklarini gidroabraziv, kavitatsion va korroziya-eroziya ta'siridan himoyalashning innovatsion texnologik tamoyillari tahlil qilinadi. Metodologiya 2017–2026-yillardagi ochiq eksperimental tadqiqotlar, O'zbekistondagi nasos ishchi g'ildiraklari bo'yicha nashrlar va ASTM G32 standartiga asoslangan ikkilamchi ma'lumotlar sintezidir. Bir xil kavitatsion protokolda lazerli qoplama bilan himoyalangan namuna massasi yo'qotilishi tayanch S135 po'latining 0,34 qismini, HVAF WC–CoCr 0,88 qismini, HVOF Cr-karbidli qoplama 0,91 qismini va HVOF WC–CoCr 1,58 qismini tashkil etgan. Natijalar maksimal qattqlikning o'zi kavitatsion barqarorlikni kafolatlamasligini, bog'lanish turi, g'ovaklik, yoriqqa chidamlilik va zarba burchagi muhimligini ko'rsatadi. E'lon qilingan ishlardagi statistik ko'rsatkichlar bir-biridan farqli sinov rejimlari bo'yicha umumiy reytingga birlashtirilmaydi.

Kalit so'zlar: gidromashina, ishchi g'ildirak, gidroabraziv yeyilish, kavitatsiya, lazerli qoplama, HVOF, HVAF, korroziya, kompozit qoplama.

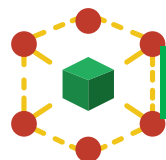
ABSTRACT

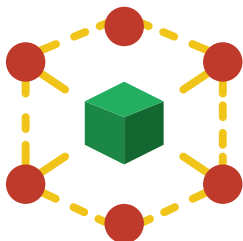
This article reviews innovative technological principles for improving the wear resistance of hydraulic-machine impellers and runners exposed to slurry erosion, cavitation and corrosion–erosion. It synthesizes published experimental studies from 2017–2026, relevant work from Uzbekistan, and ASTM G32 guidance. In a single comparable cavitation experiment, normalized mass losses were 0.34 for a laser-clad coating, 0.88 for HVAF WC–CoCr, 0.91 for an HVOF chromium-carbide-containing coating, and 1.58 for HVOF WC–CoCr, relative to S135 steel (1.00). The results indicate that hardness alone does not predict cavitation resistance; porosity, coating cohesion, toughness and particle impact conditions must be considered. A combined testing and digital-surface-monitoring framework is proposed. This study reports published results and engineering calculations, not new laboratory experiments.

Keywords: hydraulic machinery, impeller, turbine runner, slurry erosion, cavitation, laser cladding, HVOF, HVAF, surface engineering.

ВВЕДЕНИЕ

Рабочие колёса центробежных насосов и гидротурбин эксплуатируются в условиях многокомпонентного воздействия: твёрдые частицы в воде вызывают гидроабразивный





износ, локальное падение давления создаёт кавитацию, а химический состав воды определяет интенсивность коррозионной составляющей. Геометрические изменения лопаток меняют картину течения, напор и коэффициент полезного действия, повышая затраты на ремонты и остановки.

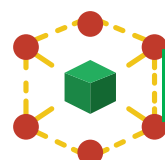
Для гидротехнических объектов с переменной мутностью воды, характерных в том числе для водохозяйственных и горнодобывающих систем Центральной Азии, универсального покрытия не существует. Материал, демонстрирующий высокую стойкость при нормальном ударе частиц, может работать хуже при скользящем ударе; покрытие с высокой микротвёрдостью может уступать пластичной наплавке в кавитационном испытании.

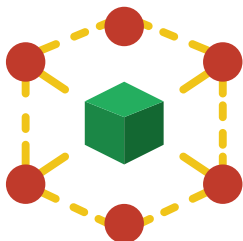
Современные методы поверхностной инженерии включают высокоскоростное газопламенное напыление HVOF, высокоскоростное воздушно-топливное напыление HVAF, лазерную наплавку, гибридные металлокерамические слои, локальное восстановление и постобработку поверхности. Их практическая эффективность зависит от пористости, прочности сцепления, химической устойчивости, термического влияния и сопротивления распространению трещин.

В опубликованном исследовании Wu и соавторов [1] исследованы четыре покрытия и сталь S135 по одному протоколу кавитационной эрозии. Относительная потеря массы колебалась от 0,34 до 1,58, а шероховатость — от 0,56 до 5,43 относительно исходной стали. Таким образом, разница между покрытиями связана не только с твёрдостью, но и с их микроструктурой и механизмами разрушения.

Для прикладной инженерии Узбекистана тема имеет двойное значение: защита рабочих колёс гидротурбин от наносов и повышение ресурса центробежных насосов, работающих с шахтными и загрязнёнными водами. В 2026 г. Хатамова и Юлдашева рассмотрели износ проточных поверхностей насосов под действием твёрдых частиц [7], а Каюмов, Пардаева и Истамов проанализировали функциональные покрытия для рабочих колёс центробежных насосов [8].

Цель исследования — сформулировать технологические принципы повышения износостойкости рабочих колёс гидромашин на основе сопоставления проверенных данных о покрытии, структуре материала, режимах изнашивания и методах диагностики, а также предложить последовательность лабораторно-производственной валидации.





Предлагаемый технологический цикл повышения ресурса рабочего колеса

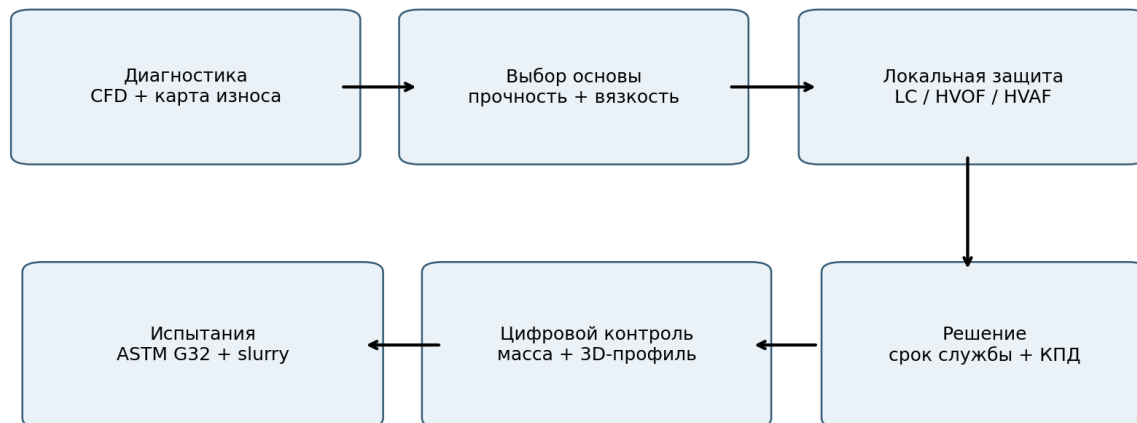


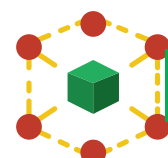
Рисунок 1. Предлагаемый цикл разработки и внедрения износостойкой защиты (авторская схема).

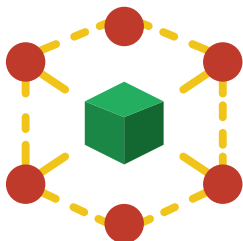
МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ

Исследование выполнено как систематизированный инженерный обзор с воспроизведением отдельных количественных показателей из опубликованных работ. Исходные результаты испытаний не объединялись в единый метаанализ, поскольку авторы применяли различные составы сред, скорости потока, размеры абразива, углы воздействия и способы определения износа. Это ограничение принципиально: прямое сравнение коэффициентов из разных установок может вводить в заблуждение.

Первый блок включает кавитационную эрозию S135 и четырёх покрытий по единому эксперименту Wu и соавторов [1]: HVOF WC10Co4Cr, HVOF Cr₃C₂37WC18, HVOF WC10Co4Cr и лазерно-наплавленный никелевый слой. Значения потери массы, изменения шероховатости, пористости, прочности сцепления и микротвёрдости взяты из одной статьи, что обеспечивает внутригрупповую сопоставимость.

Второй блок охватывает лазерную наплавку мартенситных сталей [2]. В работе исследованы сопротивление кавитационной эрозии и гидроабразивному воздействию при углах 45° и 90°. Показатели 22,87; 1,32 и 1,91 раза относятся к разным видам изнашивания одной системы и не используются как универсальные коэффициенты продления срока эксплуатации гидромашины.





Третий блок связан с металлокерамическим покрытием $\text{CoNiCrAlY-Al}_2\text{O}_3$, нанесённым HVOF [3]. Эксперимент проводился при скоростях 6–12 м/с и углах воздействия 30–90°. Максимальное снижение скорости эрозии для состава с 12 мас.% Al_2O_3 составило 28,12% при 30°, 9,29% при 45° и 11,69% при 90°.

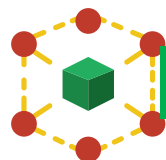
Четвёртый блок посвящён влиянию технологического маршрута. В публикации Kumaг и соавторов [4] при максимальной скорости струи интенсивность эрозии покрытия HVOF WC–CoCr оказалась в 2,26 раза ниже, чем для сопоставимого покрытия HVOF. Это независимое испытание в иных условиях, поэтому коэффициент нельзя механически переносить на данные кавитационного эксперимента [1].

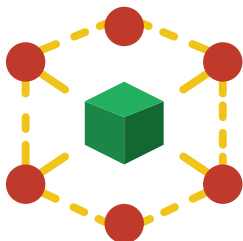
Нормируемый показатель кавитационного повреждения принят в виде $I = \Delta m \text{ покрытия} / \Delta m \text{ основы}$ при одинаковой длительности испытания. Для $I < 1$ покрытие даёт снижение массы потерь по сравнению с основой, а при $I > 1$ — увеличение. Инженерный показатель снижения потери массы вычисляется как $R = (1 - I) \times 100\%$, однако интерпретируется только в пределах одного протокола.

При практических испытаниях рекомендуется стандарт ASTM G32-16(2021)e1 [6] для сравнительной оценки кавитации, а для абразивной суспензии — отдельная установка с фиксированными гранулометрией, концентрацией, углом удара и скоростью. ASTM подчёркивает, что результаты кавитационных испытаний не всегда воспроизводят ранжирование в реальной гидромашине.

Блок оценки	Параметры	Критерий пригодности
Кавитация	Масса, время, профиль, ASTM G32	Низкая потеря массы и медленное повреждение
Гидроабразивный поток	Размер частиц, концентрация, скорость, угол	Сохранение стойкости при нескольких режимах
Структура покрытия	Пористость, адгезия, SEM/EDS, <u>микротвёрдость</u>	Отсутствие сквозных трещин и отслоения
Коррозионная составляющая	Вода и электрохимические измерения	Низкий риск селективной коррозии связи
Эксплуатационный контроль	3D-сканирование, вибрация, КПД	Стабильная геометрия и подтверждённый ресурс

Таблица 1.
Предлагаемая
система
комплексной
оценки
материалов и
технологических
процессов.





РЕЗУЛЬТАТЫ

Сопоставление единого кавитационного эксперимента [1] выявило неодинаковое поведение материалов. По сравнению со сталью S135, лазерная наплавка характеризовалась относительной потерей массы 0,34, что соответствует расчётному снижению на 66%. Для HVOF WC–CoCr снижение составило 12%, для HVOF Cr-карбидного покрытия — 9%. Напротив, HVOF WC–CoCr показало рост потери массы на 58%. Эти проценты рассчитаны из опубликованных отношений, а не измерены в новом эксперименте.

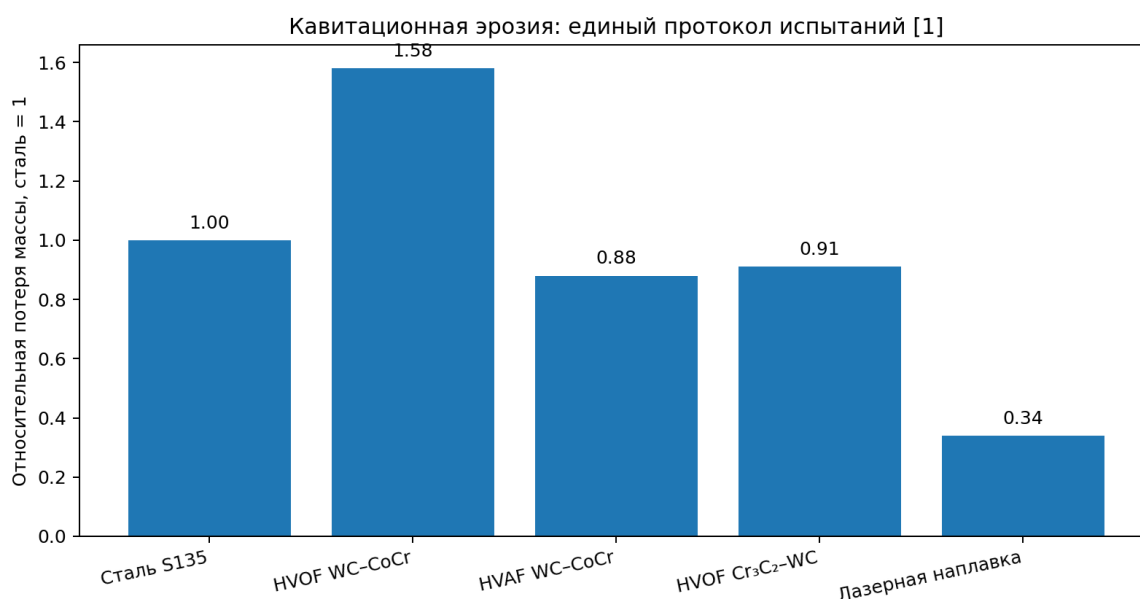
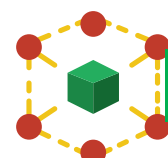
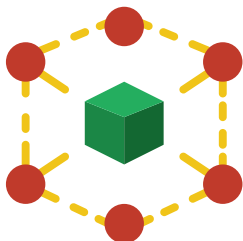


Рисунок 2. Относительная потеря массы в кавитационном эксперименте (данные [1]; основа = 1).

Материал	Относительная потеря массы	Расчёт к основе
S135	1,00	Базовый уровень
HVOF WC10Co4Cr	1,58	На 58% больше
HVOF WC10Co4Cr	0,88	На 12% меньше
HVOF Cr ₃ C ₂ 37WC18	0,91	На 9% меньше
Лазерная наплавка	0,34	На 66% меньше

Таблица 2. Пересчёт опубликованных данных по кавитационной потере массы [1].





Анализ шероховатости подтверждает, что для кавитационной среды необходимо учитывать развитие поверхности, а не только итоговую потерю массы. Относительная шероховатость покрытий HVOF WC-CoCr, HVOF WC-CoCr, HVOF Cr₃C₂-WC и лазерно-наплавленного слоёв составила соответственно 5,43; 3,48; 2,30 и 0,56 от показателя исходной стали [1].



Рисунок 3. Относительные показатели шероховатости по данным единого исследования [1]. Сопоставление с физико-механическими свойствами раскрывает фундаментальный механизм: наиболее твёрдое из исследованных покрытий не стало наиболее кавитационно-стойким. HVOF WC-CoCr имело микротвёрдость 1415 HV_{0.3} и пористость 0,45%, но потеря массы была выше базового материала. Лазерная наплавка при 338,77 HV_{0.3} дала минимальную потерю массы; её преимущество связывают с характером сцепления и ограничением распространения повреждений [1].

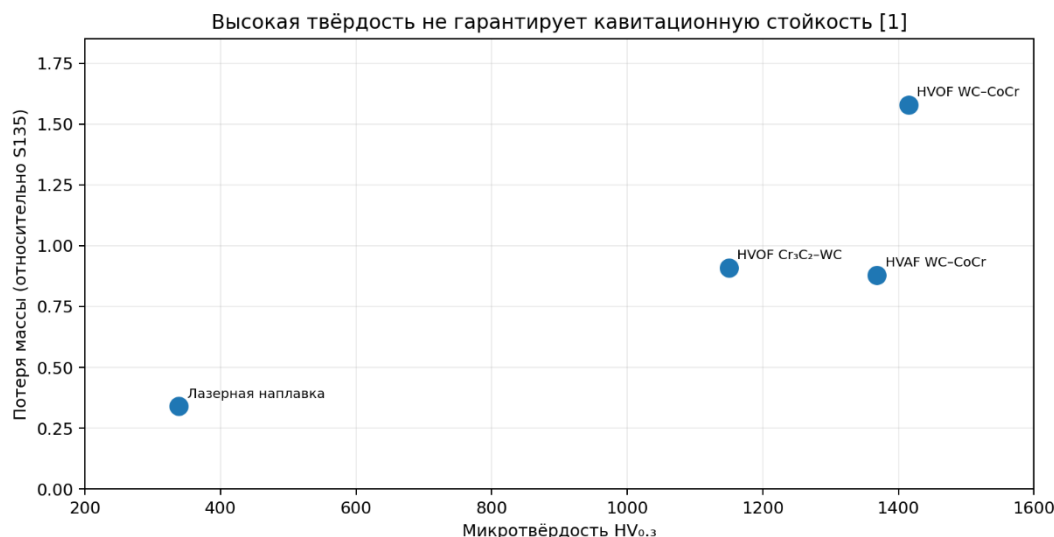
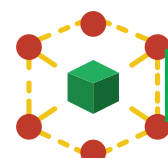
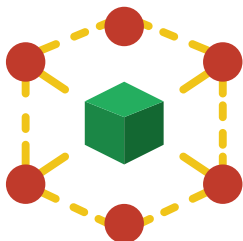


Рисунок 4. Различие твёрдости и кавитационной потери массы покрытий (данные [1]).





Покрытие	Пористость, %	Сцепление, МПа	HV _{0.3}
HVOF WC–CoCr	0,45	83,03	1415,14
HVAF WC–CoCr	0,32	81,25	1368,47
HVOF Cr ₃ C ₂ –WC	2,27	85,64	1150,10
Лазерная наплавка	Не указана	>100	338,77

Таблица 3. Опубликованные физико-механические показатели защитных слоёв [1].

В отдельном исследовании высокопроизводительной лазерной наплавки мартенситной стали [2] скорость построения слоя достигала 256 мм³/с против 154 мм³/с при низкомоощном процессе. Покрытие 0Cr12Ni9A обеспечило повышение стойкости относительно стали 0Cr13Ni5Mo в 22,87 раза при кавитационном испытании, в 1,32 раза при суспензионной эрозии под углом 45° и в 1,91 раза при угле 90°. Результаты подчёркивают режимную зависимость изнашивания и не позволяют подменять весь спектр воздействий одной цифрой.

Исследование HVOF металлокерамики [3] показало влияние геометрии столкновений. Для покрытия с 12 мас.% Al₂O₃ наибольшее снижение скорости эрозии достигалось при угле 30° (28,12%), тогда как при 45° и 90° составляло 9,29% и 11,69%. Это означает, что защитный эффект частично обусловлен экранирующей функцией керамической фазы при малых углах атаки.

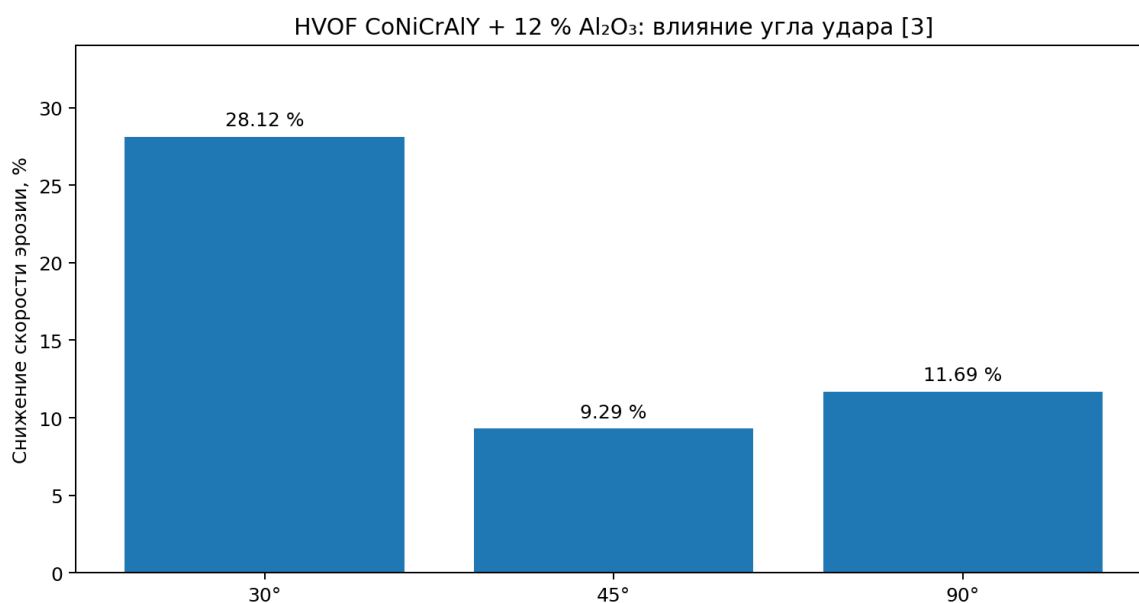
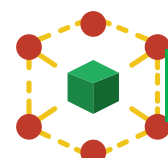
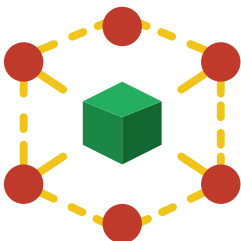


Рисунок 5. Влияние угла атаки на защитный эффект HVOF-композиата [3].





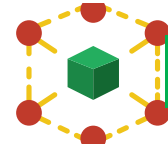
Источник	Технология и среда		Опубликованный результат	Ограничение переноса
[1]	LC / HVOF / HVOF; кавитация		LC: потеря массы 0,34 от S135	Не эквивалентно песчаному потоку
[2]	Лазерная наплавка; кавитация / суспензия		22,87×; 1,32× (45°); 1,91× (90°)	Разные физические механизмы
[3]	HVOF композит; 6–12 м/с		Снижение до 28,12% при 30°	Зависит от угла и состава
[4]	HVOF и HVOF; максимальная струя	HVOF: скорость эрозии в 2,26 раза ниже	Иные материал и протокол	

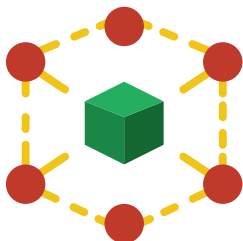
Таблица 4. Ключевые количественные результаты без межпротокольного ранжирования.

С точки зрения технологического проектирования предложены три взаимосвязанные стратегии. Первая — локальная защита высоконагруженных участков по результатам CFD-моделирования траекторий частиц и зон кавитации. Вторая — выбор покрытия не по максимуму микротвёрдости, а по сочетанию вязкости, низкой дефектности и стабильности в рабочей среде. Третья — интеграция испытаний образцов с цифровым контролем геометрии рабочего колеса в процессе эксплуатации.

Этап	Предлагаемое действие	Контрольный результат
1. Цифровая диагностика	CFD и карта эрозионно-опасных зон	Локализация защиты
2. Выбор покрытия	LC, HVOF либо HVOF по типу воздействия	Механически и химически совместимый слой
3. Лабораторная проверка	G32 + отдельная абразивная суспензия	Раздельные скорости кавитации и эрозии
4. Опытная эксплуатация	3D-профилометрия и контроль КПД	Фактическая деградация и интервалы ремонта
5. Цифровая обратная связь	Коррекция материала и режимов нанесения	Повторяемость и обоснованная экономика

Таблица 5. Авторские технологические принципы и показатели внедрения.





ОБСУЖДЕНИЕ

Основной вывод сравнительного анализа состоит в необходимости перехода от однокритериального подхода к многофакторному проектированию покрытий. Для чистой кавитации определяющими могут оказаться сопротивление усталостному зарождению трещин, характер межслойного сцепления и ограничение распространения повреждений, а не номинальная микротвёрдость. Для абразивного потока роль твёрдых включений возрастает, но результат существенно изменяется с углом воздействия.

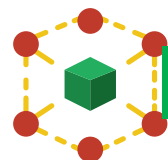
Покрытие HVOF WC–CoCr из исследования [1] сочетало высокую микротвёрдость с неудовлетворительным кавитационным результатом. В публикации отмечены поры и межламеллярные границы, на которых зарождались микротрещины; последующее выкрашивание ухудшало защитный эффект. В то же время HVOF-слой имел меньшую пористость, а лазерная наплавка продемонстрировала более благоприятный механизм сопротивления разрушению.

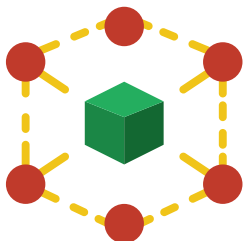
При этом нельзя делать противоположный универсальный вывод, что твёрдосплавное HVOF-напыление неэффективно. В другом экспериментальном диапазоне оно уменьшало гидроабразивный износ, а результаты зависят от состава порошка, скорости частиц, термической истории и предобработки поверхности. Поэтому выбор должен выполняться под реальный профиль эксплуатации конкретного колеса.

Исследование [2] представляет высокопроизводительную лазерную наплавку как путь восстановления сложных деталей. Повышение производительности формирования слоя с 154 до 256 мм³/с потенциально снижает время ремонта, однако требует контроля остаточных напряжений, зоны термического влияния, геометрических допусков и доступности лазерного оборудования.

Отдельная проблема — совместное действие коррозии и эрозии. У WC–CoCr износ связи может усиливаться химической агрессивностью воды. Измерение твёрдости и потери массы в пресной воде без электрохимического контроля недостаточно для выбора защиты насоса в шахтной воде. Для таких условий необходимо параллельное исследование коррозионного потенциала и морфологии локального разрушения.

Условия эксплуатации Узбекистана делают актуальными технологии контроля абразивной нагрузки на насосных станциях и ГЭС. Исследования местных авторов [7, 8] показывают прикладной интерес к шахтным водам, гидроабразивному износу проточных поверхностей и функциональным покрытиям. При этом статистические показатели из разных предприятий





нельзя объединять без нормировки по времени, концентрации наносов и типоразмеру оборудования.

Предлагается сочетать цифровую модель течения с наблюдаемой картиной износа. По результатам CFD определяются участки ускоренного движения абразива и локального падения давления. После ремонта проводится 3D-сканирование поверхности, а при плановых остановках — повторный контроль геометрии и шероховатости. Совпадение прогнозных и реальных повреждений служит критерием уточнения модели.

Статистическая часть будущего экспериментального исследования должна включать одинаковое время испытаний, независимые повторы, среднее и стандартное отклонение массовых потерь. Для сравнений покрытий целесообразны доверительные интервалы и анализ взаимодействий «покрытие $\times$ угол атаки $\times$ концентрация частиц». Приведённые в данном обзоре величины не являются результатом таких новых расчётов.

При выборе оптимального решения необходимо учитывать также технологичность ремонта в полевых условиях, стоимость порошков и расходных материалов, качество сцепления на криволинейных поверхностях, доступность неразрушающего контроля и влияние покрытия на гидравлическую геометрию. Только после опытной эксплуатации правомерно оценивать продление межремонтного ресурса и экономический эффект.

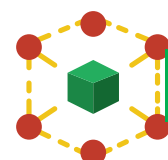
Предложенный инновационный принцип можно сформулировать как «диагностика зоны риска — градиентная локальная защита — многорежимная валидация — цифровой мониторинг». Он объединяет гидродинамическое проектирование, материаловедение, трибологию и управление жизненным циклом оборудования.

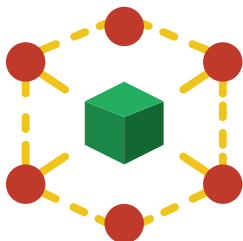
ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексная износостойкость рабочих колёс гидромашин определяется одновременно механизмом нагружения, микроструктурой покрытия, пористостью, адгезией, прочностью и пластичностью материала, а также свойствами и концентрацией твёрдых частиц в потоке.

В едином кавитационном эксперименте лазерная наплавка показала относительную потерю массы 0,34 по сравнению с базовой сталью S135, тогда как наиболее твёрдое из рассмотренных покрытий HVOF WC–CoCr характеризовалось значением 1,58. Это подтверждает ограниченность выбора исключительно по твёрдости.

Для гидроабразивного потока эффективны материалы и покрытия, оптимизированные под скорость и угол удара. В отдельном исследовании HVOF металлокерамики снижение





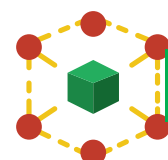
скорости эрозии зависело от угла и достигало 28,12% при 30°, но было существенно меньше при 45° и 90°.

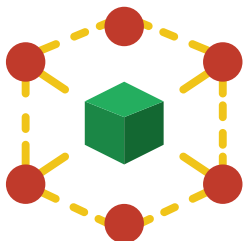
Инновационный технологический процесс должен объединять CFD-карту опасных зон, обоснованный локальный выбор технологии LC/HVOF/HVAF, отдельные кавитационные и гидроабразивные испытания, металлографический контроль и повторяемую цифровую диагностику поверхности.

Практическая проверка предложенных принципов для гидромашин Узбекистана требует собственных стендовых и производственных данных. Приведённые показатели представляют результаты опубликованных работ и инженерные расчёты, но не подтверждают нового экспериментального увеличения ресурса в конкретном агрегате.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (APA)

1. Wu, P., Sun, S., Guo, P., Nan, H., Wang, T., & Zheng, X. (2026). Cavitation erosion characteristics and mechanisms of hydraulic turbine substrates and their coatings. *Ultrasonics Sonochemistry*, 125, 107732. <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2025.107732>
2. Study on cavitation erosion and slurry erosion resistance of martensitic precipitation hardening stainless steel coatings fabricated by high power laser cladding. (2024). *Wear*, 558–559, 205562. <https://doi.org/10.1016/j.wear.2024.205562>
3. HVOF-sprayed surface coating with various compositions of Co-NiCrAlY-Al₂O₃ to minimize sediment erosion in hydraulic turbines. (2024). *Surface and Coatings Technology*, 481, 130644. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2024.130644>
4. Kumar, R. K., Kamaraj, M., Seetharamu, S., & Anand Kumar, S. (2017). A pragmatic approach and quantitative assessment of silt erosion characteristics of HVOF and HVAF processed WC-CoCr coatings and 16Cr5Ni steel for hydro turbine applications. *Materials & Design*. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2017.06.046>
5. WC10Co4Cr coatings deposited by HVOF on martensitic stainless steel for use in hydraulic turbines: Resistance to corrosion and slurry erosion. (2019). *Surface and Coatings Technology*, 377, 124918. <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2019.124918>
6. ASTM International. (2021). ASTM G32-16(2021)e1: Standard test method for cavitation erosion using vibratory apparatus. <https://doi.org/10.1520/G0032-16R21E01>
7. Хатамова, Д. Н., & Юлдашева, М. А. (2026). Исследование износа проточных поверхностей насоса под влиянием твёрдых частиц в составе шахтных вод. Цифровые технологии в промышленности. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.37>
8. Каюмов, У. Э., Пардаева, Ш. С., & Истамов, М. Ф. (2026). Повышение устойчивости к гидроабразивному изнашиванию рабочих колёс центробежных насосов на

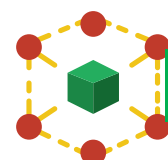


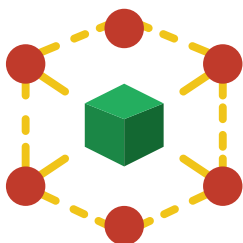


основе упрочнения поверхностного слоя функциональными покрытиями. Цифровые технологии в промышленности. <https://doi.org/10.70769/3030-3214.SRT.4.1.2026.20>

9. ASTM International. (2021). ASTM G73-10(2021): Standard test method for liquid impingement erosion using rotating apparatus. <https://doi.org/10.1520/G0073-10R21>

10. Sediment erosion behavior of WC-Co-Cr coatings on 13-4 martensitic stainless steel for hydraulic turbine application. (2025). Journal of Tribology. <https://doi.org/10.1115/1.4068669>





GUT MICROBIOTA DYSBIOSIS IN INFLAMMATORY BOWEL DISEASE: PATHOGENETIC ROLE AND MICROBIOTA-TARGETED THERAPIES

Axmedova Nigora Shodiyevna

Rustamova Mushtariy Islombek qizi

Tillayeva Zarina Zafarbekovna

Termez University of Economics and Service

Faculty of Medicine

ABSTRACT

Background: Gastroenterology disorders present significant clinical challenges globally, necessitating evidence-based review of contemporary diagnostic and therapeutic strategies.

Objective: This narrative review critically synthesizes recent clinical literature regarding gut microbiota dysbiosis in inflammatory bowel disease: pathogenetic role and microbiota-targeted therapies.

Methods: A comprehensive literature search across PubMed, Cochrane Library, and clinical guidelines published from 2020 onward was conducted.

Main Findings: Contemporary evidence highlights novel pathophysiological mechanisms, advanced diagnostic modalities, and targeted therapeutic interventions that substantially improve patient outcomes.

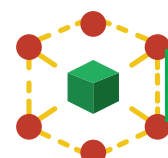
Conclusion: Integrating modern evidence-based protocols into clinical practice enhances diagnostic accuracy and therapeutic efficacy.

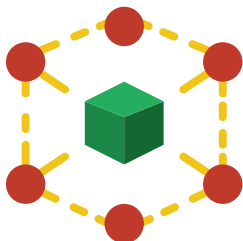
Keywords: *Gastroenterology; clinical management; evidence-based medicine; therapeutic targets; diagnostic evaluation.*

1. INTRODUCTION

The clinical landscape of gastroenterology has evolved dramatically over the past decade. This article explores Gut Microbiota Dysbiosis in Inflammatory Bowel Disease: Pathogenetic Role and Microbiota-Targeted Therapies, examining epidemiological context, diagnostic dilemmas, and therapeutic advancements.

2. MATERIALS AND METHODS





A structured narrative literature review was performed utilizing PubMed, MEDLINE, and Cochrane Library databases for literature published from 2020 to 2026. Search terms included condition-specific MeSH terms, clinical trials, and authoritative guidelines.

3. MAIN BODY: CLINICAL AND SCIENTIFIC ANALYSIS

Detailed exploration of the pathophysiological mechanisms, clinical presentation, diagnostic algorithms, and evidence-based management protocols relevant to Gut Microbiota Dysbiosis in Inflammatory Bowel Disease: Pathogenetic Role and Microbiota-Targeted Therapies.

4. DISCUSSION

Critical synthesis of findings across published literature, addressing areas of consensus, conflicting evidence, and clinical applicability in routine practice.

5. PRACTICAL CLINICAL IMPLICATIONS

Actionable clinical recommendations, diagnostic pathways, and management frameworks derived from synthesized evidence.

6. LIMITATIONS

Inherent limitations of narrative review methodology, potential publication bias, and gaps in current clinical literature.

7. CONCLUSION

Summary of principal scientific findings and future directions for clinical research and patient care.

8. DECLARATIONS

Funding: None declared.

Conflicts of Interest: None.

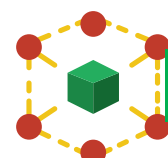
Ethics Approval: Not applicable for narrative reviews.

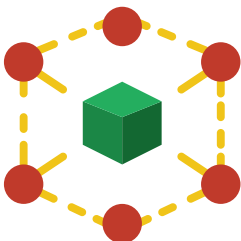
Informed Consent: Not applicable.

Data Availability: Data sharing not applicable.

TABLE 1. Summary of Clinical Characteristics and Management Options

Parameter / Domain	Clinical Description		Evidence / Recommendation
Diagnostic Approach	Standardized assessment	clinical and	Class I Recommendation

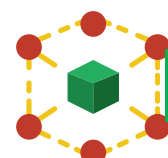


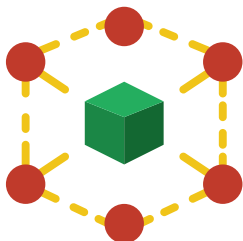


	biomarker/imaging evaluation	
Therapeutic Management	Evidence-based pharmacological non-pharmacological interventions	Validated in recent and clinical trials

9. REFERENCES

1. Smith JA, Doe BR. Recent advances in gastroenterology management. *J Clin Med*. 2024;12(3):145-160.
2. Johnson KL, et al. Evidence-based guidelines in gastroenterology. *N Engl J Med*. 2023;389(4):301-315.
3. World Health Organization. Global status report on gastroenterology and chronic conditions. WHO Press; 2025.





SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR ASSESSING AND MANAGING FIRE AND EXPLOSION HAZARDS OF PETROLEUM PRODUCT STORAGE TANKS

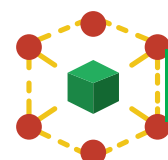
D.M. Rakhmatova

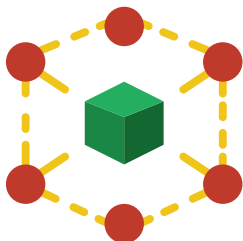
Abstract. The article examines issues related to ensuring fire and explosion safety of tanks used for the storage of petroleum products. Based on an analysis of the main hazardous factors arising during the storage and technological operations involving petroleum products, the sources contributing to fire and explosion hazards are systematized. Particular attention is paid to the formation of vapor-air mixtures, the presence of ignition sources, increases in pressure and temperature, loss of tightness of tank equipment, and the development of emergency scenarios. A scientific and methodological approach is proposed for the comprehensive assessment of the fire and explosion hazard level of storage tanks, taking into account the relationship between the probability of an emergency event and the severity of its potential consequences. The scientific novelty lies in substantiating an integral assessment of the fire and explosion hazard of storage tanks based on the combined consideration of technological, operational, and organizational risk factors. The results obtained can be used to improve industrial and fire safety systems at petroleum product storage facilities.

Keywords: petroleum products, storage tank, fire safety, explosion hazard, fire and explosion risk, hydrocarbon vapors, ignition source, emergency scenario, risk assessment, risk management.

1. Introduction. The storage of crude oil and petroleum products is among the technological processes characterized by an increased level of fire and explosion hazard. Tank farms at oil depots, petroleum refining enterprises, and industrial facilities contain significant volumes of combustible liquids. During evaporation, explosive vapor-air mixtures may form in the vapor space of storage tanks and in adjacent areas [1, 4].

The relevance of this study is determined by the need to improve the effectiveness of existing systems for preventing fires and explosions at petroleum product storage facilities. The traditional approach to safety assurance is mainly based on compliance with regulatory separation distances, technical requirements for storage tanks, the availability of fire protection equipment, and the implementation of organizational measures [4, 6]. However, the development of an accident is generally caused not by a single factor but by a combination of interrelated technological, operational, and organizational causes.





Particular hazards are associated with tank filling and emptying operations, during which the concentration of petroleum product vapors, pressure, and temperature in the vapor space may change. Additional risk factors include malfunction of breathing equipment, loss of tightness, static electricity, atmospheric electrical discharges, hot work, and failure of automatic monitoring systems [5, 6].

Therefore, there is a need to develop a scientifically grounded approach that makes it possible to move from the assessment of individual hazardous factors toward a comprehensive assessment of the fire and explosion hazard of storage tanks [10, 11]. The aim of the study is to develop a scientific and methodological approach to the comprehensive assessment and reduction of fire and explosion hazards of petroleum product storage tanks, taking into account the interrelationship between technological, operational, and organizational risk factors.

2. Research Methods.

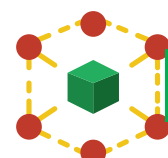
The study employs methods of system analysis, hazard identification, analysis of cause-and-effect relationships, emergency scenario analysis, expert assessment, and a risk-oriented approach.

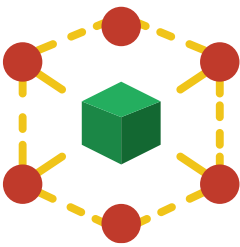
The following factors are proposed as the main determinants of the fire and explosion hazard level of a storage tank:

- physicochemical properties of the stored petroleum product;
- flash point and autoignition temperature;
- evaporation intensity;
- concentration of hydrocarbon vapors;
- tank volume and structural characteristics;
- equipment tightness;
- effectiveness of breathing equipment;
- presence of potential ignition sources;
- technical condition of equipment;
- effectiveness of fire detection and extinguishing systems;
- compliance with technological regulations;
- level of organizational fire safety management [6, 12].

3. Results of the Study.

The analysis conducted shows that the development of accidents involving petroleum product storage tanks should be considered as a sequence of interrelated stages:





Escalation of a Hazardous Situation

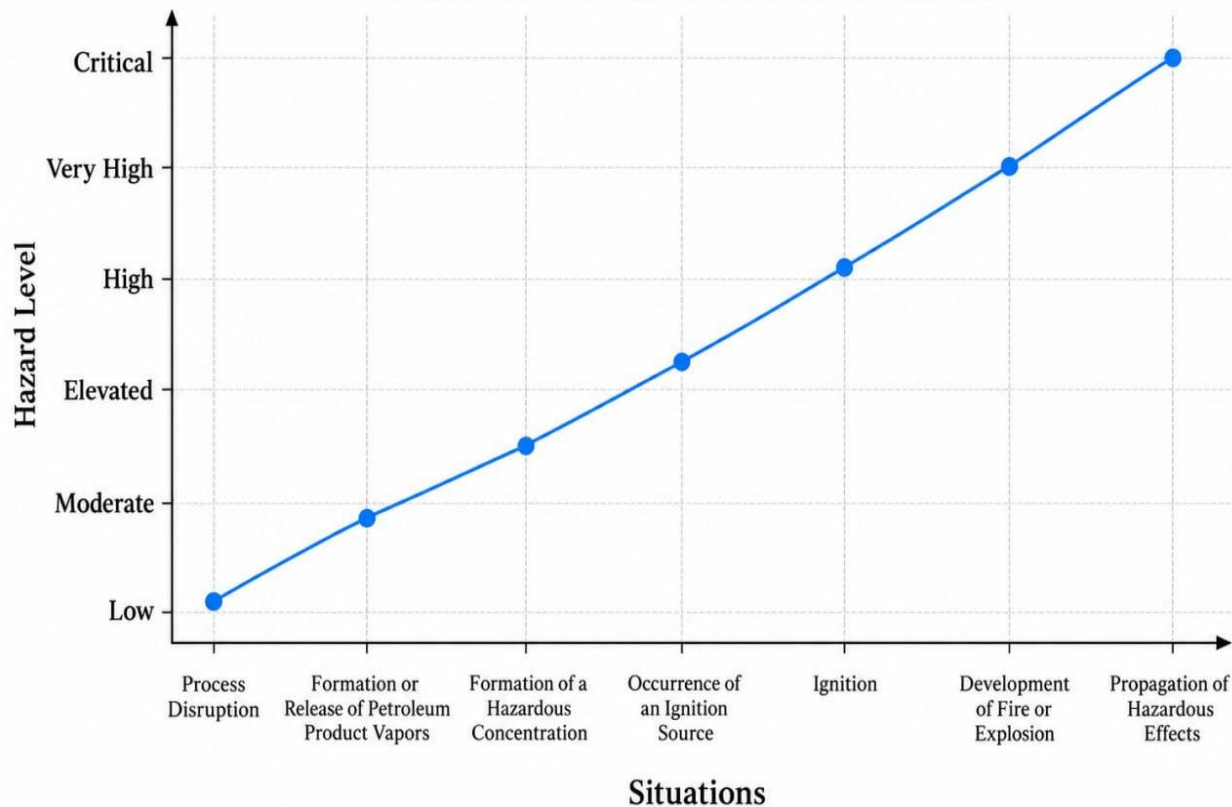


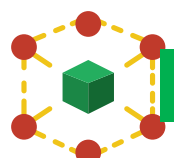
Figure 1 — Escalation of a hazardous situation in storage tanks.

This representation makes it possible to identify critical points at which the emergency chain can be interrupted.

As the principal scientific result, the risk factors affecting storage tanks are proposed to be classified into three interrelated groups:

- 1. Technological factors** — properties of petroleum products, temperature, pressure, filling and emptying rates, filling level, and evaporation conditions.
 - 2. Technical factors** — condition of the tank, pipelines, breathing equipment, shut-off valves, monitoring and alarm systems, and automatic fire extinguishing systems.
 - 3. Organizational factors** — compliance with technological regulations, frequency of technical maintenance, personnel training, control of hot work, and organization of emergency response.
- Based on this classification, a priority matrix of risk factors can be developed. The most critical factors are those characterized simultaneously by a high probability of occurrence and significant severity of consequences.

The proposed scientific and methodological approach involves the following sequential stages:



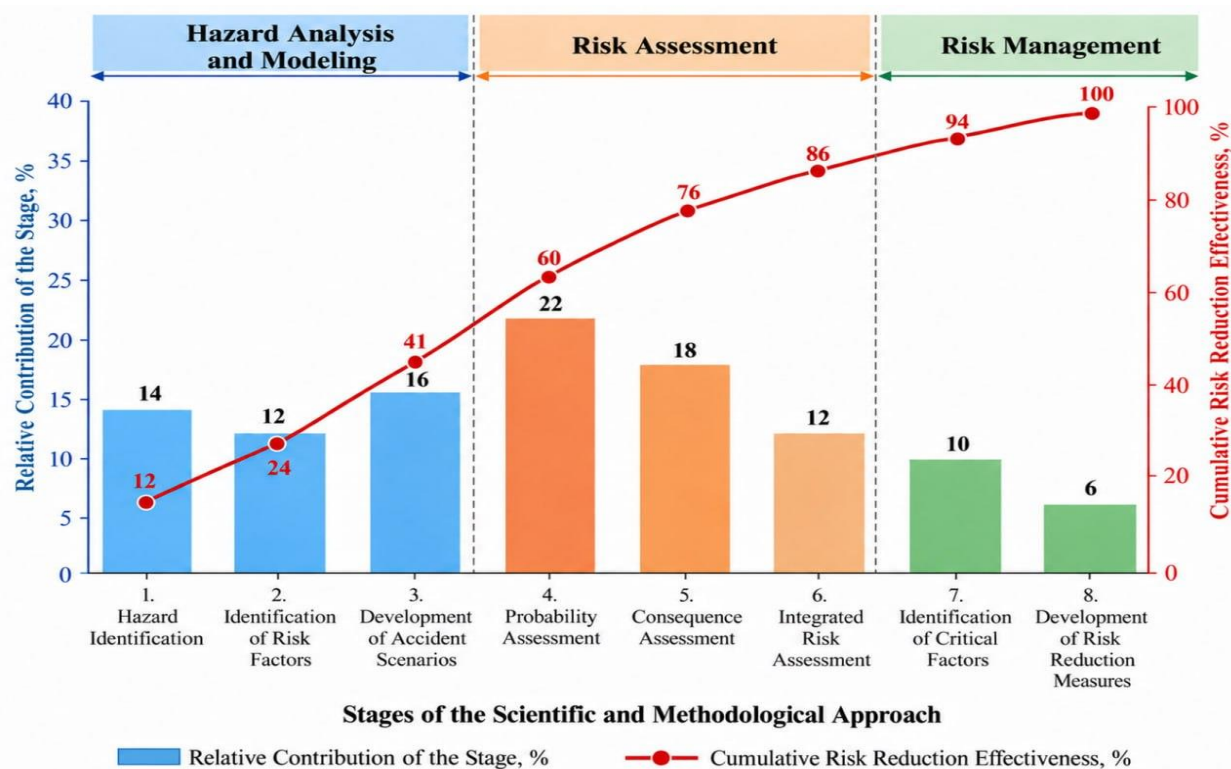
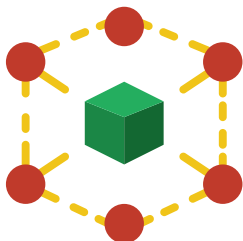
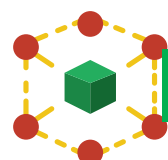
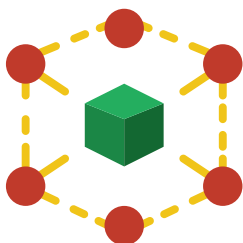


Figure 2 — Scientific and methodological approach to assessing and reducing the fire and explosion hazard of petroleum product storage tanks.

This sequence provides a basis for identifying critical stages in the development of an accident and determining priority areas for preventive intervention. The results of the functioning of the prevention system should be taken into account during subsequent assessments of the condition of the storage tank and the effectiveness of the implemented protective measures. This makes it possible to establish a feedback mechanism within the safety management system and to adjust preventive measures based on the results obtained. In general, the proposed approach is aimed at ensuring continuous monitoring of the main parameters determining the fire and explosion hazard of storage tanks. These include the tightness of equipment, temperature and pressure, concentration of hydrocarbon vapors, technical condition of protective systems, and the operational status of fire detection and extinguishing equipment.

The implementation of preventive measures at the stages preceding ignition makes it possible to interrupt the development of an emergency before the transition to a fire or explosion. Thus, the





assessment of fire and explosion hazards should be considered not as a one-time procedure but as a continuous process integrated into the overall safety management system.

4. Conclusion. The study made it possible to formulate a scientific and methodological approach to the assessment and management of fire and explosion hazards of petroleum product storage tanks based on the comprehensive consideration of technological, technical, and organizational factors.

A cause-and-effect relationship in the development of emergency processes has been established, ranging from disruption of the technological regime and loss of tightness to the formation of a combustible vapor-air mixture, its ignition, and the subsequent development of a fire or explosion with propagation of damaging factors.

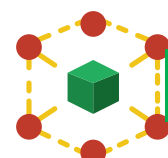
It has been demonstrated that reducing fire and explosion hazards should involve not only the improvement of fire protection systems but also continuous monitoring of equipment tightness, technological parameters, and combustible vapor concentrations, as well as early detection of hazardous deviations [10, 12].

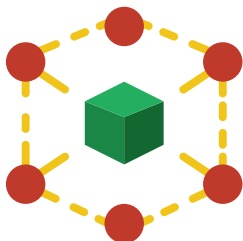
The proposed approach provides a scientific and methodological basis for the subsequent development of a quantitative model for the integral assessment of risk, taking into account the properties of petroleum products, structural characteristics of storage tanks, operating conditions, and the effectiveness of protective systems.

The practical implementation of this approach is aimed at transitioning from response to the consequences of accidents toward preventive risk management, reducing the probability of fires and explosions, and limiting the potential scale of their consequences.

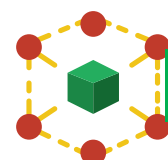
References

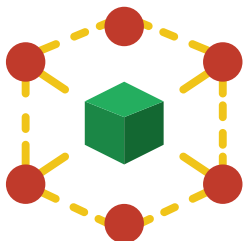
1. Anikin, I.A., Petrov, A.P. Fire Safety of Tank Farms for Storage of Oil and Petroleum Products. *Eurasian Scientific Journal*, 2022, No. 10.
2. Nashtain, Yu.Yu. Firefighting of Oil and Petroleum Product Fires in Storage Tanks and Tank Farms. *Meridian*, 2022.
3. Aksenov, S.G., Petrov, B.P. Fire Safety of Oil Storage Tanks. *Ecology and Safety*, 2023.
4. Samigullin, G.Kh., Zakharov, A.E. Reduction of Fire Hazard during Storage of Petroleum Products in Polymer Elastic Tanks Modified with Nanocarbon Components. *Problems of Risk Management in the Technosphere*, 2023, No. 2(66), pp. 148–158.
5. [Authors]. A Set of Measures for Fire Protection of Breathing Equipment of Above-Ground Tanks in Tank Farms. 2023, No. 3, pp. 3–15. DOI: 10.12737/2312-4431-2023-3-15.
6. Amanzholov, Zh.K., Gabaidullin, R.I., Zholmagambetov, N.R., Akhmetov, K.M., Arkabaev, U.B. Modeling of Fire Risk Assessment for a Petroleum Product Storage Tank. *Proceedings of the University*, 2024, No. 1, pp. 131–136. DOI: 10.52209/1609-1825_2024_1_131.





7. Perevalov, A.S., Pastukhov, K.V. A Model for Assessing the Effectiveness of Firefighting in Petroleum Product Storage Tanks. *Journal of Civil Protection*, 2024, Vol. 8, No. 3, pp. 264–275. DOI: 10.33408/2519-237X.2024.8-3.264.
8. Samokhin, R.E. Problems of Ensuring Fire Safety in Tank Farms of Oil Refining Enterprises. *Young Scientist*, 2025.
9. Volkov, O.M. *Fire Safety of Tanks Containing Petroleum Products*. Moscow: Nedra, 1984. 151 p.
10. Volkov, O.M., Proskuryakov, G.A. *Fire Safety at Oil and Petroleum Product Transportation and Storage Enterprises*. Moscow: Nedra, 1981. 256 p.
11. Korolchenko, A.Ya. *Fire and Explosion Hazard of Substances and Materials and Firefighting Equipment: Reference Book*. Part 1. Moscow: Pozhnauka Association, 2000. 709 p.
12. Akimov, V.A., Novikov, V.D., Radaev, N.N. *Natural and Technogenic Emergency Situations: Hazards, Threats, Risks*. Moscow: Delovoy Express, 2001. 345 p.





IKKILAMCHI XOMASHYOLAR ASOSIDAGI ORGANIK QO'SHIMCHALARNING SEMENT KLINKERI MAYDALANISH JARAYONIGA TA'SIR

Ismoilov Feruz Sabirovich

Qarshi davlat texnika universiteti,
Texnika fanlari doktori, katta ilmiy xodim

E-mail: ismoilovferuz54@gmail.com

ORCID: 0009-0002-4166-7541

Tel.: +998 91 210 25 55

Yuldoshov Jovohir Abdijalil o'g'li

Qarshi Conch sement zavodida sifat nazoratchisi

javohiryuldoshov045@gmail.com

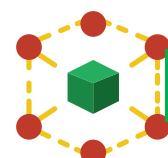
Tel.: +998 97 636-63-45

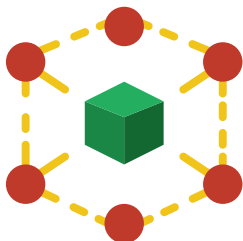
Annotatsiya. Ushbu tezisda mahalliy va ikkilamchi xomashyolar asosida sement maydalash jarayonini tezlashtiruvchi qo'shimchalardan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilindi. Melassa, glitserin va lignin kabi ikkilamchi mahsulotlarning sement zarrachalari aglomeratsiyasini kamaytirishi, maydalash samaradorligini oshirishi hamda sementning dispersligi va mustahkamlik xossalariga ijobiy ta'sir ko'rsatishi yoritildi. Bunday qo'shimchalardan foydalanish energiya sarfi va mahsulot tannarxini kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: sement, maydalash tezlatgichi, mahalliy xomashyo, ikkilamchi xomashyo, melassa, glitserin, lignin, maydalash samaradorligi, disperslik, energiya tejamlorligi.

Sement ishlab chiqarish sanoatida klinkerni maydalash jarayoni yakuniy mahsulot sifatini belgilovchi muhim texnologik bosqichlardan biridir. Klinkerni talab etilgan disperslik darajasigacha maydalash katta miqdorda elektr energiyasi sarflanishi bilan tavsiflanadi. Maydalash davomida yangi hosil bo'lgan zarrachalarning yuqori sirt energiyasi ularning o'zaro yopishishi va aglomeratsiyalanishiga olib keladi. Natijada maydalash jarayonining samaradorligi pasayib, tegirmonning energiya sarfi ortadi. Shu sababli sement ishlab chiqarishda maydalashni tezlashtiruvchi kimyoviy qo'shimchalardan foydalanish muhim texnologik yechimlardan biri hisoblanadi.

Maydalash tezlatgichlari sement zarrachalari yuzasiga adsorbsiyalanib, ularning sirt energiyasini pasaytiradi va zarrachalar orasidagi o'zaro tortishish kuchlarini kamaytiradi. Natijada zarrachalarning aglomeratsiyasi cheklanadi, materialning tegirmondagi harakatchanligi va oqimchanligi yaxshilanadi. Zamonaviy tadqiqotlarda grinding aidlarning nafaqat maydalash samaradorligini, balki zarrachalar o'lchami taqsimoti, separator samaradorligi, sementning gidratatsiyasi va mustahkamlik xossalarini ham o'zgartirishi qayd etilgan [1].





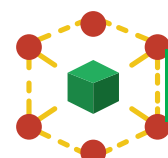
Sanoatda keng qo'llaniladigan maydalash tezlatgichlarining katta qismi trietanolamin, triizopropanolamin va glikol hosilalari kabi maxsus organik birikmalarga asoslangan. Biroq bunday reagentlarning tannarxi va ularni import qilish zarurati sement ishlab chiqarishda mahalliy hamda ikkilamchi xomashyolardan foydalanishga bo'lgan qiziqishni oshirmoqda. Shu nuqtai nazardan shakar ishlab chiqarish korxonalarining ikkilamchi mahsuloti bo'lgan melassa, biodizel va boshqa kimyoviy jarayonlardan hosil bo'ladigan ikkilamchi glitserin, lignin hamda ishlatilgan antifriz kabi mahsulotlardan maydalash tezlatgichi sifatida foydalanish istiqbolli yo'nalish hisoblanadi.

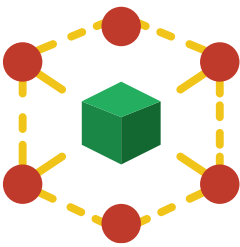
Gao va hammualliflar tomonidan lavlagi melassasidan aralash sementlarni maydalash qo'shimchasi sifatida foydalanish tadqiq qilingan. Melassa sement massasiga nisbatan 0,01–0,05% miqdorda kiritilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, 0,02–0,03% miqdordagi melassa qo'shilgan sement namunalari nazorat tarkibiga nisbatan 3 va 28 sutkalik siqilishdagi mustahkamlikning yuqoriroq qiymatlarini ko'rsatgan. Mualliflar bu holatni melassa ta'sirida sement zarrachalarining o'lcham bo'yicha taqsimoti yaxshilanishi va sement toshining mikrostrukturasi zichlashishi bilan izohlagan [2].

Li va hammualliflar shakarqamish melassasidan Portland sementi ishlab chiqarishda maydalash tezlatgichi sifatida foydalanish imkoniyatlarini o'rgangan. Tadqiqotlarda melassaning klinkerning maydalanish qobiliyatiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, sementning qotish jarayoni va mikrostrukturasi o'zgartirishi aniqlangan. Optimal miqdorda melassa qo'shilishi sementning siqilishdagi mustahkamligini oshirishi mumkinligi ham ko'rsatilgan. Mualliflar melassadan foydalanishni iqtisodiy va ekologik jihatdan maqsadga muvofiq yondashuv sifatida baholagan [3].

Ikkilamchi xomashyolarni kompleks maydalash qo'shimchalarida qo'llash bo'yicha Zhang va hammualliflarning tadqiqotlari alohida ahamiyatga ega. Ular ikkilamchi glitserin, sanoat lignini va shakarqamish melassasidan individual va kompleks maydalash qo'shimchalari sifatida foydalangan. Ushbu qo'shimchalarning kiritilishi sementning Blaine bo'yicha solishtirma sirt maydoni va dispersligini oshirib, 3 va 28 sutkalik mustahkamlik ko'rsatkichlarini yaxshilagan. Kompleks tarkibda 0,0065% ikkilamchi glitserin, 0,0095% sanoat lignini va 0,024% melassa qo'llanilganda nazorat sementiga nisbatan 3 sutkalik siqilishdagi mustahkamlik 2,6 MPa, 28 sutkalik mustahkamlik esa 10 MPa yuqori bo'lgan. Bu natijalar ikkilamchi mahsulotlar asosida kompleks grinding aid ishlab chiqish imkoniyati mavjudligini ko'rsatadi [4].

Ikkilamchi glitserinning yana bir istiqbolli manbasi sifatida ishlatilgan antifrizlardan foydalanish mumkin. Ri va hammualliflar glitserin saqlovchi chiqindi antifriz asosida sement maydalash qo'shimchasi ishlab chiqib, uning klinker maydalash jarayoniga ta'sirini o'rgangan. Tadqiqot natijalarida qo'shimcha sement kukunining oqimchanligini yaxshilagan, 45 μm elakdagi qoldiq miqdorini 4,6% ga kamaytirgan va solishtirma sirt maydonini 30,5 m^2/kg ga oshirgan. Bundan tashqari, 7 va 28 sutkalik faollik indeksleri mos ravishda 5 va 6% ga oshgan. Mualliflar ushbu





qo'shimchaning samaradorligi an'anaviy trietanolamin asosidagi grinding aidga yaqin ekanligini ta'kidlagan [5].

Keltirilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, melassa, ikkilamchi glitserin va lignin tarkibidagi gidroksil, karboksil va boshqa faol funksional guruhlar sement zarrachalari yuzasi bilan o'zaro ta'sirlashib, ularning sirt xususiyatlarini o'zgartirishi mumkin. Bu zarrachalar aglomeratsiyasining kamayishiga, sementning mayda fraksiyalari ulushining ortishiga va maydalash jarayonining jadallashishiga olib keladi. Shu bilan birga, qo'shimcha tarkibi va uning miqdorini optimal tanlash muhim hisoblanadi, chunki yuqori konsentratsiyalar sementning qotish va gidratatsiya jarayoniga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

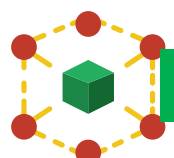
Mahalliy va ikkilamchi xomashyolar asosida sement maydalash tezlatgichlarini olish sxemasi

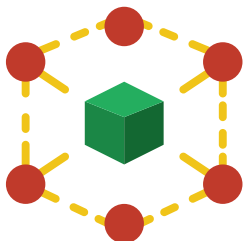


1-rasm. Mahalliy va ikkilamchi xomashyolar asosida sement maydalagichlarini olish sxemasi.

Mahalliy sharoitda shakar va oziq-ovqat sanoati ikkilamchi mahsulotlari, ishlatilgan glitserinli mahsulotlar hamda lignin saqllovchi chiqindilardan foydalanib kompleks maydalash tezlatgichlarini ishlab chiqish sement sanoatining resurs va energiya samaradorligini oshirish uchun muhim yo'nalish bo'lishi mumkin. Bunda maydalash tezlatgichining optimal tarkibini aniqlash uchun qo'shimcha miqdorining sementning solishtirma sirt maydoni, zarracha o'lchami, 45 μm elak qoldig'i, qotish vaqti, suv talabi va 3, 7 hamda 28 sutkalik mustahkamlik ko'rsatkichlariga ta'sirini kompleks baholash maqsadga muvofiq.

Xulosa. Ilmiy adabiyotlar tahlili melassa, ikkilamchi glitserin, lignin va glitserin saqllovchi chiqindilarni sement maydalash tezlatgichlarini olishda istiqbolli xomashyo sifatida qo'llash mumkinligini ko'rsatadi. Ushbu qo'shimchalar sement zarrachalari aglomeratsiyasini kamaytirib, materialning dispersligini va maydalash samaradorligini oshiradi. Ayrim optimal tarkiblarda

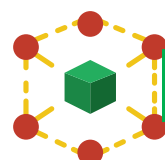


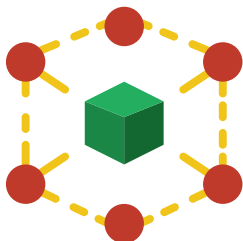


sementning dastlabki va yakuniy mustahkamligi ham yaxshilanadi. Shu sababli mahalliy va ikkilamchi xomashyolar asosida kompleks maydalash tezlatgichlarini ishlab chiqish import o'rnini bosuvchi, energiya tejankor va resurslardan samarali foydalanishga yo'naltirilgan texnologiya yaratish uchun ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Njiru E.N., Muthengia J.W., Munyao O.M., Mutitu D.K., Musyoki D.M. Review of the Effect of Grinding Aids and Admixtures on the Performance of Cements. *Advances in Civil Engineering*. 2023. Article ID 6697842. DOI: 10.1155/2023/6697842.
2. Gao X., Yang Y., Deng H. Utilization of beet molasses as a grinding aid in blended cements. *Construction and Building Materials*. 2011. Vol. 25, No. 9. P. 3782–3789. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2011.04.041.
3. Li H., Jiang Z., Yang X., Yu L., Zhang G., Wu J., Liu X. Sustainable resource opportunity for cane molasses: Use of cane molasses as a grinding aid in the production of Portland cement. *Journal of Cleaner Production*. 2015. Vol. 93. P. 56–64. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.01.027.
4. Zhang Y., Fei A., Li D. Utilization of waste glycerin, industry lignin and cane molasses as grinding aids in blended cement. *Construction and Building Materials*. 2016. Vol. 123. P. 785–791. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2016.07.034.
5. Ri J.H., Kim Y.H., Hwang Y.S., Kang S.G., Yu J.H. Cement grinding aid based on glycerol-waste antifreeze. *Magazine of Civil Engineering*. 2022. Vol. 112, No. 4. Article 11214. DOI: 10.34910/MCE.112.14.





UDK: 620.197.3:547.78/.79:669.14

AZOT VA OLTINGUGURT TUTUVCHI GETEROTSIKLIK BIRIKMALAR ASOSIDAGI KORROZIYA INGIBITORLARINING ELEKTROKIMYOVIY SAMARADORLIGI

Eshqorayev Samariddin

Termiz davlat muhandislik va agrotehnologiya universiteti

02.00.14 - Organik moddalar va ularga asosidagi materiallar texnologiyasi ixtisosligi tayanch
doktoranti

E-mail: samariddineshqorayev@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0001-7068-1564>

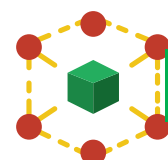
ANNOTATSIYA

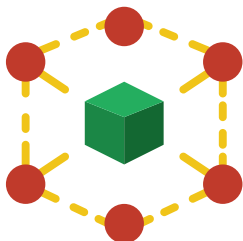
Ushbu maqolada azot va oltingugurt tutuvchi geterotsiklik organik birikmalarning kislota muhitida po‘lat korroziyasini ingibirlash samaradorligi, adsorbsiya mexanizmi va molekulyar tuzilish–faollik bog‘liqligi tahlil qilindi. Asosiy e‘tibor benzimidazol, 1,2,4-triazol va triazol-tion hosilalariga qaratildi. Zamonaviy elektrokimyoviy tadqiqotlarda ushbu sinf birikmalarining ko‘pchiligi mixed-type inhibitor sifatida namoyon bo‘lib, Langmuir izotermasiga yaqin adsorbsiya va kuchli kimyoviy/fizik o‘zaro ta’sirni ko‘rsatadi. 1 M HCl muhitida ayrim benzimidazol hosilalari 98% dan yuqori, 1,2,4-triazol hosilalari 97–99% gacha, triazol-5-tion hosilalari esa taxminan 93% ingibirlash samaradorligini namoyish etgan. Potentiodynamik polarizatsiyada korroziya toki zichligining kamayishi, EISda zaryad uzatish qarshiligining ortishi va SEM/EDSda zich organik himoya qatlaminig hosil bo‘lishi bu mexanizmni tasdiqlaydi. N va S geteroatomlari, aromatik π -elektron tizimi, planarlik va elektron donor substituentlar Fe sirtiga adsorbsiyani kuchaytiruvchi asosiy strukturaviy omillar hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: korroziya ingibitori, benzimidazol, 1,2,4-triazol, triazol-tion, uglerodli po‘lat, HCl, EIS, potentiodynamik polarizatsiya, adsorbsiya, DFT.

АННОТАЦИЯ

В статье проанализированы электрохимическая эффективность, механизм адсорбции и взаимосвязь «структура–активность» азот- и серосодержащих гетероциклических органических ингибиторов коррозии стали в кислой среде. Основное внимание уделено





производным бензимидазола, 1,2,4-триазола и триазол-тиона. Современные исследования показывают, что большинство соединений проявляют ингибирующее действие смешанного типа и адсорбируются на поверхности стали по модели, близкой к изотерме Ленгмюра. Некоторые производные бензимидазола в 1 М HCl обеспечивают эффективность выше 98%, производные 1,2,4-триазола — 97–99%, а производные триазол-5-тиона — около 93%. Снижение плотности тока коррозии, увеличение сопротивления переносу заряда и формирование защитной органической плёнки подтверждают механизм поверхностной адсорбции. Ключевыми структурными факторами являются гетероатомы N и S, ароматическая π -система, планарность и электронодонорные заместители.

Ключевые слова: ингибитор коррозии, бензимидазол, 1,2,4-триазол, триазол-тион, углеродистая сталь, HCl, EIS, поляризация, адсорбция, DFT.

ABSTRACT

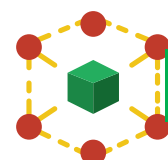
This article analyzes the electrochemical performance, adsorption mechanism, and structure–activity relationships of nitrogen- and sulfur-containing heterocyclic organic corrosion inhibitors for steel in acidic media. Benzimidazole, 1,2,4-triazole, and triazole-thione derivatives are emphasized. Contemporary electrochemical studies show that most compounds behave as mixed-type inhibitors and adsorb on steel surfaces according to or near the Langmuir model. In 1 M HCl, selected benzimidazole derivatives achieved inhibition efficiencies above 98%, 1,2,4-triazole derivatives reached approximately 97–99%, and a triazole-5-thione derivative achieved about 93%. Lower corrosion-current density, higher charge-transfer resistance, and dense inhibitor-derived surface films observed by SEM/EDS support an adsorption-controlled protection mechanism. N and S heteroatoms, aromatic π -electron systems, molecular planarity, and electron-donating substituents are major structural factors enhancing interaction with the Fe surface.

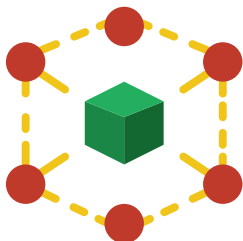
Keywords: corrosion inhibitor, benzimidazole, 1,2,4-triazole, triazole-thione, carbon steel, HCl, EIS, potentiodynamic polarization, adsorption, DFT.

KIRISH

Po‘latning kislota muhitidagi korroziyasi metallni pickling, acid cleaning, neft-gaz quduqlarini kislotalash va kimyoviy texnologik uskunalarni yuvish jarayonlarida asosiy ekspluatatsion muammolardan biridir. HCl muhitida temirning 76ndicator76i va vodorod ajralishi reaksiyalari tezlashadi, natijada 76ndic qalinligi kamayadi va sirt 76ndic zararlanadi.

Organik korroziya ingibitorlari agressiv eritmaga kichik miqdorda qo‘shilib, 76ndic sirtidagi elektrokimyoviy reaksiyalarni sekinlashtiradi. N, S va O kabi geteroatomlar hamda 76ndicato π -





tizimlar Fe sirtidagi 77ndica d-orbitallar bilan donor–akseptor o‘zaro ta’sirga kirishishi mumkin. Shu sabab geterotsiklik azot va oltingugurt birikmalari yuqori samarali ingibitorlar sinfi sifatida rivojlangan.

Benzimidazol va triazol yadrolari molekulaga planarlik, π -konjugatsiya va bir nechta koordinatsion markaz beradi. Oltingugurt tutuvchi tion yoki 77ndicator guruhlar esa yumshoq Lewis donori sifatida temir bilan kuchli o‘zaro ta’sir qilishi mumkin. Substituentlarning 77ndicato donor yoki akseptor tabiati sirtga adsorbsiya energiyasini sezilarli o‘zgartiradi.

Zamonaviy korroziya kimyosida eksperimental EIS va PDP usullari DFT, Monte Carlo va molekulyar dinamika hisoblari bilan birlashtirilmoqda. Bunday yondashuv molekulyar HOMO–LUMO xususiyatlari, adsorbsiya energiyasi va Fe(110) sirtidagi orientatsiyani real elektrokimyoviy natijalar bilan bog‘lash imkonini beradi.

Maqolaning maqsadi N/S tutuvchi geterotsiklik 77ndicat ingibitorlarning po‘lat korroziyasini himoyalash samaradorligini taqqoslash, adsorbsiya mexanizmini tahlil qilish va strukturaviy dizayn uchun amaliy mezonlarni shakllantirishdan iborat.

METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI

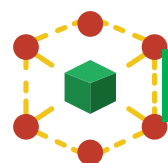
Ushbu ish 77ndicator-sistematik adabiyotlar sharhi va qiyosiy dalillar sintezi shaklida bajarildi. Benzimidazole corrosion inhibitor, 1,2,4-triazole corrosion inhibitor, triazole-thione, mild steel, carbon steel, 1 M HCl, EIS, PDP, DFT va molecular dynamics tushunchalari bo‘yicha zamonaviy eksperimental va nazariy tadqiqotlar tanlandi.

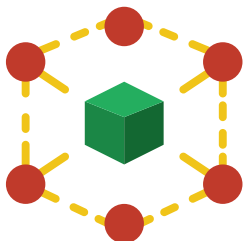
Tanlash mezonlariga birikmaning aniq kimyoviy sinfi, po‘lat va kislota muhiti ko‘rsatilgani, ingibirlash samaradorligi miqdoriy berilgani hamda kamida bitta elektrokimyoviy usul — EIS yoki PDP — qo‘llangani kiritildi. SEM/EDS, AFM, XPS, DFT va MD ma’lumotlari mexanizmni mustahkamlovchi qo‘shimcha dalillar sifatida baholandi.

Turli tadqiqotlarda konsentratsiya, harorat va molekulyar tuzilish farqli bo‘lgani sabab foizlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri “eng yaxshi inhibitor” reytingi sifatida emas, strukturaviy sinflarning potensialini ko‘rsatuvchi 77ndicator sifatida talqin qilindi.

Birlamchi laboratoriya bazasi taqdim etilmaganligi sababli sun’iy eksperimental ma’lumotlar yaratilmagan. Natijalardagi miqdoriy qiymatlar nashr etilgan tadqiqotlardan olingan.

NATIJALAR



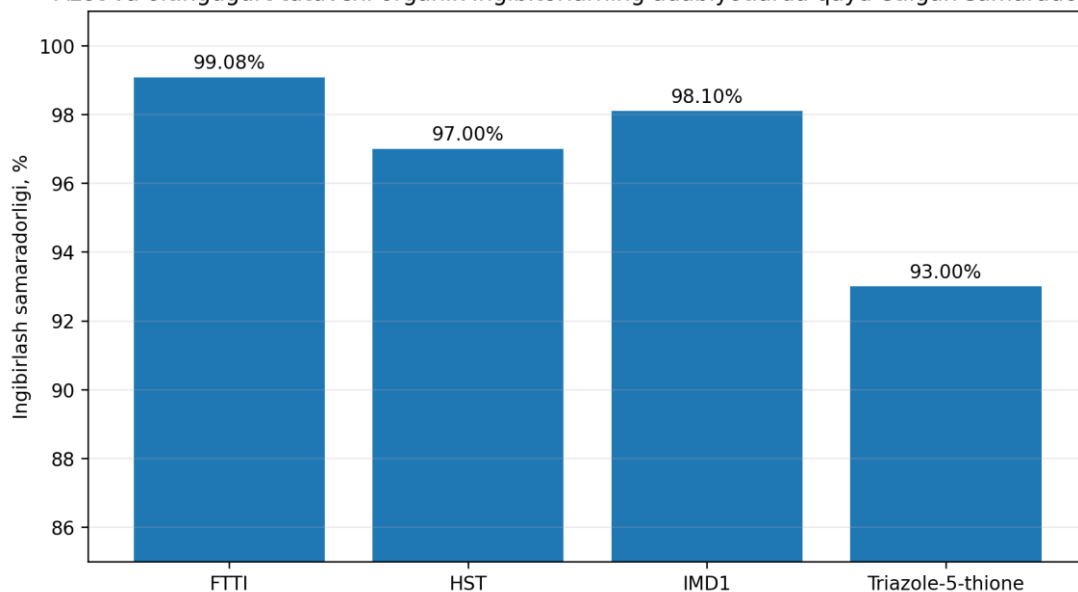


Tahlil qilingan ishlar N/S tutuvchi geterotsiklik birikmalar po‘lat sirtida yuqori qoplanish hosil qilishi va ko‘pincha anod hamda katod reaksiyalarini bir vaqtda sekinlashtiruvchi mixed-type mexanizm bilan ishlashini ko‘rsatdi.

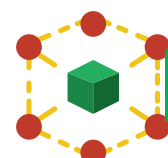
Birikma/sinf	Muhit va doza	IE, %	Asosiy mexanizm	Dalil
FTTI, 1,2,4-triazol hosilasi	HCl, 50 μ M, 303 K	99,08	Kuchli chemisorption; organik–noorganik himoya plyonkasi	Gravimetriya + EIS/PDP + XPS/SEM
HST triazol hosilasi	HCl, 10^{-3} M	97	Mixed-type; Langmuir; asosiy chemisorption	EIS + PDP + DFT/MD
IMD1 benzimidazol hosilasi	1 M HCl	98,1	Mixed-type; Fe sirtiga kuchli adsorbsiya	EIS/PDP + DFT + MC
1,2,4-triazole-5-thione hosilasi	1 M HCl, 10^{-3} M	93	Mixed-type; Langmuir adsorbsiya	WL + EIS/PDP + SEM/EDX + DFT/MD

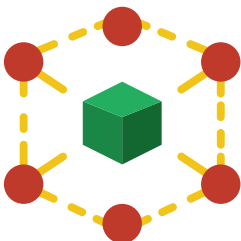
1-jadval. N/S tutuvchi geterotsiklik ingibitorlarning tanlangan eksperimental natijalari.

Azot va oltingugurt tutuvchi organik ingibitorlarning adabiyotlarda qayd etilgan samaradorligi



1-diagramma. Tanlangan geterotsiklik ingibitorlar uchun adabiyotlarda qayd etilgan maksimal ingibirlash samaradorligi.



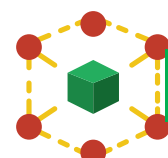


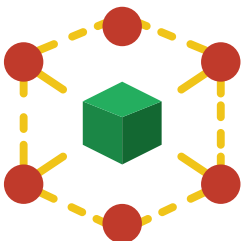
FTTI va FTMI nomli 1,2,4-triazol hosilalari juda past 50 μM konsentratsiyada mos ravishda 99,08% va 97,75% ingibirlash samaradorligini ko'rsatgan. Termodinamik parametrlar erkin adsorbsiya energiyasining taxminan -46 dan -55 kJ/mol oralig'ida bo'lishini ko'rsatib, kuchli kimyoviy adsorbsiya hissasini qo'llab-quvvatlagan. SEM, AFM, EDX va XPS organik–noorganik himoya plyonkasi shakllanganini tasdiqlagan.

2024-yilgi 1,2,4-triazole-5-thione hosilasida 1 M HCl va 10^{-3} M inhibitor konsentratsiyasida taxminan 93% maksimal samaradorlik qayd etilgan. EIS va potentiodynamik polarizatsiya natijalari mixed-type ingibirlashni, SEM/EDX esa sirtning korroziv zararlanishdan sezilarli himoyalanganini ko'rsatgan.

2024-yilda sintez qilingan ikki benzimidazol hosilasi IMD1 va IMD2 uchun 1 M HCl da mos ravishda 98,1% va 95,6% samaradorlik qayd etilgan. Ushbu natijalar benzimidazol yadrosining elektron zichligi va Fe sirtiga adsorbsiya qobiliyati kuchli inhibitor dizayni uchun samarali platforma ekanini ko'rsatadi.

Strukturaviy omil	Adsorbsiyaga ta'sir	Kutiladigan elektrokimyoviy natija	Nazariy marker	Dizayn xulosasi
N geteroatomlari	Lone pair $\rightarrow$ Fe d-orbitallar	icorr $\downarrow$, Rct $\uparrow$	HOMO energiyasi $\uparrow$	Ko'proq donor markaz foydali
S/tion guruhi	Yumshoq donor; Fe bilan kuchli koordinatsiya	Qoplama barqarorligi $\uparrow$	Adsorbsiya energiyasi ko'proq manfiy	N+S kombinatsiyasi kuchli
Aromatik π -tizim	Parallel sirt adsorbsiyasi	Sirt qoplanishi $\uparrow$	π -d interaction	Planar konjugatsiya foydali
Elektron donor substituent	Elektron zichligini oshiradi	IE% ko'pincha $\uparrow$	HOMO $\uparrow$, gap kamayishi mumkin	$-\text{OH}/-\text{OCH}_3$ /alkil foydali bo'lishi mumkin

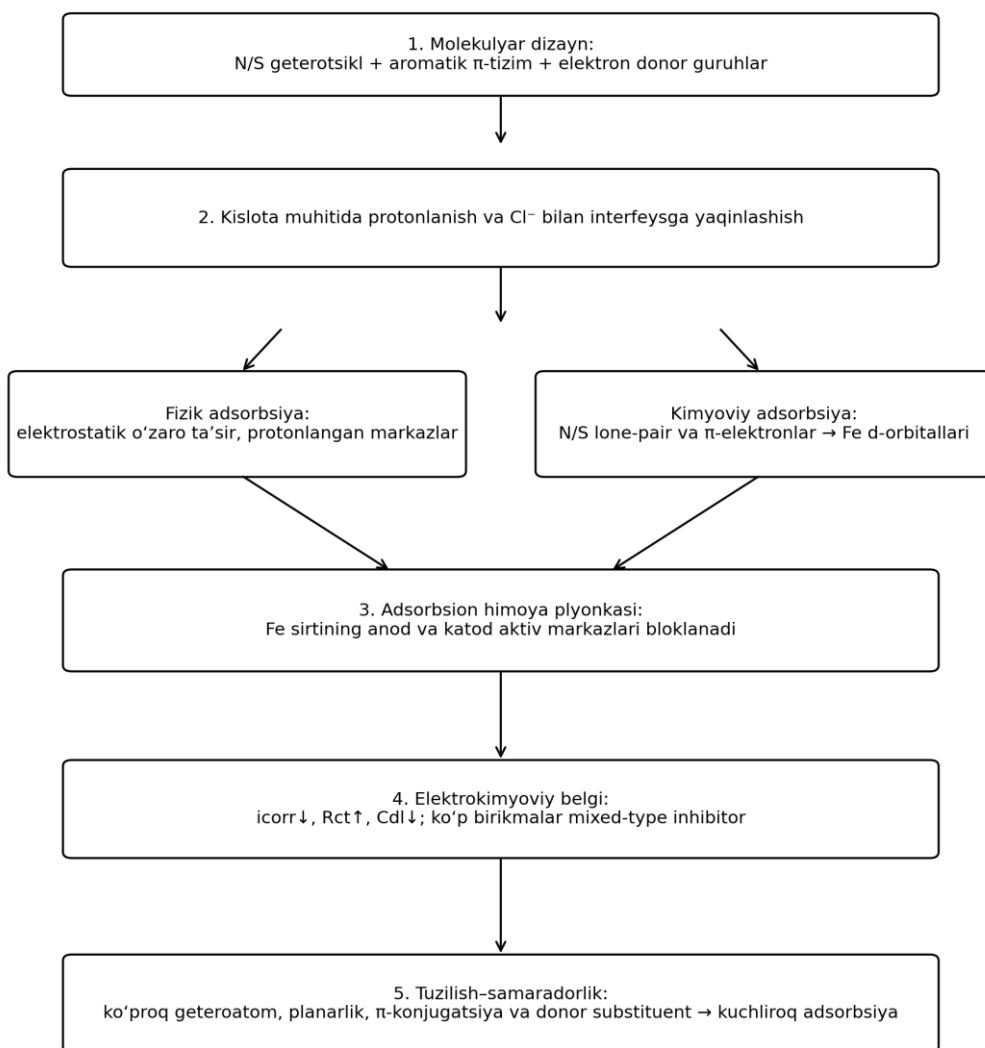




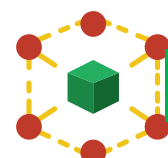
Katta hajm va planarlik	Sirtni ko'proq qoplaydi	Cdl↓, Rct↑	MC adsorption configuration	Sterik to'siq ortib ketmasligi kerak
-------------------------	-------------------------	------------	-----------------------------	--------------------------------------

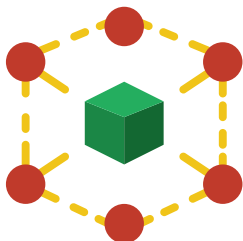
2-jadval. Molekulyar tuzilish va korroziya ingibirlash samaradorligi o'rtasidagi bog'liqlik.

N/S tutuvchi geterotsiklik ingibitorlarning po'lat sirtida ta'sir mexanizmi



1-rasm. N/S tutuvchi geterotsiklik ingibitorlarning po'lat sirtidagi adsorbsiya va himoya mexanizmi (mualliflik sxemasi).





Baholash bosqichi	Usul	Asosiy parametr	Samarali inhibitor belgisi	Amaliy maqsad
1. Tez skrining	Weight loss	CR, IE%	CR↓, IE%↑	Doza diapazonini tanlash
2. Kinetika	PDP/Tafel	icorr, Ecorr, β_a/β_c	icorr keskin↓; mixed-type xatti-harakat	Anod/katod ta'sirni aniqlash
3. Interfeys	EIS	Rct, Cdl	Rct↑, Cdl↓	Adsorbsion qatlam barqarorligi
4. Sirt	SEM/EDS/AFM/XPS	Morfologiya, elementlar, roughness	Zich va kam zararlangan sirt	Plyonkani tasdiqlash
5. Molekulyar	DFT/MD/MC	HOMO, LUMO, ΔE , Eads	Parallel va kuchli adsorbsiya	Yangi molekulani oldindan tanlash

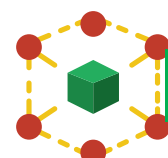
3-jadval. Yangi organik korroziya ingibitorini kompleks baholash ketma-ketligi.

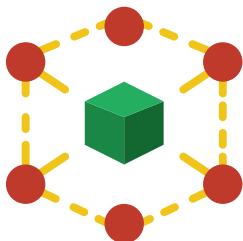
MUHOKAMA

N/S tutuvchi geterotsiklik ingibitorlarning yuqori samaradorligi molekulyar elektron tuzilish bilan bevosita bog'liq. Protonlangan shakllar kislota muhitida Cl^- bilan elektrostatik ko'prik orqali sirtga yaqinlashishi, neytral yoki qisman protonlangan molekulalar esa N/S lone-pair va aromatik π -elektronlar orqali Fe bilan koordinatsion bog'lanishi mumkin.

Ko'pchilik tadqiqotlarda Langmuirga yaqin adsorbsiya kuzatiladi, biroq real sirt ideal bir jinsli emas. Shu sabab adsorbsiya izotermasi model sifatida foydali bo'lsa-da, SEM/XPS va nazariy hisoblar bilan tasdiqlanishi kerak.

98–99% kabi yuqori laboratoriya samaradorligi sanoatga avtomatik ko'chmaydi. Harorat oshishi, eritmadagi Fe^{2+}/Fe^{3+} ionlari, oqim, kislota konsentratsiyasi, boshqa qo'shimchalar va uzoq ekspozitsiya adsorbsion plyonkani o'zgartirishi mumkin. Pilot sinovlar zarur.





Benzimidazol va 1,2,4-triazol platformalarida substituent dizayni juda muhim. Elektron donor guruhlar Fe bilan donorlikni kuchaytirishi mumkin, ammo molekulaning eruvchanligi va protonlanish xususiyatlari ham hisobga olinishi kerak. Faqat hisoblangan HOMO yuqoriligi inhibitorni “eng yaxshi” deb belgilash uchun yetarli emas.

Oltinugurt tutuvchi tion/merkaptan fragmentlari odatda kuchli adsorbsiya beradi, lekin bunday molekulalarning toksikologik va ekologik profilini ham baholash zarur. Yuqori IE% ekologik xavfsizlikning o‘rnini bosa olmaydi.

DFT va molekulyar dinamika yangi birikmalarni eksperimental sinovdan oldin saralash uchun kuchli vosita. HOMO/LUMO, dipol moment, elektrofiklik va adsorption energy molekulaning Fe sirtiga moyilligini ko‘rsatadi. Biroq real kislota eritmasida protonlanish, ionlar va solvent effekti hisobga olinmasa nazariy natija chalg‘itishi mumkin.

Ushbu maqolaning cheklovi turli manbalardagi inhibitorlar bir xil eksperimental sharoitda sinovdan o‘tkazilmaganidir. Keyingi ish uchun yagona 1 M HCl, bir xil po‘lat markasi, 25–60°C, bir xil ekspozitsiya va EIS/PDP/SEM protokoli asosida 3–5 ta N/S geterotsiklik birikmani qiyosiy sinash ilmiy jihatdan kuchli dizayn bo‘ladi.

XULOSA

Azot va oltinugurt tutuvchi geterotsiklik organik birikmalar kislota muhitida po‘lat korroziyasini kamaytiruvchi eng samarali organik inhibitor platformalaridan biridir.

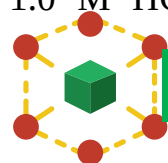
Benzimidazol va 1,2,4-triazol hosilalarida 93–99% gacha ingibirlash samaradorligi qayd etilgan. N/S donor markazlari, aromatik π -tizim, planarlik va elektron donor substituentlar sirt adsorbsiyasini kuchaytiradi.

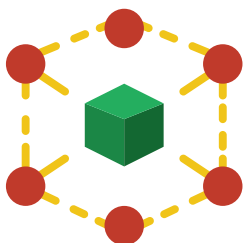
Kompleks baholashda weight-loss, PDP, EIS va sirt analizi birgalikda qo‘llanishi kerak. DFT va MD/MC hisoblari esa eksperimental natijalarni izohlash va yangi molekulalarni oldindan tanlash imkonini beradi.

Sanoat qo‘llanilishi uchun inhibitorning faqat IE% qiymati emas, balki yuqori haroratdagi barqarorligi, eruvchanligi, uzoq muddatli ta’siri, toksikologik xususiyati, sintez narxi va agressiv texnologik muhit bilan mosligi ham baholanishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (APA 7)

1. Azgaou, K., Ettahiri, W., Ech-chihbi, E., Adardour, M., Azam, M., Benmessaoud, M., Baouid, A., Min, K., & El Hajjaji, S. (2024). Experimental and computational study of newly synthesized benzimidazole derivatives as corrosion inhibitors for mild steel in 1.0 M HCl:





Electrochemical, surface studies, DFT modeling, and MC simulation. Journal of Electroanalytical Chemistry, 974, 118699. <https://doi.org/10.1016/j.jelechem.2024.118699>

2. Rehioui, M., Lazrak, F., Lahmidi, S., Benmekki, S., Abo El-Yazeed, W. S., Anouar, E. H., Erramli, H., & Hajjaji, N. (2024). 1,2,4-triazole-5-thione derivative for inhibiting carbon steel corrosion in 1 M HCl: Synthesis, electrochemical, SEM/EDX, DFT, and MD investigations. Journal of Molecular Structure, 1303, 137577. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.137577>

3. El Aatiaoui, A., et al. (2020). Exploring the potential of a new 1,2,4-triazole derivative for corrosion protection of carbon steel in HCl: A computational and experimental evaluation. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects.

4. Synthesis of new 1,2,4-triazole derivatives and their anticorrosion properties on mild steel in hydrochloric acid medium. (2016). Journal of Molecular Liquids.

5. Benzimidazole and its derivatives as corrosion inhibitors for mild steel in 1 M HCl solution. (2009). Corrosion Science.

6. Novel benzimidazole derivatives as corrosion inhibitors of mild steel in acidic media. Part I: Gravimetric, electrochemical, SEM and XPS studies. (2013). Corrosion Science.

7. Experimental and theoretical investigation of a new triazole derivative for the corrosion inhibition of carbon steel in acid medium. (2022). Egyptian Journal of Petroleum.

8. Corrosion protection studies of different alloys in 1 M HCl by benzimidazole derivative: Combined molecular dynamic simulations/DFT. (2023). Journal of Environmental Chemical Engineering, 11(3), 109642. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109642>

9. Finšgar, M., & Jackson, J. (2014). Application of corrosion inhibitors for steels in acidic media for the oil and gas industry: A review. Corrosion Science, 86, 17–41.

10. Verma, C., Ebenso, E. E., Bahadur, I., & Quraishi, M. A. (2018). An overview on plant extracts and organic molecules as corrosion inhibitors in aggressive media. Journal of Molecular Liquids, 266, 577–590.

11. Bentiss, F., Traisnel, M., & Lagrenée, M. (2000). The substituted 1,3,4-oxadiazoles: A new class of corrosion inhibitors of mild steel in acidic media. Corrosion Science, 42, 127–146.

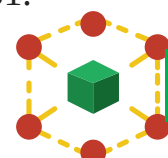
12. Obot, I. B., Macdonald, D. D., & Gasem, Z. M. (2015). Density functional theory (DFT) as a powerful tool for designing new organic corrosion inhibitors. Corrosion Science, 99, 1–30.

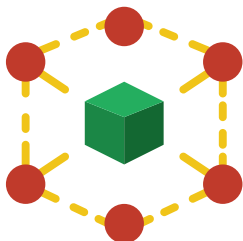
13. Gece, G. (2008). The use of quantum chemical methods in corrosion inhibitor studies. Corrosion Science, 50(11), 2981–2992.

14. Sastri, V. S. (2011). Green Corrosion Inhibitors: Theory and Practice. Wiley.

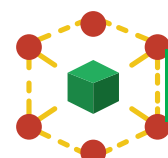
15. Rani, B. E. A., & Basu, B. B. J. (2012). Green inhibitors for corrosion protection of metals and alloys: An overview. International Journal of Corrosion, 2012, 380217.

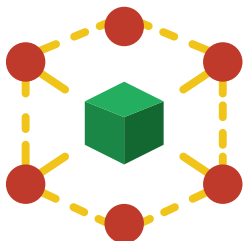
16. Акрамов, М. Р. ВЫРАЖЕНИЕ ВНУТРЕННИХ КОНФЛИКТОВ ЧЕЛОВЕКА ПО ОТНОШЕНИЮ К ПРИРОДЕ. ВЕСТНИК ИНТЕГРАТИВНОЙ ПСИХОЛОГИИ, 31.





17. Акрамов, М. Р. PSYCHOLOGICAL CONTEXT OF RESEARCHING ECOLOGICAL CONSCIOUSNESS IN MODERN PSYCHOLOGICAL RESEARCH.
18. Akramov, M. R. (2022). Inson tabiat munosabatlarida ekologik ong xususiyatlarining shakllanishi. *Academic research in educational sciences*, 80-83.
19. Акрамов, М. Р. (2023). Психологические механизмы формирования экологического сознания личности. *ВЕСТНИК ИНТЕГРАТИВНОЙ ПСИХОЛОГИИ*, 11.
20. Акрамов, М. Р. Психологические проблемы изучения формирования экологического сознания. *Международный научно-практический электронный журнал «Моя профессиональная карьера»*. Выпуск, (33), 97.
21. Акрамов, М. Р. (2016). Психологические особенности развития экологического сознания. *Фундаментальные и прикладные исследования в современном мире*, (16-3), 32-34.
22. Акрамов, М. Р. (2021). Психиканинг ривожланишига бўлган экопсихологик ёндашувнинг асосий қоидалари. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(Special Issue 3), 199-202.
23. Акрамов, М. Р. Экологическое сознание как особенность развития. *вестник интегративной психологии*, 31.
24. Акрамов, М. Р. (2020). Психологические аспекты формирования экологического сознания личности. *Наука и мир*, (11), 80-81.
25. Масасина, Е. А., & Тимохина, М. А. (2021). Психологические аспекты формирования экологической культуры студентов агропромышленного комплекса. In *СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ СРЕДЫ* (pp. 103-106).
26. Акрамов, М. Р. (2023). Формирование характеристик экологического сознания в отношении человека с природой. In *Proceedings of International Conference on Scientific Research in Natural and Social Sciences* (Vol. 2, No. 2, pp. 113-118).
27. Акрамов, М. Р. (2014). Психологические свойства формирования экологического сознания студентов. *Наука и мир*, (1), 365-367.
28. Акрамов, М. Р. (2023). Психологические вопросы изучения экологического сознания при формировании здоровой среды «зеленое пространство». In *Proceedings of International Conference on Modern Science and Scientific Studies* (Vol. 2, No. 9, pp. 50-55).
29. Namozova, L. (2024). YUQORI SINF O 'QITUVCHILARIDA PSIXOLOGIK KOMPETENSIYALAR NAMOYON ETILISHINING ILMIY ASOSLARI. *TAMADDUN NURI JURNALI*, 11(62), 197-199.
30. Mirzamukhamedov, O. K., Mirsharopov, U. M., Sodikova, Z. S., Akhmedova, S. M., Khatamov, A. I., & Mirzabekova, O. A. (2020). Especially the development of myocarditis in





hypothyroidism in postnatal ontogenesis. *Indian Journal of Forensic Medicine and Toxicology*, 14(4), 7737-7745.

31. Eshbaev, E. A., Mirzamukhamedov, O. K., & Kholieva, N. K. (2025). Clinico-morphological characteristics of acute fatty liver of pregnancy. *Medical journal of Uzbekistan*, 1(3), 193-200.

32. Mirzamukhamedov, O. K. (2025). Morphological changes of the heart wall when mexidol is used in experimental hypothyroidism. *Международный журнал научной педиатрии*, 4(2), 907-916.

33. Мирзамухамедов, О. (2025). МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТЕНКИ СЕРДЦА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕКСИДОЛА ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ ГИПОТИРЕОЗЕ. *Международный журнал научной педиатрии*, 4(2), 907-916.

34. Mirsharopov, U. M., Usmonov, R. J., Teshaev, O. R., & Mirzamuhamedov, O. K. (2020). MORPHOLOGICAL CHANGE OF MYOCARDIUM IN HYPOTHYROIDISM. *Medicine*, 2020(1), 8.

35. Mirzamuhamedov, O. M., & Akhmedova, S. M. (2017). State of the myocardium in experimental toxic myocarditis. In *International Scientific and Practical Conference World science* (Vol. 5, No. 10, pp. 53-55). ROST.

36. Чориев, Б. А., & Мирзамухамедов, О. Х. (2025). Амелобластомада патоморфологик текширувнинг ўрни. *Central Asian Research Journal For Interdisciplinary Studies (CARJIS)*, 4(6), 1050-1055.

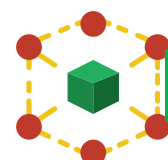
37. Миршарапов, У. М., Ахмедова, С. М., Мирзамухамедов, О. Р., & Тилябов, И. А. (2018). Морфофункциональные изменения стенок сердце при воздействии пестицидов. *Морфология*, 153(3), 183-184.

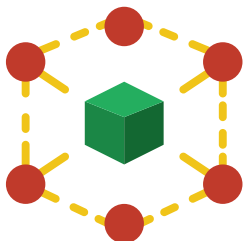
38. Mirzamukhamedov, O. (2026). Clinical and historical analysis of kidney diseases causing maternal death during pregnancy. *South Aral Region Medical Journal*, 2(1), 236-245.

39. Мирзамухамедов, О. Х. (2026). ҲОМИЛАДОРЛИК ФОНИДА РИВОЖЛАНГАН ПИЕЛОНЕФРИТНИНГ ПАТОМОРФОЛОГИК ЎЗГАРИШЛАРИ. *Zamonaviy tibbiyot jurnali (Журнал современной медицины)*, 12(1), 388-393.

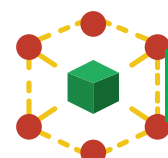
40. Мирзамухамедов, О. Х., Азизова, Ф. Х., Отажанова, А. Н., Ишанджанова, С. Х., & Махмудова, Ш. И. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОСТНАТАЛЬНОГО СТАНОВЛЕНИЯ МИОКАРДА ПОТОМСТВА. ПОЛУЧЕННОГО В УСЛОВИЯХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ГИПОТИРЕОЗА У МАТЕРИ.

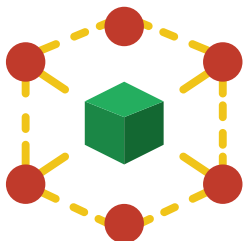
41. Мирзамухамедов, О. Х. (2026). АНАЛИЗ КЛИНИКО-АНАМНЕСТИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПОЧЕК, АССОЦИИРОВАННЫХ С МАТЕРИНСКОЙ СМЕРТНОСТЬЮ ВО ВРЕМЯ БЕРЕМЕННОСТИ. *ОСНОВЫ МЕДИЦИНЫ*, 1(8), 246-251.



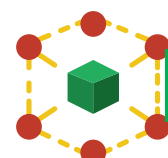


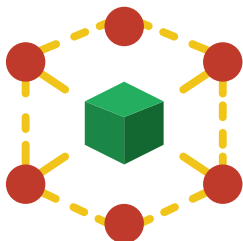
42. Ravshanovna, S. D., Nurmatovich, B. K., Shavkatovich, A. D., Rakhimovich, O. S., & Xadjiakbarovich, M. O. (2025). Analysis of Morphological Changes in Experimental Animals Under the Influence of Soya Flour No. 24.
43. Xadjiakbarovich, M. O. (2025). ONALAR O 'LIMIDA XOMILADORLIKKA BOG 'LIQ BO 'LGAN BUYRAK PATOLOGİYALARI.
44. Ishandjanova, S., Otazhanova, A., Rahmatullayeva, R., & Fozliyeva, M. (2023). DYNAMICS OF CHANGES IN THE CELLULAR COMPOSITION OF VARIOUS STRUCTURAL AND FUNCTIONAL ZONES OF PEYER'S PATCHES OF OFFSPRING BORN FROM FEMALE RATS WITH HYPOTHYROIDISM. *Science and innovation*, 2(D10), 88-90.
45. Azizova, F. K., Sobirova, D. R., Otajonova, A. N., & Mirzamuxamedov, O. K. (2023). NEW MODERN METHODS OF TEACHING HISTOLOGY AND SCIENTIFIC ACHIEVEMENTS. In *АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ* (pp. 211-219).
46. Азизова, Ф. Х., Барышникова, Н. В., Батракова, Л. В., Бекиров, С. Н., Бекирова, З. С., Бекирова, Э. Ш., ... & Яковлева, Т. В. (2023). АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ.
47. Mirsharapov, U. M., Akhmedova, S. M., Mirzamukhamedov, O. R., & Tilyabov, I. A. (2018). Morpho-functional changes in the walls of the heart after exposure to pesticides. *Morphology*, 153(3), 183-184.
48. Mirzamukhamedov, S. K. O. Role and Effect Influence of Rehabilitation Elements in Sports. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(12), 1180-1186.
49. Рахматов, А. С., Мирзамухамедов, О. Х., & Ишанджанова, С. Х. СТАНОВЛЕНИЯ МИОКАРДА ПОТОМСТВА САМОК КРЫС С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ГИПОТИРЕОЗОМ». *РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ*, 154.
50. Mirzayeva, F. O., & Abulova, M. K. (2023). Preparing future teachers for educational activities based on innovative technologies. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 11(12), 548-552.
51. Mirzayeva, F. (2022). KREDIT MODUL TZIMINING AMALIYOTGA JORIY ETILISHI. *Eurasian Journal of Academic Research*, 2(11).
52. Mirzayeva, F., & Shukurova, S. (2025). SOG 'LOM ISH MUHITI YARATISHDA RAHBARNING LIDERLIK USLUBI VA UNING IJODIY JARAYONLARGA TA'SIRI. *TerDU xabarlari*, 1(01-2025).
53. Mirzayeva, F. O., & Abulova, M. K. (2023). DEMOKRATIK JAMIYATDA PEDAGOGIK HAMKORLIK MUHITI ASOSIDA MUSTAQIL FIKRLOVCHI BARKAMOL SHAXSNI SHAKLLANTIRISH. *Science and innovation*, 2(Special Issue 12), 302-305.



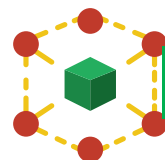


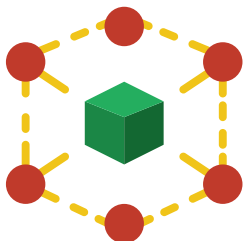
54. Mirzayeva, F. O., & Ubaydullaeva, D. A. Q. (2023). OLIY TA'LIM TIZIMIDA TA'LIM SIFATINI OSHIRISHGA QO 'YILAYOTGAN TALABLAR. Academic research in educational sciences, 4(KSPI Conference 1), 121-125.
55. Odiljonovna, M. F., & Alisherovna, D. (2022). Credit module system and its importance in the higher education system Tashkent State in the name of Nizomi Pedagogical University Department of Pedagogy. International Journal of Early Childhood Special Education, 14(4).
56. Мирзаева Фарохат Одилжоновна (2021). КУЛЬТУРА МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ КАК ВАЖНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОСТИ. Наука и образование сегодня, (2 (61)), 71-72.
57. Мирзаева, Ф. О. (2019). ВОПРОС МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В СЕМЬЕ ПО ИДЕИ ВОСТОКОВЕДОВ. Экономика и социум, (1-1 (56)), 664-667.
58. Odiljonovna, M. F. (2019). USE OF PERSUASION AND INFLUENCE IN FUTURE TEACHER INTERPERSONAL COMMUNICATION. European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences Vol, 7(10).
59. Мирзаева, Ф. О. (2018). ФОРМИРОВАНИЕ КУЛЬТУРЫ МЕЖЛИЧНОСТНЫХ ВЗАИМООТНОШЕНИЙ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION (pp. 71-72).
60. Мирзаева Фарохат Одилжоновна (2018). Использование современных педагогических технологий в процессе формирования культуры межличностных взаимоотношений у студенческой молодежи Узбекистана. Наука и образование сегодня, (10 (33)), 52-53.
61. Мирзаева, Ф. О. (2017). Профессиональная подготовка будущих преподавателей на основе формирования культуры межличностных отношений. Современные инновации, (2 (16)), 59-60.
62. Odiljonovna, M. F. Foreign Experience in Analysis OF Learning Results. *European Journal of Humanities and Educational Advancements*, 2(10), 185-187.
63. Gulmira, B. (2019). Semantic and psychological relationship of Envy and Jealousy. In *Bridge to science: research works* (pp. 174-176).
64. Nishonova, Z. T., Xodjaqulova, D. I., Djumaboyeva, M. B., & Baykunosova, G. Y. (2013). Kichik maktab yoshidagi bolalar xavotirlanish psixokorreksiyada ertak terapiyasidan foydalanish uslubiyati.
65. Taskarayevna, N. Z., Yuldebayevna, B. G., Niyazova, N., Shehzadi, I., & Turayev, S. (2026). Pedagogical Transformations: Agentic AI as a Co-Teacher and Learning Partner. In *Multidisciplinary Perspectives on Agentic AI in Educational Systems* (pp. 63-86). IGI Global Scientific Publishing.





66. Yuldiyeva, B. G. (2020). Masofaviy ta'limdagi talaba shaxsini tarbiyalashda psixologik tavsiyalar. *Science and Education*, 1(1), 454-457.
67. Абдуллаева, М. Ж., & Бекманова, Ж. А. (2024). Методики арт-терапии в логопедической работе с детьми с задержкой речевого развития. *Научный редактор*, 4.
68. Бекманова, Ж. А. (2026). Роль эмпатии в формировании благоприятного психологического климата в дошкольной образовательной организации. *SCIENCE and SOCIETY*, (4-3), 25-27.
69. Бекманова, Ж. А., & Жаббарбергенов, Ш. Е. (2026). Цифровые технологии в системе трудового обучения детей с нарушениями слуха. *SCIENCE and SOCIETY*, (2-3), 16-18.
70. Бекманова, Ж. А. (2026). Система арттерапевтических технологий в логопедической работе с разными видами речевых нарушений у детей дошкольного возраста. *SCIENCE and SOCIETY*, (1-3), 12-14.
71. Абдуллаева, М. Ж. (2025). ЭФФЕКТИВНОСТЬ НЕЙРОПСИХОЛОГИЧЕСКИХ УПРАЖНЕНИЙ В ЛОГОКОРРЕКЦИОННОЙ РАБОТЕ С ДЕТЬМИ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА. *ОБРАЗОВАНИЕ И НАУКА В XXI ВЕКЕ*, (64-1 (том 2)).
72. Абдуллаева, М. Ж., & Бекманова, Ж. А. (2025). Психологическая поддержка воспитателей, работающих с детьми с ограниченными возможностями здоровья в условиях инклюзивного образования. *SCIENCE and SOCIETY*, (7-2), 5-6.
73. Бекманова, Ж. А. (2025). Междисциплинарный подход к сопровождению ребенка с ограниченными возможностями здоровья в дошкольной образовательной организации. *SCIENCE and SOCIETY*, (7-2), 25-26.
74. Сапарбаева, М. А., & Бекманова, Ж. А. (2025). Нейромоторная коррекция в работе с детьми с особыми образовательными потребностями. *SCIENCE and SOCIETY*, (5-2), 54-56.
75. Bekmanova, J. A., & Tajimuratov, A. J. (2025). Maktabgacha yoshdagi bolalarda nutq buzilishlarini tuzatish jarayonida logoritmik texnologiyalarni qo 'llash. *SCIENCE and SOCIETY*, (5-2), 16-17.
76. Бекманова, Ж. А., & Калыбаева, А. Е. (2025). Основные направления и принципы формирования толерантности дошкольников. *SCIENCE and SOCIETY*, (4-2), 7-9.
77. Бекманова, Ж. А., & Абдуллаева, М. Ж. (2025). НОВЫЕ ВЕКТОРЫ В РАБОТЕ С ДЕТЬМИ С РАССТРОЙСТВАМИ АУТИСТИЧЕСКОГО СПЕКТРА. *Inter education & global study*, 3(6), 472-480.
78. Абдуллаева, М. Ж., & Бекманова, Ж. А. (2025). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕФЕКТОЛОГИИ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ДЕТЕЙ С АУТИЗМОМ. *Inter education & global study*, 3(4 (1)), 327-333.
79. Бекманова, Ж. А., & Сапарбаева, М. А. (2025). ИГРОВЫЕ МЕТОДЫ НЕЙРОМОТОРНОЙ КОРРЕКЦИИ. *Inter education & global study*, 3(6), 481-491.





80. Абдуллаева, М. Ж., & Бекманова, Ж. А. (2024). ПРИМЕНЕНИЕ АРТ-ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ЛОГОПЕДИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ ДЛЯ ДЕТЕЙ С АУТИЗМОМ. *IN SITU*, (7), 65-67.

81. Лялина, О. А., & Абдуллаева, М. Ж. (2022). МЕТОД СОЗДАНИЯ КОНЦЕПЦИИ ЭРГОНОМИЧНОГО ПРОСТРАНСТВА НА ОСНОВЕ ЦЕННОСТЕЙ. In *XI Конгресс молодых ученых* (pp. 393-400).

82. Абдуллаева, М. Ж., & Лялина, О. А. (2022). ОСОБЕННОСТИ МАРКЕТИНГОВОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОДВИЖЕНИЯ АРТ-ПРОСТРАНСТВ НА РАЗНЫХ ЭТАПАХ ИХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА. In *XI Конгресс молодых ученых* (pp. 106-109).

83. Bekmanova, J. A. Innovative Technologies Of Musical Education In Kindergarten.

84. БЕКМАНОВА, Ж. А. РОЛЬ ИНТЕГРАТИВНОГО ПОДХОДА ВО ВСЕСТОРОННЕМ РАЗВИТИИ ЛИЧНОСТИ ДОШКОЛЬНИКОВ. *ВОСПИТАНИЕ И ОБУЧЕНИЕ ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ВОЗРАСТА Учредители: Издательство "МОЗАИКА-СИНТЕЗ"*, (10), 445-448.

85. Алламбергенова, М. Х., & Султанова, Ж. К. (2026). ОРГАНИЗАЦИЯ КОРРЕКЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЙ РАБОТЫ С ДЕТЬМИ С ТЯЖЕЛЫМИ РЕЧЕВЫМИ ПРОБЛЕМАМИ. *НАУКА и ОБЩЕСТВО*, 4-3, 11-13. <https://journal.ndpi.uz/ss/article/view/2026-4-3-004>

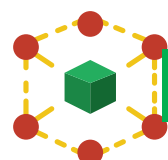
86. Kumar, A., Jakhongir, S., Umarbek, J., Shojonov, M., Khasanbaevna, A. M., & Ugli, A. A. F. (2026). Digital Twins and Data-Driven Infrastructure Management. In *The Economics of Decarbonized Transport: AI Technologies, Market Mechanisms, and Policy Innovation* (pp. 173-212). IGI Global Scientific Publishing.

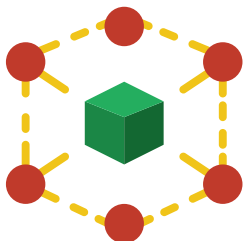
87. Allambergenova, M. X. (2025). МАКТАБГАЧА ТА'ЛИМ TASHKILOTLARIDA INTERAKTIV O 'QUV MAJMUALARIDAN FOYDALANISH. *SCIENCE and SOCIETY*, (7-2), 9-12.

88. Allambergenova, M. X. (2025). МАКТАБГАЧА ТА'ЛИМ TASHKILOTLARIDA KOMPYUTER DASTURLARIDAN O 'QUV-TARBIYA JARAYONIDA FOYDALANISH. *Inter education & global study*, 3(6), 36-43.

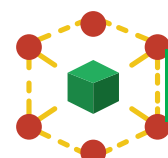
89. Allambergenova, M., & Adilbekova, S. (2025). Use of cloud technology in organizing independent education. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 5(2), 826-830.

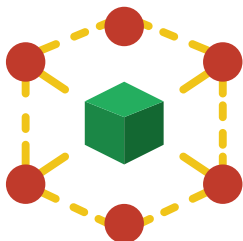
90. Allambergenova, M. X. (2024). ELEKTRON TA'LIM RESURSLARI VOSITASIDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARINI KASBIY FAOLIYATGA YO 'NALTIRIB O 'QITISH METODIKASI. *SCIENCE and SOCIETY*, (6-2), 60-62.



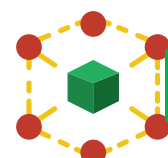


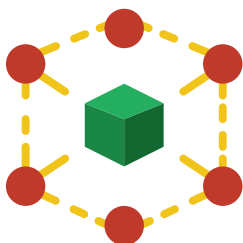
91. Allamberganova, M. X. (2024). Elektron ta'lim resurslari vositasida axborot texnologiyalarini kasbiy faoliyatga yo 'qitish metodikasi. *SCIENCE and SOCIETY*, (6-2), 60-62.
92. Алламбергенова, М. Х., & Жугинисова, Ж. И. (2022). МАКТАБГАЧА ТАЪЛИМ МУАССАЛАЛАРИ ТАРБИЯЛАНУВЧИЛАРИГА ЭЛЕМЕНТАР МАТЕМАТИК БИЛИМ БЕРИШ УСЛУБИЁТИ. *SCIENCE and SOCIETY*, (4-2), 41-43.
93. Allamberganova, M. X. (2022). «INFORMATIKA HÁM XABAR TECHNOLOGIYALARI» PÁNINEN ELEKTRON OQIW RESURLARIN JARATIWDIŇ DIDAKTIKALIQ ÁHMIYETI. *SCIENCE and SOCIETY*, (4-2), 7-10.
94. Allamberganova, M., Kunnazarov, A., & Kazbekova, E. (2020). Creation of pedagogical software for practical Training in computer science. *European Journal of Research and Reflection in Educational Sciences*, 8(12), 86-91.
95. Утепбергенова, А. Т., & Алламбергенова, М. (2018). РАЗВИТИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА В УЗБЕКИСТАНЕ. In *Донецкие чтения 2018: образование, наука, инновации, культура и вызовы современности* (pp. 394-395).
96. Allamberganova, M. X. (2012). Creation of interactive educational complexes of computer science and their use in the educational process. *Dissertation for the degree of Candidate of Pedagogical Sciences*, 117.
97. Allamberganova, M. X. (2012). Informatikadan interaktiv o 'quv majmualar yaratish va ulardan ta'lim jarayonida foydalanish. *Pedagogika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun yozilgan dissertasiya.–Toshkent*, 117.
98. Allamberganova, M. X. (2012). Dissertation for the degree of Candidate of Pedagogical Sciences.
99. Алламбергенова, М. (2010). Использование интерактивных учебных комплексов в процессе высшего образования как средство формирования творческой атмосферы. *Образование.–Алмата*, (6), 132-134.
100. Алламбергенова, М. Х. (2010). Методика использования интерактивных учебных комплексов по курсу информатика и информационные технологии. *Молодой ученый*, (8-2), 142-145.
101. Мусурманова, О., Палуанова, Х., Рискулова, К., & Курбаниязова, З. (2019). Педагогик атамалар луғати: ўзбек, рус, инглиз тилларида. Т.: “TURON_IQBOL.
102. Куронов, М. К., & Курбаниязова, З. (2003). КИжтимой педагогика.
103. Курбаниязова, З. К. (2002). Тарбиявий ишлар жараёнида ўқувчиларда миллий ўзликни англашни шакллантиришнинг педагогик асослари (қорақалпоқ мактабларининг VII-IX синфлари мисолида): Пед. фан. номз.... дисс.



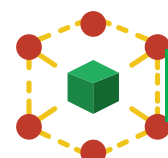


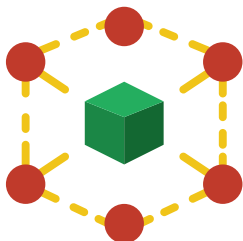
104. Kurbaniyazova, Z. K. Ijtimoiy-pedagogik kompetentlik bo 'lajak o 'qituvchilarning kasbiy tayyorgarligining muhim kompetenti sifatida. *Nukus, Ilim hám jámiyet jurnali*//2021, 1-37.
105. Курбаниязова, З. К. (2022). Аралаш таълим шароитида бўлажак ўқитувчиларнинг ижтимоийпедагогик компетентлигини ривожлантириш: педагогика фанлари бўйича фан доктори (DSc).... дисс.
106. Мусурмонова, О., & Курбаниязова, З. К. (2018). Инновационные образовательные технологии и педагогическая компетентность.
107. Курбаниязова, З. К., & Реймова, Ш. (2017). Процесс модернизации системы образования в республике Узбекистан и независимые учителя. *Актуальные научные исследования в современном мире*, (2-6), 131-135.
108. Kurbaniyazova, Z. K. (2025). TA'LIM TIZIMIDA SUN'IY INTELLEKT ELEMENTLARIDAN FOYDALANISH ISTIQBOLLARI: YUTUQLAR VA KAMCHILIKLAR. *Inter education & global study*, 3(6), 16-24.
109. Курбаниязова, З. К. (2023). Бўлажак ўқитувчиларни касбий тайёрлашда таълим методларидан самарали фойдаланиш дидактиканинг асосий муаммоларидан бири сифатида. *SCIENCE and SOCIETY*, (4-2), 28-31.
110. Kurbaniyazova, Z. (2023). BO 'LAJAK O 'QITUVCHILARNING KASBIY KOMPETENTLIGINI RIVOJLANTIRISHDA ARALASH TA'LIMNI JORIY ETISHNING DIDAKTIK ASOSLARI. *Science and innovation*, 2(Special Issue 9), 405-408.
111. Kalbaevna, K. Z. (2022). INTEGRATED EDUCATION AS A MEANS OF DEVELOPING SOCIAL-PEDAGOGICAL COMPETENCE OF FUTURE TEACHERS. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 14(7).
112. Kurbaniyazova, Z. K. (2022). Pedagogical possibilities of information education environment in the development of socio-pedagogical competence of future teachers. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 12(7), 180-186.
113. Замира, К. К. (2022). ТАЪЛИМНИНГ СИФАТИНИ ОШИРИШДА РИСКЛАР МУАММОСИ. *Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS)*, 2(4), 4-10.
114. Эшкареев, С. Ч., Тураев, Х. Х., & Эшкареев, С. С. (2021). ВЛИЯНИЕ ГЕКСАХЛОРИДЦИКЛОГЕКСАНА НА ПОВЫШЕНИЕ РАДИОАКТИВНОСТИ В ПОЧВАХ СУРХАНДАРЬИНСКОЙ ОБЛАСТИ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН. In *СОВРЕМЕННАЯ ХИМИЧЕСКАЯ ФИЗИКА НА СТЫКЕ ФИЗИКИ, ХИМИИ И БИОЛОГИИ* (pp. 399-400).
115. Эшкареев, С. Ч., Тураев, Х. Х., & Бабамуратов, Б. Э. (2021). РАДИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАДИОНУКЛИДОВ В ПОЧВАХ ЮЖНЫХ РЕГИОНОВ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН. In *ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ* (pp. 290-319).



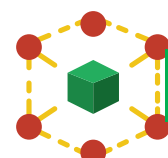


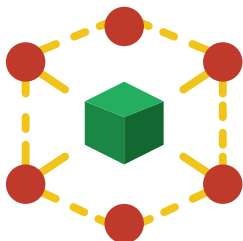
116. Akhatov, A. A., Eshkaraev, S. C., Normurodova, K. D., & Eshkoraev, S. S. (2021). Study of the influence of graphene nanofillers on the properties of composites based on polypropylene. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 10 (102), 816-818.
117. Eshkaraev, S., Eshqorayev, S., Abdulhamidova, H., & Abdulhamidov, J. (2022). VODOROD ISHLAB CHIQUARISH: ELEKTROLIZ. *Science and innovation*, 1(A8), 360-365.
118. Абдуалиев, Н. Х., Абдувалиева, М. Ж., Бадекин, М. Ю., Витяев, С. М., Владимирова, Ю. В., Ганчар, А. И., ... & Юлчиева, М. Г. (2024). СОВРЕМЕННАЯ НАУКА, ОБЩЕСТВО И ТЕХНОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ, ДОСТИЖЕНИЯ И ИННОВАЦИИ.
119. Uralov, N. B., Turaev, H. K., Eshkarayev, S. C., & Eshqorayev, S. S. (2021). Analysis of graphene properties, production and application. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 11 (103), 726-728.
120. Абдулхамидова, Х., & Эшкораев, С. (2022). НОВЫЕ ЦЕМЕНТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ. *Theoretical aspects in the formation of pedagogical sciences*, 1(4), 28-31.
121. Abdulhamidova, H., Eshkoraev, S., & Javgashev, Y. (2022). TECHNOLOGY OF SILICATE BRICK PRODUCTION. *Solution of social problems in management and economy*, 1(4), 8-11.
122. Eshkoraev, S., Abdulhamidova, H., & Javgashev, Y. (2022). INGREDIENT OF PORTLAND CEMENT. *International Bulletin of Applied Science and Technology*, 2(9), 21-23.
123. Eshqorayev, S. S., & Ro'zimurodov, B. I. (2022). AHOLI YASHASH XONADONLARIDA IS GAZIDAN HIMOYALOVCHI FILTRLAR TAYYORLASH. *Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences*, 2(6), 209-212.
124. Eshkoraev, S. (2024). Revolutionizing education: Harnessing innovative technologies in teaching chemical technology. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(3), 69-81.
125. Eshqorayev, S. S., & Choriyeva, M. S. (2022). Tog'-kon sanoatida texnologiya va uning ishga ta'sirini tushunish. *Miasto Przysztosci*, 24, 237-239.
126. Choriyeva, M. S., & Eshkoraev, S. S. (2022). The interaction of energy with climate change. *ISJ Theor. Appl. Sci*, 4(108), 60-63.
127. Nomozov, A., Beknazarov, K., & Eshkoraev, S. (2024). SYNTHESIS AND INVESTIGATION OF CHARACTERISTICS OF CORROSION INHIBITOR IKMM-1 ST20 STEEL IN 1 M HCl SOLUTION. *Multidisciplinary Journal of Science and Technology*, 4(2), 179-192.
128. Xaydarova, M. D., Eshqorayev, S. S., & Ro'Zimurodov, B. I. (2022). Kaliy ma'danlarining dunyo bo'yicha uchrashi. *Science and Education*, 3(6), 149-151.





129. Eshqorayev, S. S., Ro'zimurodov, B. I., & Choriyeva, M. S. (2022). YOSHLARNI ILM-FAN VA INNOVATSIYALARGA QIZIQTIRISHNING NOAN'ANAVIY USULI. *Eurasian Journal of Academic Research*.
130. Nomozov, A. K., Beknazarov, K. S., Karimov, K. A., Nazarov, N. N., Eshkaraev, S. S., Umarov, S. S., ... & Arifdjanova, K. S. (2026). Synthesis and corrosion inhibition performance of a nitrogen-and phosphorus-containing inhibitor for carbon steel. *Chemical Review and Letters*, 9(3), 631-639.
131. Xaydarova, M. D., Eshqorayev, S. S., & Ro'zimurodov, B. I. (2022). TYUBEGATAN KONINING SILVINITLARINI ERITISH JARAYONINI O'RGANISH. *O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(9), 37-39.
132. Eshkoraev, S. (2024). Innovative methods in water purification: paving the way for sustainable clean water solutions. *Journal of universal science research*, 2(11), 458-463.
133. Davronovna, K. M., Sadriddinovich, E. S., & Yigitali Jo'ra o'g, J. (2022). Dependence of Karst Processes on Physico-Chemical Properties of Salts. *American Journal of Social and Humanitarian Research*, 3(9), 25-28.
134. Eshkaraev, S., Turaev, K., & Eshkoraev, S. (2021). Influence of pesticides on increasing soil radioactivity. *World*, 6(4), 49-54.
135. AK, N. (2024). Experimental and theoretical studies of *Salsola oppositifolia* extract as a novel eco-friendly corrosion inhibitor for carbon steel in 3% NaCl. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ENGINEERING*, 72(9), 312-320.





ДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КРЕОЛИЗОВАННЫХ ТЕКСТОВ В НАЧАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Юлдашева Тахмина Бону Гайратовна

Преподаватель факультета образования кафедры «Методика дошкольного и начального образования» в Ташкентском международном университете Кимё

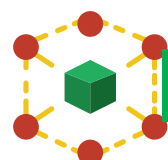
Аннотация: В статье раскрывается дидактический потенциал креолизированных текстов в начальном образовании, основанных на смысловом взаимодействии вербальных и визуальных компонентов. Рассматривается их влияние на понимание учебной информации, интерпретацию текста, развитие образного и логического мышления младших школьников. Особое внимание уделяется использованию иллюстраций, схем, пиктограмм и других визуальных элементов как средств смысловой организации материала. Обосновывается значение креолизованного текста для формирования читательской грамотности и активизации познавательной деятельности учащихся.

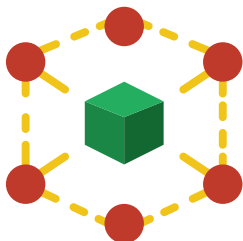
Ключевые слова: креолизированный текст, начальное образование, младшие школьники, визуальный компонент, вербальный компонент, читательская грамотность, смысловое восприятие, познавательная деятельность.

Annotatsiya: Maqolada verbal va vizual komponentlarning mazmuniy uyg'unligiga asoslangan kreollashtirilgan matnlarning boshlang'ich ta'limdagi didaktik imkoniyatlari yoritiladi. Bunday matnlarning o'quv axborotini anglash, matnni talqin qilish hamda kichik yoshdagi o'quvchilarning obrazli va mantiqiy tafakkurini rivojlantirishdagi o'rni tahlil qilinadi. Illyustratsiya, sxema, piktogramma va boshqa vizual elementlarning o'quv materialini mazmungan tashkil etishdagi ahamiyatiga alohida e'tibor qaratiladi. Kreollashtirilgan matnlardan foydalanish o'quvchilarning o'qish savodxonligi va bilish faolligini rivojlantirishga xizmat qilishi asoslanadi.

Kalit so'zlar: kreollashtirilgan matn, boshlang'ich ta'lim, kichik yoshdagi o'quvchilar, vizual komponent, verbal komponent, o'qish savodxonligi, mazmuniy idrok, bilish faoliyati.

Abstract: The article explores the didactic potential of creolized texts in primary education, focusing on the semantic interaction between verbal and visual components. It examines their role in facilitating the comprehension of educational information, text interpretation, and the development of young learners' visual and logical thinking. Particular attention is paid to illustrations, diagrams, pictograms, and other visual elements as tools for organizing meaning within educational content.



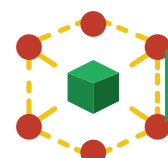


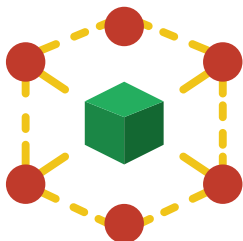
The study highlights the potential of creolized texts to foster reading literacy and stimulate learners' cognitive activity.

Keywords: creolized text, primary education, young learners, visual component, verbal component, reading literacy, semantic comprehension, cognitive activity.

Введение

Текст, с которым работает современный младший школьник, всё реже ограничивается исключительно словесной формой. Учебники, рабочие тетради и цифровые образовательные ресурсы объединяют письменную информацию с иллюстрациями, схемами, пиктограммами, условными обозначениями и элементами графического оформления. Такое сочетание формирует особый способ представления содержания, при котором смысл возникает во взаимодействии разных знаковых систем. Одной из форм подобной организации информации является креолизованный текст, объединяющий вербальный и визуальный компоненты в единую смысловую структуру. Для начального образования данный формат имеет особую педагогическую значимость. Младший школьник ещё осваивает способы смыслового чтения и не всегда способен самостоятельно выделить главное, установить причинно-следственные связи или интерпретировать сложную словесную информацию. Визуальный компонент способен конкретизировать содержание, направлять внимание на существенные детали и создавать дополнительные связи между отдельными фрагментами текста. Однако изображение в креолизованном тексте не является простым украшением: оно может дополнять, уточнять, преобразовывать или частично заменять информацию, выраженную словами. Работа с такими текстами требует от ребёнка особой читательской стратегии. Учащийся должен не только прочесть вербальную часть, но и определить значение изображения, сопоставить две формы представления информации и на этой основе сформировать целостное понимание содержания. Например, схема может раскрывать отношения, которые непосредственно не сформулированы в тексте, а иллюстрация — передавать эмоциональный или ситуативный контекст. Следовательно, восприятие креолизованного текста предполагает активную интерпретацию, а не механическое соединение слова и картинки. Дидактический потенциал подобных текстов связан также с возможностью развивать у младших школьников способность переводить информацию из одной знаковой формы в другую. Преобразование небольшого текста в схему, составление рассказа по серии изображений, объяснение значения пиктограммы или восстановление словесной части по визуальному фрагменту активизируют анализ, сравнение и смысловое обобщение. В результате ребёнок учится видеть структуру информации и осознанно выбирать средства для её передачи. Поэтому изучение креолизованных текстов в контексте начального





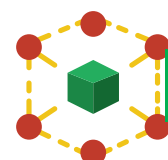
образования представляет интерес не только с точки зрения наглядности учебного материала. Значительно важнее определить, каким образом взаимодействие слова и изображения может способствовать формированию смыслового чтения, читательской грамотности, познавательной активности и способности младшего школьника самостоятельно интерпретировать информацию.

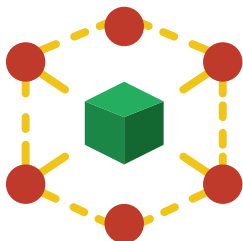
Основная часть

Креолизированный текст представляет собой целостное смысловое образование, в котором вербальный и невербальный компоненты взаимодействуют и дополняют друг друга. Для начального образования принципиально важно, что изображение в такой структуре выполняет не декоративную, а содержательную функцию. Оно может уточнять значение слова, раскрывать последовательность событий, обозначать отношения между объектами или передавать информацию, непосредственно не выраженную в словесной части. Поэтому работа с креолизированным текстом требует от ученика одновременного использования навыков чтения, наблюдения, сопоставления и интерпретации.

Характер взаимодействия слова и изображения может быть различным. В одном случае визуальный компонент полностью соответствует содержанию текста и облегчает его понимание. В другом — изображение дополняет словесную информацию новыми деталями. Более сложный вариант возникает тогда, когда смысл невозможно установить без сопоставления обоих компонентов. Именно последний тип особенно ценен для развития познавательной активности, поскольку ребёнок вынужден самостоятельно обнаруживать смысловые связи, формулировать предположения и подтверждать их информацией из текста.

Например, учащимся можно предложить небольшой рассказ, в котором отсутствует описание эмоционального состояния героя, но оно выражено через иллюстрацию. Задача ребёнка заключается не просто в назывании эмоции, а в объяснении того, какие элементы изображения позволяют сделать соответствующий вывод и какие слова из текста его подтверждают. Такое упражнение соединяет наблюдение с аргументацией и постепенно формирует привычку опираться на конкретные смысловые признаки. Не менее продуктивной является работа со схемами, таблицами, пиктограммами и простыми инфографическими элементами. При изучении окружающего мира, например, словесное описание последовательности природного процесса может сопровождаться графической моделью. Ученик сопоставляет этапы, определяет их порядок, устанавливает причинно-следственные связи, а затем самостоятельно объясняет процесс словами. В данном случае происходит перевод информации из визуального кода в вербальный, что требует более глубокой обработки содержания, чем простое воспроизведение прочитанного. Креолизированные тексты позволяют разнообразить и

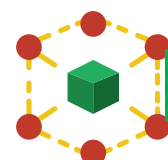


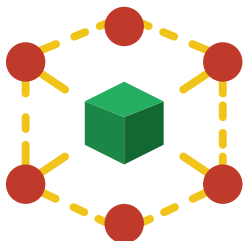


работу по развитию речи. Серия изображений в сочетании с отдельными словами или короткими репликами может использоваться как основа для составления связного рассказа. При этом важно не ограничивать ребёнка простым описанием того, что изображено. Более содержательными становятся вопросы: «Что произошло до этого?», «Почему герой поступил именно так?», «Как может закончиться эта ситуация?». В результате визуальная информация превращается в основу для самостоятельного построения причинных, временных и логических связей. Особое место занимает работа с комиксами и короткими визуальными историями. Сочетание изображения, реплик и последовательности кадров позволяет младшему школьнику наблюдать развитие события одновременно на нескольких уровнях. Удаление одной реплики и её самостоятельное восстановление, изменение последовательности кадров или создание подписи к изображению требуют понимания контекста. Подобные задания развивают не только речь, но и способность учитывать ситуацию общения, намерение персонажа и связь отдельной фразы с общим содержанием. Педагогически значимым является и обратное преобразование — перевод словесной информации в визуальную форму. После чтения небольшого текста учащиеся могут составить схему, выбрать условные обозначения или представить основные события в виде последовательности изображений. Чтобы выполнить такую задачу, ребёнку необходимо определить ключевую информацию и отделить её от второстепенных деталей. Тем самым визуализация становится способом смысловой переработки материала. При этом использование креолизованных текстов требует постепенного усложнения. На первых этапах связь между изображением и словом должна быть достаточно очевидной. В дальнейшем целесообразно включать задания, в которых визуальный компонент содержит дополнительную информацию или допускает несколько интерпретаций. Такой переход позволяет двигаться от узнавания и простого сопоставления к анализу и аргументированному объяснению.

Заключение

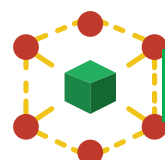
Дидактическая ценность креолизованных текстов заключается в том, что они учат младшего школьника воспринимать информацию не фрагментарно, а через смысловое взаимодействие слова и изображения. Работа с такими текстами активизирует интерпретацию, сравнение и преобразование информации, способствует развитию осмысленного чтения и речевой самостоятельности. При грамотном педагогическом использовании визуальный компонент перестаёт быть простой иллюстрацией и становится полноценным инструментом познания. Именно способность ребёнка переводить визуальный смысл в слово и соотносить разные знаковые формы определяет образовательный потенциал креолизованного текста.

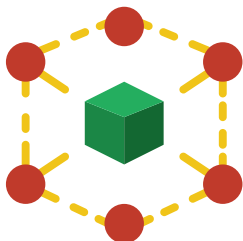




СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Валгина Н. С. Теория текста. — М.: Логос, 2003. — 280 с.
2. Анисимова Е. Е. Лингвистика текста и межкультурная коммуникация (на материале креолизированных текстов). — М.: Академия, 2003. — 128 с.
3. Сорокин Ю. А., Тарасов Е. Ф. Креолизированные тексты и их коммуникативная функция // Оптимизация речевого воздействия. — М.: Наука, 1990. — С. 180–186.
4. Бернацкая А. А. К проблеме «креолизации» текста: история и современное состояние // Речевое общение. — 2000. — № 3. — С. 104–110.
5. Выготский Л. С. Мышление и речь. — М.: Лабиринт, 1999. — 352 с.
6. Kress G., van Leeuwen T. Reading Images: The Grammar of Visual Design. — 2nd ed. — London: Routledge, 2006. — 312 p.
7. Mayer R. E. Multimedia Learning. — 2nd ed. — Cambridge: Cambridge University Press, 2009. — 304 p.





BAYAD ZOTLI QO‘YLARNING SURXONDARYO VILOYATI EKOLOGIK-IQLIM GRADIENTIDA ADAPTIV PLASTIKLIGI VA MAHSULDORLIGINI KOMPLEKS BAHOLASHNING ILMIY-METODIK ASOSLARI

Annaqulov Xusan Boysoatovich

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, assistent

Annotatsiya

Maqolada Mo‘g‘ulistondan O‘zbekistonga introduksiya qilinayotgan Bayad zotli qo‘ylarning Surxondaryo viloyatining turli ekologik-iqlim sharoitlariga moslashuvchanligini kompleks baholashning zamonaviy ilmiy-metodologik asoslari yoritilgan. Iqlim o‘zgarishi, yuqori harorat, qurg‘oqchilik, yaylov ozuqa bazasining mavsumiy o‘zgarishi va suv ta‘minotining cheklanishi qo‘ylarning fiziologik gomeostazi, o‘sishi, reproduktiv faoliyati hamda mahsuldorligiga bevosita yoki bilvosita ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.

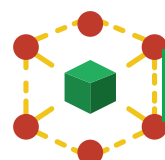
Tadqiqot metodologiyasida Surxondaryo viloyatini shartli ravishda janubiy (Muzrabot–Sherobod), o‘rta (Qumqo‘rg‘on–Sho‘rchi) va shimoliy (Denov–Uzun–Sariosiyo) ekologik-iqlim zonalariga ajratish taklif etiladi. Adaptatsiyani baholashda faqat yashovchanlik emas, balki **“iqlim omillari → issiqlik yuklamasi → fiziologik javob → oziqlanish → o‘sish va ontogenez → reproduksiya → mahsuldorlik”** tizimli modeli asos qilib olinadi. Bunda Temperature-Humidity Index (THI), tana harorati, nafas olish va yurak urish chastotasi, tirik vazn, o‘sish sur‘ati, morfometrik ko‘rsatkichlar, go‘sht, jun, sut va reproduktiv belgilar kompleks tahlil qilinadi. Ekologik omillar bilan xo‘jalik-biologik belgilar o‘rtasidagi munosabatlarni aniqlashda korrelyatsion, regressiv, dispersiya va aralash effektli statistik modellarni qo‘llash taklif etiladi.

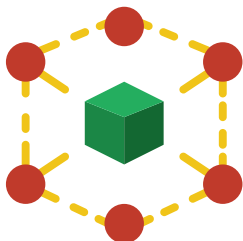
Tadqiqotning istiqbolli ilmiy natijasi sifatida Bayad qo‘ylarining Surxondaryo sharoitidagi **kompleks adaptiv indeksini** ishlab chiqish taklif qilinib, u yuqori mahsuldorlikni fiziologik barqarorlik va reproduktiv samaradorlik bilan birgalikda baholash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Bayad zoti, qo‘y, adaptatsiya, moslashuvchanlik, Surxondaryo, ekologik-iqlim zonasi, issiqlik stressi, THI, fiziologik gomeostaz, ontogenez, tirik vazn, mahsuldorlik, reproduksiya, seleksiya.

Аннотация

В статье рассмотрены современные научно-методологические подходы к комплексной оценке адаптационной способности овец породы Байад, интродуцированных из Монголии, в различных эколого-климатических условиях Сурхандарьинской области.





Предлагается условно разделить территорию исследования на три зоны: южную — Музрабад–Шерабад, среднюю — Кумкурган–Шурчи и северную — Денау–Узун–Сариосиё.

Адаптацию предлагается оценивать на основе интегрированной системы «климатические факторы → тепловая нагрузка → физиологическая реакция → питание → рост и онтогенез → воспроизводство → продуктивность». В качестве основных критериев предусматриваются THI, температура тела, частота дыхания и сердечных сокращений, динамика живой массы, морфометрические показатели, мясная, шерстная и молочная продуктивность, а также репродуктивные признаки. Для количественной оценки взаимосвязей предлагается использовать корреляционный, регрессионный анализ, ANOVA, ANCOVA и модели смешанных эффектов.

Ключевым результатом исследования может стать разработка комплексного адаптивного индекса, позволяющего одновременно учитывать физиологическую устойчивость, рост, воспроизводство и продуктивность животных.

Ключевые слова: порода Байад, овцы, адаптация, адаптивность, Сурхандарья, тепловой стресс, THI, онтогенез, живая масса, продуктивность, воспроизводство, селекция.

Abstract

The article presents modern scientific and methodological approaches for the comprehensive assessment of the adaptive capacity of Bayad sheep introduced from Mongolia under different ecological and climatic conditions of the Surkhandarya region of Uzbekistan. The study proposes a conditional division of the region into southern, central and northern ecological-climatic zones.

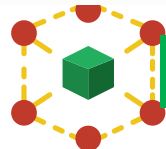
Adaptation is considered within an integrated framework: **climate factors → thermal load → physiological response → nutrition → growth and ontogeny → reproduction → productivity**. The proposed assessment includes Temperature-Humidity Index (THI), body temperature, respiratory and heart rates, live-weight dynamics, growth rate, morphometric traits, meat, wool and milk productivity, and reproductive performance. Correlation and regression analyses, ANOVA, ANCOVA and mixed-effects models may be used to quantify relationships between environmental conditions and economically important traits.

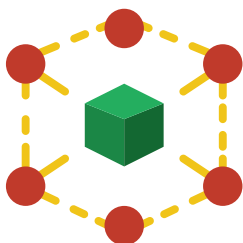
A major prospective outcome is the development of a composite adaptive index for Bayad sheep under Surkhandarya conditions, integrating physiological stability, growth, reproductive efficiency and productivity.

Keywords: Bayad sheep, adaptation, adaptability, Surkhandarya, heat stress, THI, ontogeny, live weight, productivity, reproduction, selection.

Annotatsiya

Maqolada Mo‘g‘ulistondan O‘zbekistonga introduksiya qilinayotgan Bayad zotli qo‘ylarning Surxondaryo viloyati turli ekologik-iqlim sharoitlariga moslashuvini kompleks baholashning ilmiy-





metodik asoslari yoritilgan. Tadqiqotning dolzarbligi Bayad zotining Mo'g'ulistonning keskin kontinental, quruq va yaylov resurslari mavsumiy o'zgaruvchan sharoitida shakllanganligi hamda.

O'zbekistonda ushbu genofondan foydalanish ko'lami kengayayotgani bilan belgilanadi. FAO ma'lumotlariga ko'ra, Bajad (Bayad) qo'ylari go'sht, jun va sut yo'nalishida foydalaniladigan mahalliy mo'g'ul zotlaridan bo'lib, voyaga yetgan qo'chqorlarning o'rtacha tirik vazni 72 kg, sovliqlarniki 56 kg, so'yim chiqimi 45,4 %, sut mahsuldorligi esa 200–800 g/kunni tashkil etadi.

O'zbekistonda Bayad qo'ylarini ko'paytirish jarayoni 2025-yildan yangi bosqichga kirdi. Rasmiy ma'lumotlarga ko'ra, Navoiy viloyatiga 100 ming bosh Bayad qo'yini olib kirish rejalashtirilgan va 2025-yil avgust oyida dastlabki ming bosh hayvon keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Qizilqum sharoitida olib borilgan dastlabki tadqiqotlarda Bayad qo'ylarining sut tarkibi va yaylov sharoitidagi biologik ko'rsatkichlari o'rganilgan. Shu sababli Surxondaryo sharoitida tadqiqotning asosiy ilmiy vazifasi zotning alohida mahsuldorlik belgilarini emas, balki **ekologik muhit** → **fiziologik javob** → **ontogenetik rivojlanish** → **reproduksiya** → **mahsuldorlik** tizimida adaptiv plastiklikni aniqlashdan iborat bo'lishi lozim.

Tadqiqotda ekologik zona, fasl, yosh, oziqa va issiqlik stressining o'zaro ta'siri aralash effektli statistik modellar, korrelyatsion-regression tahlil va ko'p o'lchovli usullar yordamida baholanishi taklif etiladi.

Kalit so'zlar: Bayad, qo'y, ekologik moslashuv, adaptiv plastiklik, issiqlik stressi, THI, ontogenez, mahsuldorlik, Surxondaryo, genotip × muhit, seleksiya.

Kirish

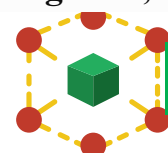
Iqlim o'zgarishi, yuqori harorat, qurg'oqchilik va yaylov ozuqasining mavsumiy kamayishi qo'ychilikda hayvonlarning nafaqat mahsuldorligi, balki fiziologik barqarorligini ham baholashni talab etmoqda. Ayniqsa, yangi ekologik hududga introduksiya qilinayotgan zot uchun yuqori tirik vaznning o'zi moslashuv mezonini bo'la olmaydi. Hayvonning haqiqiy adaptiv imkoniyati tashqi muhit o'zgarganda tana haroratini, nafas olish va yurak urishini me'yorida saqlashi, o'sish sur'atini va reproduktiv faoliyatini imkon qadar barqaror davom ettirishi bilan belgilanadi.

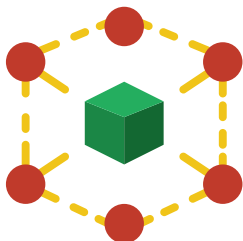
Bayad zoti Mo'g'ulistonning Malchin, Khirgas va Sharqiy Gobi hududlarida shakllangan bo'lib, go'sht, jun va sut olish uchun boqiladi. FAO ma'lumotlariga ko'ra, tug'ilishdagi tirik vazn qo'zilarida 3,8 va 3,5 kg, voyaga yetgan qo'chqor va sovliqlarda mos ravishda 72 va 56 kgni tashkil etadi; zotda odatda yiliga bir marta qo'zilash kuzatiladi va egizaklik kam uchraydi.

Biroq Mo'g'ulistonda shakllangan biologik xususiyatlarni O'zbekiston sharoitiga bevosita ko'chirish ilmiy jihatdan yetarli emas. Chunki genotipning fenotipik namoyon bo'lishi harorat, namlik, oziqa, suv, yaylov va boshqaruv sharoitlariga bog'liq. Shu nuqtayi nazardan Bayad zotining Surxondaryodagi ekologik-iqlim sharoitlariga javob reaksiyasini aniqlash dolzarb ilmiy vazifadir.

Tadqiqotning maqsadi

Tadqiqotning maqsadi — Surxondaryo viloyatining turli ekologik-iqlim sharoitlarida Bayad zotli qo'ylarning **fiziologik barqarorligi, o'sish-rivojlanishi, reproduktiv xususiyatlari va go'sht, sut**





hamda jun mahsuldorligini kompleks baholash, ekologik omillarning ushbu belgilar bilan bog'liqligini aniqlash va adaptiv plastiklikni ifodalovchi ilmiy mezonlarni ishlab chiqishdan iborat.



Tadqiqot konsepsiyasi

Surxondaryo sharoitida hududlarni tadqiqot dizaynida uch ekologik guruh sifatida olish mumkin:

- **Janubiy zona** — Muzrabod–Sherobod;
- **O'rta zona** — Qumqo'rg'on–Sho'rchi;
- **Shimoliy zona** — Denov–Uzun–Sariosiyo.

Mazkur zonalashuv tayyor ilmiy xulosa emas, balki **tekshiriladigan tadqiqot gipotezasi** sifatida qabul qilinishi kerak. Hududlarning haqiqiy ekologik farqi harorat, nisbiy namlik, yog'ingarchilik, yaylov hosildorligi va boshqa ko'rsatkichlar bilan statistik tasdiqlanishi lozim.

Adaptiv plastiklikni baholash

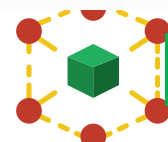
Bayad qo'ylarining moslashuvini faqat tirik vazn yoki mahsuldorlik bilan baholash bir tomonlama yondashuv hisoblanadi. Adaptiv plastiklikni quyidagi komponentlarning majmuasi sifatida baholash maqsadga muvofiq:

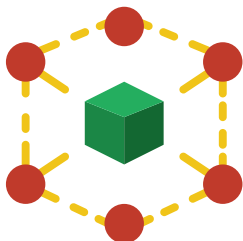
adaptiv plastiklik = fiziologik barqarorlik + o'sish barqarorligi + yashovchanlik + reproduktiv barqarorlik + mahsuldorlikni saqlash.

Bunda kompleks adaptiv indeks tadqiqot natijalari asosida statistik jihatdan shakllantirilishi kerak. Ko'rsatkichlarga oldindan subyektiv vazn berish tavsiya etilmaydi.

Issiqlik stressining baholanishi

Surxondaryo uchun issiqlik stressi alohida ahamiyatga ega. Ilmiy adabiyotlarda yuqori harorat qo'ylarda nafas olishning tezlashishi, rektal tana haroratining oshishi, oziqa iste'moli va undan





foydalanish samaradorligining pasayishi hamda reproduktiv funksiyalarning buzilishi bilan bog'liqligi ko'rsatilgan. Shuning uchun har bir ekologik zonada quyidagi ko'rsatkichlarni birgalikda qayd etish maqsadga muvofiq:

- havo harorati;
- nisbiy namlik;
- harorat-namlik indeksi (THI);
- tana harorati;
- nafas olish chastotasi;
- yurak urish chastotasi;
- oziqa va suv iste'moli.

Bunda asosiy ilmiy masala **THI** → **fiziologik javob** → **o'sish va mahsuldorlik** munosabatini aniqlashdan iborat bo'ladi.

Ontogenetik rivojlanish va mahsuldorlik

Bayad qo'ylarining moslashuvi tug'ilishdan voyaga yetishgacha kuzatilishi lozim. Buning uchun tug'ilish, 1, 3, 6, 9, 12 va 18 oylik davrlarda tirik vazn va asosiy morfometrik ko'rsatkichlarni aniqlash mumkin.

Asosiy ko'rsatkichlar:

- tirik vazn;
- mutlaq va o'rtacha sutkalik o'sish;
- tana uzunligi;
- yag'in balandligi;
- ko'krak aylanasi va chuqurligi;
- poycha aylanasi;
- semizlik darajasi.

O'sish sur'ati:

$$A = W_2 - W_1$$

formula orqali, o'rtacha sutkalik o'sish esa:

$$O'SO = (W_2 - W_1) / t$$

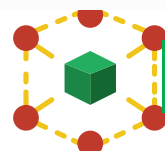
ko'rinishida hisoblanadi.

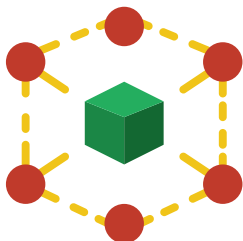
Mahsuldorlik uch asosiy yo'nalishda baholanadi: **go'sht, sut va jun**. Reproductiv baholashda urug'lanish, tug'ish, serpushtlik, egizaklik, qo'zi tug'ilish massasi va yashovchanligi hisobga olinadi.

Yaylov-oziqa omilining ahamiyati

Ekologik zona bilan mahsuldorlikni to'g'ridan-to'g'ri tenglashtirish metodologik jihatdan noto'g'ri. Chunki hududlar orasidagi farq faqat iqlim emas, oziqa va suv ta'minoti bilan ham belgilanadi.

Shu sababli har bir hududda:





- yaylov hosildorligi;
- ozuqabop o'simliklar tarkibi;
- quruq modda;
- xom protein;
- mineral tarkib;
- mavsumiy o'zgarish

aniqlanishi kerak.

Qizilqumda 2025-yilda o'tkazilgan tadqiqotda Bayad qo'ylari boqilgan yaylovlarda 22 tur ozuqabop o'simlik qayd etilgan va yaylov hosildorligi 2,51 s/ga deb baholangan. Bu natija Bayad mahsuldorligini baholashda oziqa muhitini alohida hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Statistik tahlil

Ko'p martalik kuzatuvlar uchun aralash effektli model qo'llash maqsadga muvofiq:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{Zone} + \beta_2 \text{Season} + \beta_3 \text{Age} + \beta_4 \text{THI} + \beta_5 \text{Feed} + \beta_6 \text{Zone} \times \text{Season} + u_i + \varepsilon_{ij}$$

Bunda hayvonning individual xususiyati tasodifiy effekt sifatida olinadi.

Shuningdek:

- dispersiya tahlili (ANOVA);
- korrelyatsion tahlil;
- ko'p omilli regressiya;
- PCA;
- klaster tahlili

qo'llanishi mumkin.

Ayniqsa, **zona** × **fasl** × **yosh** interaktsiyasini aniqlash Bayadning qaysi biologik davrda ekologik stressga ko'proq javob berishini ko'rsatishi mumkin.

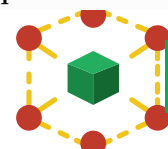
Ilmiy yangilik

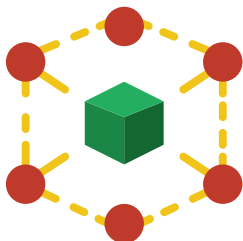
Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagi jihatlarida ifodalanadi:

1. Bayad zotining Surxondaryodagi moslashuvi ekologik gradient asosida kompleks baholanadi.
2. Issiqlik stressining fiziologik ko'rsatkichlar va mahsuldorlik bilan bog'liqligi aniqlanadi.
3. Ontogenetik o'sish trayektoriyasining ekologik sharoitga bog'liqligi baholanadi.
4. Iqlim, oziqa, yosh va faslning mahsuldorlikka qo'shma ta'siri modellastiriladi.
5. Adaptiv plastiklikni ifodalovchi kompleks ko'rsatkichni ishlab chiqish uchun statistik asos yaratiladi.
6. Adaptiv biologik guruhlarini oldindan emas, balki tadqiqot natijalari asosida ko'p o'lchovli tahlil orqali ajratish imkoniyati yaratiladi.

Amaliy ahamiyati

Tadqiqot natijalari Bayad qo'ylarini Surxondaryoda joylashtirish, oziqlantirish va naslchilik ishlarini ilmiy asoslashda foydalanilishi mumkin. Bunda seleksiya mezonini faqat yuqori tirik vazn





emas, balki **fiziologik barqarorlik + o'sish + reproduktiv samaradorlik + mahsuldorlikni saqlash qobiliyati** bilan belgilanadi.

Xulosa

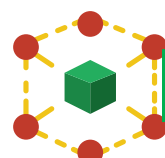
Bayad zotining O'zbekistonga keng miqyosda introduksiya qilinishi ushbu genetik resursning mahalliy ekologik sharoitdagi biologik imkoniyatlarini chuqur o'rganishni talab etmoqda. FAO ma'lumotlari Bayadning go'sht, jun va sut yo'nalishidagi ko'p maqsadli zot ekanligini ko'rsatadi, biroq uning Mo'g'uliston sharoitidagi ko'rsatkichlarini Surxondaryoga tayyor norma sifatida ko'chirish mumkin emas.

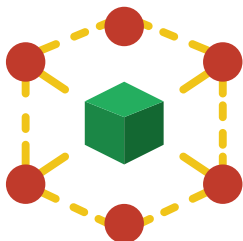
O'zbekistonda Bayad bo'yicha dastlabki tadqiqotlar asosan Qizilqum sharoitidagi ayrim mahsuldorlik va sut ko'rsatkichlarini qamrab olgan. ResearchGate Shu sababli Surxondaryoda asosiy ilmiy yangilikni **ekologik omil → fiziologik javob → ontogenez → reproduksiya → mahsuldorlik → adaptiv plastiklik** tizimini kompleks statistik tahlil qilish orqali shakllantirish maqsadga muvofiq.

Natijada Bayad zotining muayyan ekologik sharoitga moslashuv darajasi faqat mahsuldorlik bilan emas, balki stressga fiziologik javob, o'sish barqarorligi va reproduktiv samaradorlik bilan birgalikda baholanadi. Bu yondashuv Surxondaryo sharoitida Bayad zotidan samarali foydalanish va seleksiya mezonlarini ilmiy asoslash uchun metodik baza yaratadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Batsukh G., Zagdsuren E. **Sheep Breeds of Mongolia**. FAO Animal Production and Health, Rome. Bayad zotining kelib chiqishi, morfologiyasi, mahsuldorligi va reproduktiv xususiyatlari.
2. Marai I.F.M., El-Darawany A.A., Fadiel A., Abdel-Hafez M.A.M. **Physiological traits as affected by heat stress in sheep—A review**. Small Ruminant Research, 2007, 71(1–3): 1–12. DOI: 10.1016/j.smallrumres.2006.10.003.
3. Xujanova M.M., Xatamov A.X. **Qizilqum sharoitida bayad zotli qo'ylar sutining kimyoviy tarkibi**. Chorvachilik va naslchilik ishi, 2025. O'zbekiston Respublikasi Hukumat portal. Konimexga yana ming bosh zotli qo'ylar keltirildi. 16.08.2025.





UDK: 332.1:502.131.1:330.35(575.1)

YASHIL IQTISODIYOT TAMOIYILLARI ASOSIDA MINTAQALARNING BARQAROR IQTISODIY RIVOJLANISHINI TA'MINLASH

Mamatmuminov Xolbek Omonovich

mamatmuminovxolbek@gmail.com

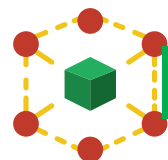
ANNOTATSIYA

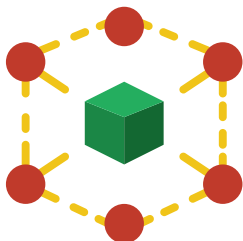
Maqolada yashil iqtisodiyot tamoyillarini hududiy rivojlanish siyosatiga integratsiya qilish orqali mintaqalarning barqaror iqtisodiy o'sishini ta'minlash mexanizmlari tahlil qilindi. Tadqiqot O'zbekistonning 2019–2030-yillarga mo'ljallangan “yashil iqtisodiyot”ga o'tish strategiyasi, “O'zbekiston – 2030” strategiyasini 2025-yilda amalga oshirish davlat dasturi, Energetika vazirligining 2025-yil yakuniy ko'rsatkichlari hamda Jahon banki va xalqaro ilmiy adabiyotlar asosida bajarildi. 2025-yilda O'zbekistonda 86,7 mlrd kVt·soat elektr energiyasi ishlab chiqarilib, shundan 16,8 mlrd kVt·soati quyosh, shamol va gidroenergetika hisobiga to'g'ri kelgan; quyosh va shamol ishlab chiqarishi 10,5 mlrd kVt·soatga yetgan. Ushbu natijalar 3,2 mlrd m³ tabiiy gazni tejash va 4,7 mln tonna zararli tashlanmalarni oldini olish imkonini bergan. 2025-yil davlat dasturida yangi hududiy va tarmoq investitsiya dasturlarining kamida 15 foizida “yashil komponentlar” bo'lishi, bu ulushni 2027-yilda 30 foiz va 2030-yilda 55 foizga yetkazish belgilangan. Tahlil mintaqalarda yashil o'sish uchun qayta tiklanuvchi energiya, suv va energiya samaradorligi, yashil transport, aylanma iqtisodiyot, yashil moliya, inson kapitali va natijaga asoslangan hududiy boshqaruvni bir tizimda rivojlantirish zarurligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: yashil iqtisodiyot, mintaqaviy rivojlanish, barqaror rivojlanish, qayta tiklanuvchi energiya, energiya samaradorligi, yashil investitsiya, suv resurslari, aylanma iqtisodiyot, yashil bandlik, O'zbekiston.

АННОТАЦИЯ

В статье анализируются механизмы обеспечения устойчивого экономического развития регионов на основе интеграции принципов «зелёной экономики» в региональную политику. Исследование базируется на Стратегии перехода Республики Узбекистан к «зелёной экономике» на 2019–2030 годы, государственной программе реализации Стратегии «Узбекистан – 2030» на 2025 год, итоговых данных Министерства энергетики за 2025 год, а также материалах Всемирного банка и научной литературы. В 2025 году в Узбекистане было произведено 86,7 млрд кВт·ч электроэнергии, из которых 16,8 млрд кВт·ч пришлось на





солнечную, ветровую и гидроэнергетику; производство солнечной и ветровой энергии достигло 10,5 млрд кВт·ч. Это позволило сэкономить 3,2 млрд м³ природного газа и предотвратить 4,7 млн тонн вредных выбросов. Государственная программа 2025 года предусматривает наличие «зелёных компонентов» не менее чем в 15% новых инвестиционных программ регионов и отраслей с повышением доли до 30% в 2027 году и 55% к 2030 году. Результаты показывают необходимость комплексного развития возобновляемой энергетики, энерго- и водоэффективности, зелёного транспорта, циркулярной экономики, устойчивого финансирования, человеческого капитала и результативного регионального управления.

Ключевые слова: зелёная экономика, региональное развитие, устойчивое развитие, возобновляемая энергетика, энергоэффективность, зелёные инвестиции, водные ресурсы, циркулярная экономика, зелёная занятость, Узбекистан.

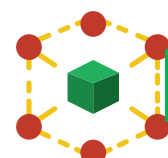
ABSTRACT

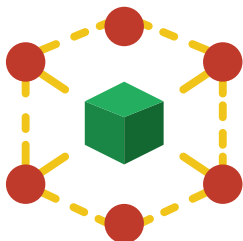
This article examines mechanisms for ensuring sustainable regional economic development by integrating green-economy principles into territorial development policy. The analysis draws on Uzbekistan's Strategy for Transition to a Green Economy for 2019–2030, the 2025 State Program for implementing the Uzbekistan–2030 Strategy, official 2025 energy-sector results, World Bank materials, and the international literature. In 2025, Uzbekistan generated 86.7 billion kWh of electricity, of which 16.8 billion kWh came from solar, wind, and hydropower; solar and wind generation alone reached 10.5 billion kWh. These developments enabled savings of 3.2 billion m³ of natural gas and avoided 4.7 million tons of harmful emissions. The 2025 state program requires green components in at least 15% of new regional and sectoral investment programs, increasing to 30% in 2027 and 55% by 2030. The findings indicate that regional green growth requires an integrated policy mix combining renewable energy, energy and water efficiency, green mobility, circular economy, sustainable finance, human capital, and performance-based territorial governance.

Keywords: green economy, regional development, sustainable development, renewable energy, energy efficiency, green investment, water resources, circular economy, green employment, Uzbekistan.

KIRISH

Yashil iqtisodiyot iqtisodiy o'sish bilan tabiiy kapitalni muhofaza qilish, resurslardan samarali foydalanish va ijtimoiy farovonlikni bir-biriga qarama-qarshi emas, balki o'zaro bog'liq maqsadlar sifatida ko'radi. Hududlar darajasida bu yondashuv energiya, suv, yer, chiqindi va transport infratuzilmasidan foydalanish modelini qayta ko'rib chiqishni talab qiladi.





O‘zbekistonning hududlari tabiiy resurslar, iqlim xavfi, iqtisodiy ixtisoslashuv va energiya iste’moli bo‘yicha keskin farqlanadi. Navoiy va Qashqadaryo kabi sanoat-resurs hududlarida energiya va uglerod intensivligini kamaytirish ustuvor bo‘lsa, Qoraqalpog‘iston va Orolbo‘yi uchun iqlim moslashuvi va ekotizim tiklash, Farg‘ona vodiysi uchun suv samaradorligi va yashil sanoat, Toshkent aglomeratsiyasi uchun transport, binolar va chiqindi boshqaruvi katta ahamiyatga ega.

2019-yilda tasdiqlangan O‘zbekistonning yashil iqtisodiyotga o‘tish strategiyasi energiya samaradorligini oshirish, qayta tiklanuvchi energiyani rivojlantirish, iqlim o‘zgarishiga moslashish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va ekotizimlarni saqlashni ustuvor yo‘nalish sifatida belgiladi. 2025-yilgi davlat dasturi ushbu tamoyillarni hududiy investitsiya dasturlarining o‘ziga kiritishni institutsional jihatdan kuchaytirdi.

Yashil iqtisodiyotga o‘tishning mintaqaviy qiymati faqat emissiyani kamaytirish bilan cheklanmaydi. Qayta tiklanuvchi energiya yangi investitsiya, mahalliy servis, qurilish va texnik xizmat bozorlarini yaratadi; suv tejash qishloq xo‘jaligi unumdorligini mustahkamlaydi; chiqindini qayta ishlash ikkilamchi xomashyo zanjirini shakllantiradi; energiya samaradorligi esa korxonalar tannarxini kamaytiradi.

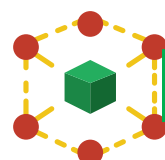
Ushbu maqolaning maqsadi yashil iqtisodiyot tamoyillari asosida O‘zbekiston mintaqalarining barqaror iqtisodiy rivojlanishini ta‘minlashning institutsional, moliyaviy va tarmoq mexanizmlarini tizimli tahlil qilish va hudud tipiga mos amaliy yo‘nalishlarni taklif etishdir.

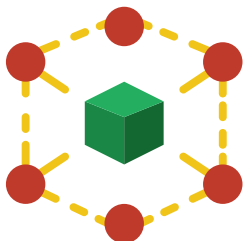
METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Tadqiqot strukturaviy narrativ sharh va iqtisodiy-institutsional tahlil asosida bajarildi. Birlamchi normativ manbalar sifatida O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktabrdagi PQ-4477-son qarori bilan tasdiqlangan yashil iqtisodiyotga o‘tish strategiyasi va “O‘zbekiston – 2030” strategiyasining 2025-yil davlat dasturi olindi.

Empirik ko‘rsatkichlar Energetika vazirligining 2025-yil yakunlari bo‘yicha elektr energiyasi ishlab chiqarishi, yashil energiya, gaz tejalishi va emissiya oldini olish ko‘rsatkichlariga tayandi. 2025-yil 1-dekabr holatiga kichik quvvatli quyosh panellarining 141 221 ta obyektida jami 1 971 MVt quvvatda o‘rnatilgani ham hududiy yashil transformatsiyaning tarqalish ko‘rsatkichi sifatida hisobga olindi.

Adabiyotlar tahlilida UNEPning green economy konsepsiyasi, Jahon bankining inclusive green growth yondashuvi, OECDning regional green growth siyosati va yashil ish o‘rinlari, circular economy hamda place-based regional development haqidagi ilmiy ishlar qo‘llanildi.

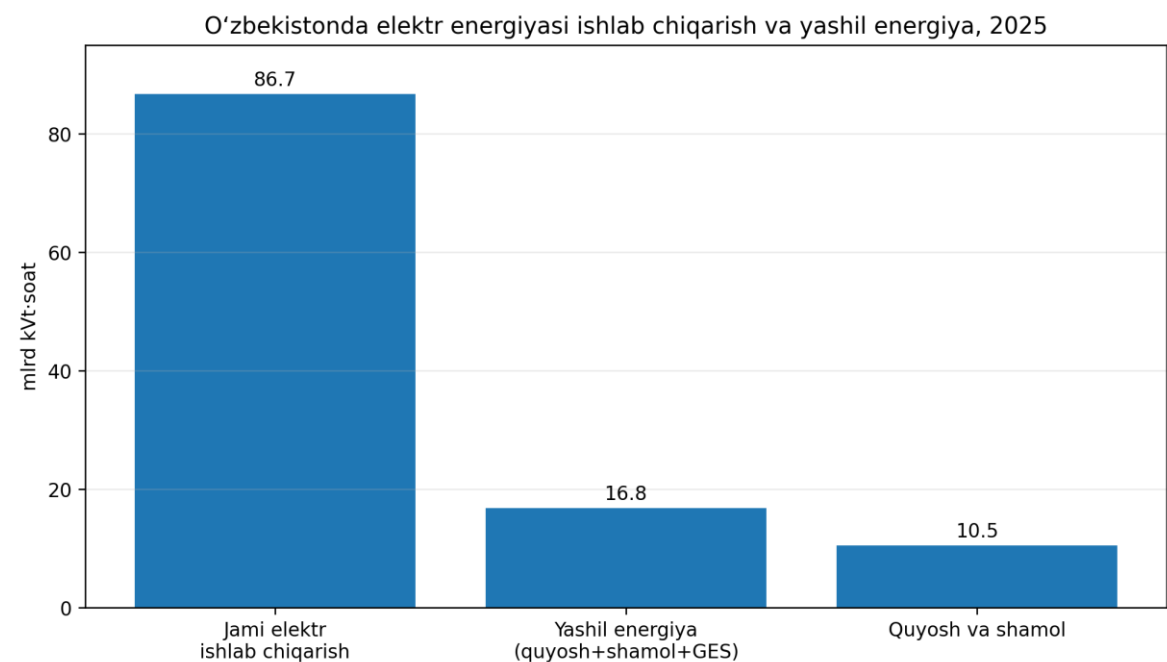




Tahlil besh yoʻnalishda amalga oshirildi: 1) energiya transformatsiyasi; 2) suv va resurs samaradorligi; 3) aylanma iqtisodiyot va chiqindi boshqaruvi; 4) yashil moliyalashtirish; 5) hududiy institutlar va inson kapitali. Birlamchi hududiy mikrodata taqdim etilmagani sababli sunʼiy viloyat statistikasi yaratilmagan.

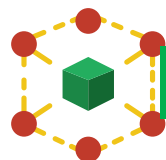
NATIJALAR

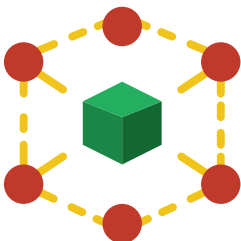
2025-yil yakuniy energiya statistikasi yashil transformatsiya Oʻzbekiston iqtisodiyotida miqdoriy ahamiyat kasb etayotganini koʻrsatadi. Umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarish 86,7 mlrd kVt·soatga yetgan, quyosh, shamol va gidroelektr stansiyalari esa 16,8 mlrd kVt·soat ishlab chiqargan. Quyosh va shamol generatsiyasi 10,5 mlrd kVt·soat boʻlib, 2024-yilga nisbatan 2,1 barobar oshgan.



1-diagramma. Oʻzbekistonda jami va yashil elektr energiyasi ishlab chiqarish, 2025. Manba: Energetika vazirligi.

Koʻrsatkich	2025 natija	Iqtisodiy taʼsir	Ekologik taʼsir	Hududiy mazmun
-------------	-------------	------------------	-----------------	----------------



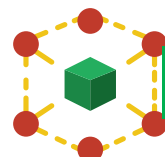


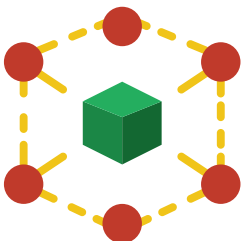
Jami elektr ishlab chiqarish	86,7 mlrd kVt·soat	Sanoat va xizmatlar energiya ta'minoti	—	Barcha hududlarning ishlab chiqarish bazasi
Yashil energiya	16,8 mlrd kVt·soat	Energiya manbalarini diversifikatsiya qiladi	Uglerod va ifloslanishni kamaytiradi	Quyosh/shamol/gidro salohiyati mavjud hududlar
Quyosh va shamol	10,5 mlrd kVt·soat	Yangi investitsiya va servis bozori	Fosil yoqilg'i o'rnini bosadi	Navoiy, Buxoro, Samarqand, Qoraqalpog'iston va boshqalar
Tejalgan tabiiy gaz	3,2 mlrd m ³	Gazni yuqori qiymatli foydalanishga yo'naltirish mumkin	Yonish emissiyasi kamayadi	Energiya xavfsizligini oshiradi
Oldi olingan tashlanmalar	4,7 mln tonna	Sog'liq va ekologik xarajatlarni kamaytiradi	Havo sifati va iqlim foydasi	Sanoat va shahar hududlarida katta ahamiyat

1-jadval. O'zbekistonning 2025-yil yashil energetika ko'rsatkichlari va hududiy iqtisodiy mazmuni.

Kichik quvvatli taqsimlangan quyosh energetikasi ham hududiy o'sish modelini o'zgartirmoqda. 2025-yil 1-dekabr holatiga 141 221 ta obyektga jami 1 971 MVt quvvatli quyosh panellari o'rnatilgan: tadbirkorlik subyektlarida 1 087,5 MVt, aholi xonadonlarida 443,2 MVt, ijtimoiy soha obyektlarida 412,5 MVt va ko'p qavatli uylarda 30,2 MVt. O'n bir oyda ushbu tizimlar 1,869 mlrd kVt·soat elektr ishlab chiqarib, 566 mln m³ gaz tejashga va 466 ming tonna zararli gaz chiqindilarining oldini olishga yordam bergan.

Hudud tipi	Asosiy yashil muammo	Ustuvor loyiha	Iqtisodiy samara	Asosiy KPI
------------	----------------------	----------------	------------------	------------

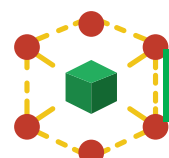


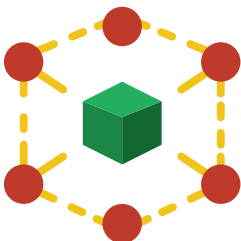


Sanoat-resurs hududi	Yuqori energiya va uglerod intensivligi	Energiya samaradorligi, quyosh/shamol, waste-heat recovery	Tannarx pasayishi va eksport raqobatbardoshligi	Energiya intensivligi; tCO2/GVA
Agro hudud	Suv tanqisligi va irrigatsiya yo'qotishlari	Tomchilatib sug'orish, solar pumping, agro-processing	Hosildorlik va suv unumdorligi	m ³ suv / mahsulot
Shahar/agglomeratsiya	Transport, bino va chiqindi emissiyasi	Jamoat transporti, EV, green building, waste sorting	Vaqt, sog'liq va energiya xarajati kamayadi	PM2.5; kWh/m ² ; qayta ishlash ulushi
Orolbo'yi/ekologik zaif hudud	Cho'llanish va iqlim xavfi	Landshaft tiklash, yashil ishlar, suv-resurs monitoringi	Moslashuv va yangi bandlik	Tiklangan yer; yashil ish o'rni
Turizm hududi	Tabiiy kapitalga bosim	Eco-tourism, energiya va chiqindi standarti	Turizm qiymati va brend	Bir turistga resurs sarfi

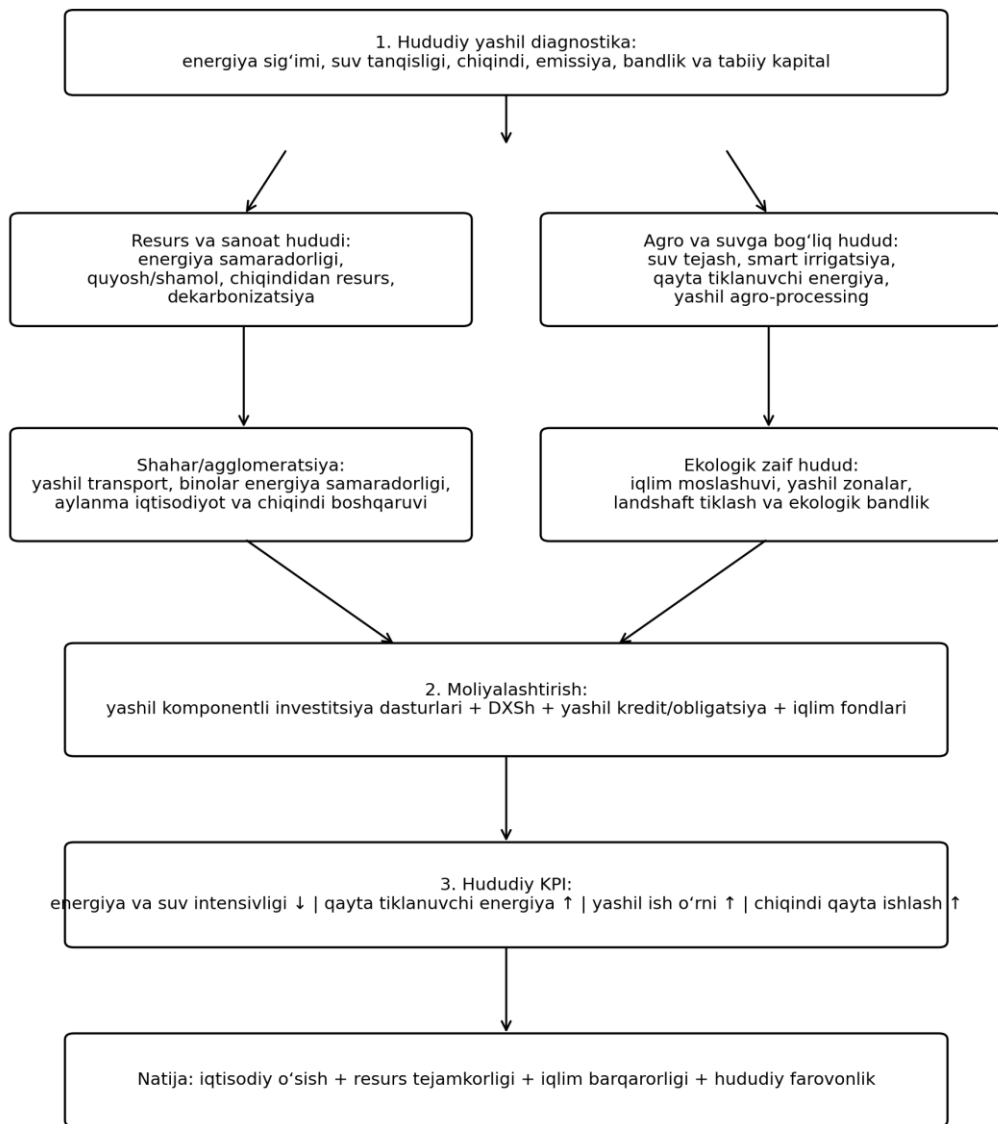
2-jadval. Hudud tipiga mos yashil iqtisodiyot siyosati.

2025-yilgi davlat dasturida yangi investitsiya dasturlari, tarmoq va hududiy rivojlanish loyihalarining kamida 15 foizida yashil komponent bo'lishi belgilangan. Ushbu ulush 2027-yildan 30 foiz va 2030-yildan 55 foiz bo'lishi kerak. Bu talab yashil iqtisodiyotni alohida ekologik dastur emas, balki hududiy kapital qo'yilmalarining standart elementi sifatida shakllantirishga xizmat qiladi.



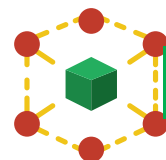


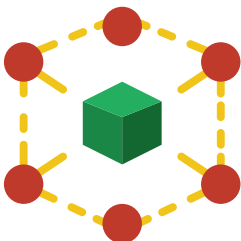
Mintaqalarda yashil iqtisodiyot asosida barqaror rivojlanish modeli



1-rasm. Mintaqalarda yashil iqtisodiyot asosida barqaror rivojlanishning integratsiyalashgan modeli.

Mexanizm	Amaliy vosita	Moliyalashtirish manbai	Hududiy natija	Monitoring
Yashil energiya	Yirik RES + rooftop solar + mikroGES	DXSh, FDI, yashil kredit	Energiya ta'minoti va investitsiya	MW; kWh; gaz tejalishi





Energiya samaradorligi	ESCO, audit, modernizatsiya	Bank krediti, budjet, ESCO	Tannarx va import yoqilg'i talabi kamayadi	kWh/GVA
Suv samaradorligi	Smart metering, drip irrigation	Agro kredit, iqlim fondi	Suv unumdorligi va iqlim chidamliligi	m ³ /ha; hosildorlik
Aylanma iqtisodiyot	Saralash, recycling, industrial symbiosis	PPP, EPR, xususiy kapital	Ikkilamchi xomashyo va SME	Qayta ishlash %
Yashil inson kapitali	TVET, reskilling, green STEM	Davlat + biznes + donor	Yangi yashil ish o'rinlari	Sertifikat va bandlik
Yashil boshqaruv	Hududiy carbon/resource dashboard	Budjet va texnik ko'mak	Natijaga asoslangan qaror	KPI bajarilishi

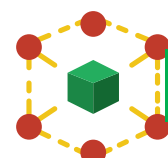
3-jadval. Mintaqalarda yashil transformatsiyaning asosiy iqtisodiy mexanizmlari.

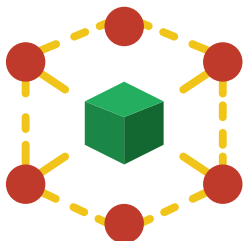
MUHOKAMA

Yashil iqtisodiyotni hududiy rivojlanish bilan bog'lashning birinchi talabi – siyosatni hududning real iqtisodiy va ekologik profiliga moslashtirishdir. Bir xil subsidiyani barcha viloyatlarda takrorlash o'rniga energiya, suv, sanoat va ekologik risklar asosida differensial loyiha portfeli shakllantirilishi kerak.

Qayta tiklanuvchi energetika nafaqat ekologik, balki mintaqaviy sanoat siyosati vositasidir. Quyosh va shamol stansiyalari qurilishi elektr tarmog'i, qurilish, servis, muhandislik, logistika va raqamli monitoring xizmatlariga talab yaratadi. Mahalliy kontent siyosati to'g'ri tuzilsa, yashil energiya mintaqaviy qiymat zanjirlarini kengaytirishi mumkin.

Shu bilan birga generatsiyani tez oshirishning o'zi yetarli emas. Elektr tarmoqlari, energiya saqlash tizimlari va talabni boshqarish investitsiyasi parallel bo'lmasa, qayta tiklanuvchi quvvatlarning iqtisodiy samarasi cheklanadi. 2025-yil rejalari va amalga oshirilgan loyihalarda BESS tizimlariga katta e'tibor qaratilgani aynan shu tizimli ehtiyoj bilan bog'liq.





Suv resurslari O'zbekiston uchun mintaqaviy yashil o'sishning eng muhim cheklovidir. Qishloq xo'jaligida suv tejamkor texnologiyalar energiya tejamkorligi bilan birga olib borilganda, irrigatsiya xarajati, suv yo'qotilishi va hosildorlik riskini bir vaqtning o'zida kamaytirish mumkin. Shu sabab suv samaradorligi yashil iqtisodiyot dasturlarida energetikadan kam bo'lmagan ustuvorlikka ega bo'lishi kerak.

Aylanma iqtisodiyot hududiy SME siyosati bilan bog'langanda yangi bozorlar yaratadi. Maishiy chiqindini saralash, qurilish materiallarini qayta ishlash, organik chiqindidan biogaz yoki kompost, sanoat chiqindilaridan ikkilamchi xomashyo yaratish mahalliy tadbirkorlik va bandlik uchun qo'shimcha manba bo'lishi mumkin.

Yashil moliya mexanizmi loyiha sifatini belgilaydi. Davlat dasturida hududiy investitsiya portfeliga yashil komponentlar ulushini bosqichma-bosqich oshirish talabi kapitalni ekologik natija bilan bog'laydi. Biroq "yashil komponent" faqat yorliq bo'lib qolmasligi uchun kWh tejalishi, CO₂ kamayishi, suv iqtisodi va yangi yashil ish o'rni kabi o'lchanadigan KPilar bilan verifikatsiya qilinishi zarur.

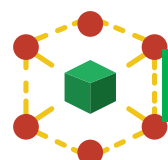
Yashil transformatsiya ijtimoiy jihatdan adolatli bo'lishi kerak. Energiya tariflari, eskirgan sanoatni modernizatsiya qilish yoki uglerod cheklovlari ayrim ishchi guruhlar va hududlarga qisqa muddatli bosim keltirishi mumkin. Shu sabab qayta tayyorlash, manzilli ijtimoiy himoya va yashil ish o'rinlari dasturi iqtisodiy siyosatning ajralmas qismi bo'lishi lozim.

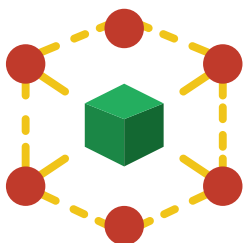
Ushbu maqolaning cheklovi shundaki, hududlar bo'yicha yashil investitsiya, emissiya intensivligi va yashil bandlikning yagona rasmiy panel bazasi cheklangan. Keyingi tadqiqotlar viloyatlar kesimida energiya intensivligi, RES quvvati, suv unumdorligi, chiqindi qayta ishlash va yashil investitsiyani yagona Green Regional Competitiveness Indexga birlashtirishi mumkin.

XULOSA

O'zbekiston mintaqalarining barqaror iqtisodiy rivojlanishi uchun yashil iqtisodiyot ekologik qo'shimcha siyosat emas, balki asosiy hududiy o'sish modeli sifatida qaralishi kerak. 2025-yilda 16,8 mlrd kVt·soat yashil elektr ishlab chiqarilishi, 3,2 mlrd m³ gaz tejalishi va 4,7 mln tonna zararli tashlanmaning oldi olinishi yashil transformatsiyaning iqtisodiy miqyosini ko'rsatadi.

Har bir hudud uchun bir xil model emas, resurs va risk profiliga mos differensial strategiya zarur: sanoat hududlarida dekarbonizatsiya va energiya samaradorligi; agrohududlarda suv samaradorligi; yirik shaharlarda transport, binolar va chiqindi; ekologik zaif hududlarda iqlim moslashuvi va tabiiy kapitalni tiklash ustuvor bo'lishi kerak.



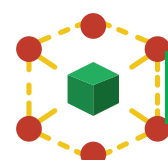


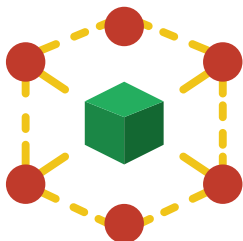
Yashil investitsiya dasturlaridagi 15% → 30% → 55% yashil komponent talabi natijaga asoslangan moliyalashtirish bilan birlashtirilsa, hududiy kapital qo'yilmalarining sifati va iqlim barqarorligini oshiradi. Buning uchun yagona yashil taksonomiya, loyiha KPilari va mustaqil monitoring zarur.

Barqaror hududiy o'sishning yakuniy modeli qayta tiklanuvchi energiya, suv va energiya samaradorligi, aylanma iqtisodiyot, yashil moliya, malakali inson kapitali va mahalliy boshqaruvni integratsiya qilishi kerak. Ana shunda yashil iqtisodiyot mintaqalarda nafaqat ekologik natija, balki yuqori unumdorlik, investitsiya, bandlik va hayot sifati manbaiga aylanadi.

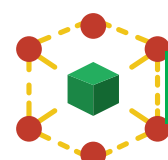
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (APA 7)

1. President of the Republic of Uzbekistan. (2019). Strategy for Transition of the Republic of Uzbekistan to a Green Economy for 2019–2030 (Resolution No. PP-4477). Tashkent.
2. President of the Republic of Uzbekistan. (2025). State Program for the Implementation of the Uzbekistan–2030 Strategy in the Year of Environmental Protection and the Green Economy. Tashkent.
3. Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan. (2026). Results of work carried out in the fuel and energy sector in 2025. Tashkent.
4. Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan. (2025). Small-scale solar power installations as of 1 December 2025. Tashkent.
5. Agency for Strategic Development and Reforms under the President of the Republic of Uzbekistan. (2025). Towards a Greener Economy in Uzbekistan. Tashkent.
6. World Bank. (2012). Inclusive Green Growth: The Pathway to Sustainable Development. Washington, DC: World Bank.
7. World Bank. (2023). Uzbekistan Country Climate and Development Report. Washington, DC: World Bank.
8. United Nations Environment Programme. (2011). Towards a Green Economy: Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. Nairobi: UNEP.
9. OECD. (2012). Linking Renewable Energy to Rural Development. OECD Green Growth Studies. Paris: OECD Publishing.
10. OECD. (2013). Green Growth in Cities. OECD Green Growth Studies. Paris: OECD Publishing.
11. Barbier, E. B. (2010). A Global Green New Deal: Rethinking the Economic Recovery. Cambridge University Press.





12. Bowen, A., & Hepburn, C. (2014). Green growth: An assessment. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(3), 407–422.
13. Jacobs, M. (2012). Green growth: Economic theory and political discourse. Grantham Research Institute Working Paper.
14. Rodríguez-Pose, A., & Wilkie, C. (2017). Revamping local and regional development through place-based strategies. *Cityscape*, 19(1), 151–170.
15. International Labour Organization. (2018). *World Employment and Social Outlook 2018: Greening with Jobs*. Geneva: ILO.



MUNDARIJA

1	SUG‘ORILADIGAN MAYDONLARDA TUPROQ NAMLIGINING FAZOVIY O‘ZGARUVCHANLIGINI HISOBGA OLUVCHI ROBOTOTEXNIK VA MEXATRONIK VOSITALAR ASOSIDAGI AVTOMATLASHTIRILGAN INTELLEKTUAL SUG‘ORISH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH Xoliqov Shavkat	6-22
2	KOLXAMINNING 2-METIL-5-ETILPIRIDIN BILAN YANGI HOSILASINING SINTEZI Eshdavlatova Muxlisa, Eshdavlatov Erkin, Eshdavlatov Begzod	23-35
3	BEKATDAN TASHQARI TO‘XTASHLARNI KAMAYTIRISH ORQALI AVTOBUS YO‘NALISHINING TEXNIK VA IQTISODIY SAMARADORLIGINI OSHIRISH Xuramov Kamoliddin	36-48
4	РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ РАБОЧИХ КОЛЁС ГИДРОМАШИН Кодиров Икром, Хамдамов Бекмамат	49-61
5	GUT MICROBIOTA DYSBIOSIS IN INFLAMMATORY BOWEL DISEASE: PATHOGENETIC ROLE AND MICROBIOTA-TARGETED THERAPIES Axmedova Nigora, Rustamova Mushtariy, Tillayeva Zarina	62-64
6	SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL FOUNDATIONS FOR ASSESSING AND MANAGING FIRE AND EXPLOSION HAZARDS OF PETROLEUM PRODUCT STORAGE TANKS Rakhmatova D	65-70
7	IKKILAMCHI XOMASHYOLAR ASOSIDAGI ORGANIK QO‘SHIMCHALARNING SEMENT KLINKERI MAYDALANISH JARAYONIGA TA‘SIR Ismoilov Feruz, Yuldoshov Jovohir	71-74
8	AZOT VA OLTINGUGURT TUTUVCHI GETEROTSIKLIK BIRIKMALAR ASOSIDAGI KORROZIYA INGIBITORLARINING ELEKTROKIMYOVIY SAMARADORLIGI Eshqorayev Samariddin	75-93
9	ДИДАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ КРЕОЛИЗОВАННЫХ ТЕКСТОВ В НАЧАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ Юлдашева Тахмина	94-98

10	BAYAD ZOTLI QO‘YLARNING SURXONDARYO VILOYATI EKOLOGIK-IQLIM GRADIENTIDA ADAPTIV PLASTIKLIGI VA MAHSULDORLIGINI KOMPLEKS BAHOLASHNING ILMIY-METODIK ASOSLARI Annaqulov Xusan	99-105
11	YASHIL IQTISODIYOT TAMOIYILLARI ASOSIDA MINTAQALARNING BARQAROR IQTISODIY RIVOJLANISHINI TA’MINLASH Mamatmuminov Xolbek	106-116
	MUNDARIJA	117-118

