ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 3

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Prospects for nuclear-based green hydrogen production in uzbekistan: a conceptual and techno-systemic assessment *M.Xayitbaeva* *G.Xayrullayeva* *S.Shovdirova*	9
2	Automatic control systems for activated sludge concentration to improve energy efficiency in wastewater treatment: a bibliometric review *Misliboyev Dilshod Abdumalikovich* *Pirimov Odil Jurayevich* *Hakimov Pahlavon Qahramon o'g'li*	17
3	Тола таркиби турлича бўлган иплардан олинган костюмбоп матоларнинг бир даврли чўзилиш деформациясининг ўзгариши *Худайбердиев М.Р.* *Очилов Т.А.* *Ҳамроева С.А.* *Нурбоев Р.Х.*	28
4	Smart channel qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasining tuzilishi va metrologik imkoniyatlari *Otaxonov Maqsud Yusufovich* *Azizov Xurshid Abduhamidovich* *Arifjonov Alisher Abdullayevich* *To'laganov Fathullo Tohirjonovich* *Zokirov Ilhomjon Bahtiyor o'g'li*	36
5	Optical–geometric analysis of a linear fresnel concentrator with a tubular cylindrical receiver *A.A. Kuchkarov*	44
6	Tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini shakllan-tirishning nazariy asosiy masalalari *Abdurahmonova D.A* *Y.B. Yarmanova* *J.T.Yuldoshev*	55
7	Acheta deserta pall. Asosida xitin olish va olingan xitin moddasining polimorf shaklini aniqlash *Karimov Sherali Xasanovich* *Xomidov Mirodil Erkinjon o'g'li* *Tadjialiyeva Dilshodaxon To'lqinjon qizi*	67
8	Amin absorbsiya asosida co_2 ni ushlab qolish jarayonini boshqarish *Maxmadaminov Asliddin G'anisher o'g'li* *Safarov Qilichbek Akmal o'g'li*	75
9	Tibbiyotda lotin tili: terminologiyaning shakllanishi va ahamiyati *Amonturdiyev Og'abek Alisherovich* *Boboqulov Mirsaid Muzaffar o'g'li* *Isroilova Dilnoza Djurabek qizi* *Xushboqova Mohira O'rol qizi* *Davurova Soxiba Usanboyeva*	84
10	Butun donli (jaydari) undan non ishlab chiqarishning joriy holati va istiqbollari *Fattoyeva Maftuna Qahramon qizi* *Ergasheva Xusnirabo Bobonazarovna*	90
11	No-termal plazma yordamida saraton hujayralaridagi pd-l1 oqsilining oksidativ modifikatsiyasi: immun nazorat nuqtasi oqsillari orasidagi o'zaro ta'sirning buzilishi va oqibatlari. *Toshpo'latova Zulfizar* *Toshov Hamza* *Razzokov Jamoliddin*	95
12	Дфгт, мфгт коррозия ингибиторларининг олиниши ва хоссалари *Махаммадиев Ойбек Рамазон ўгли*	105

ISSN 3030-3907

	Турабджонова Саодат Шавкатовна *Хакимова Гузал Рахматовна*	
13	Эфгт, эфгк коррозия ингибиторларининг олиниши ва хоссалари *Валеева Наила Геннадеевна* *Махаммадиев Ойбек Рамазон ўғли*	110
14	Konvolyutsion neyron tarmoq asosida tibbiy tasvirlarni tasniflash *D.T.Muhamediyeva* *G.A.Usnatdinova*	116
15	110/35/6 kv li podstansiyadagi transformatorlarning Ish rejimlarini optimallashtirish *B.X.Shaymatov* *M.B.Xolmurodov* *I.I.Baxtiyorov* *B.N.Aminov*	126
16	Sanoat korxonalari elektr energiya iste'moli yuklama grafiklarining o'zgarishiga ta'sir etuvchi omillar *K.Sh.Kadirov* *A.A To'xtashev* *Sh. E.G'afforov* *N.Y Berdaliyev*	133
17	Kalsiy -biogen elementining organizimdagi ahamiyati *Norqulova Diyora Odil qizi* *Muhammadiyeva Rayhona Kamol qizi* *Xamroyev Jobir Xolmurodovich* *Karjavov Abdixakim Raxmonovich*	143
18	Termoplast chiqindilarining hosil bo'lish manbalari va ularning tahlili *Baymirzayev Akbarjon Rustamjan o'g'li* *Mahammadjonova Mohlaroyim Maxmudjon qiz*	152
19	Sifatli ip olishda paxta tolasining tabiiy xususiyatlarini tadqiq qilish. *Nurboyev Rashid Xudoyberdiyevich* *Shokirov Laziz Baxtiyorovich* *Anvarova Kamolaxon Axtamjon qizi* *Olimov Qayum Beshimovich*	158
20	Iqtidorli o'quvchilar portfelini monitoring qilish va rivojlantirish dasturini ishlab chiqishning ilmiy-nazariy asoslari *Bakayev Ilhom Izzatovich* *Djabarova Nodira Baxshilloyevna*	168
21	Sources of silica in productive solutions during in-situ uranium leaching *Sharafutdinov Ulug'bek Ziyatovich* *Yuldashev Shokhrukh Shonazar o'g'li* *Raufova Maftuna O'tkirjonovna* *Azimov Oybek Akbarjon o'g'li* *Abdusamatov Asadbek Muzaffar o'g'li*	175
22	Oddiy isiriq o'simligi alkoloidlari hosilalarining sintezi, tuzilishi va tadqiqoti *Eshdavlatov B.I.* *Beknazarov H.S.* *Turayev E.R.* *Aliqulov R.V.*	184
23	Sun'iy intellekt asosida moslashuvchan (adaptive) masofaviy ta'lim tizimlarini loyihalash va optimallashtirish *Xabibullayeva Irodaxon Dilshod qizi*	191
24	Quyosh suv chuchutgich qurilmalarining samaradorligini oshirish usullari tahlili va texnologik yechimlari *Ibragimov Umidjon Hikmatullayevich* *Qodirov Jobir Ro'zimamatovich*	198

ISSN 3030-3907

	Karimova Mahbuba Nutfullayevna *Mavlonov Ulug'bek Mirzoqulovich*	
25	Aylanuvchi mexanizmlardan olingan akustik signallardagi shovqinlarni kamaytirish *Ubaydullayev Utkirjon* *Elmira Rakhmanova*	212
26	Axborot xavfsizligida nmap vositasidan samarali foydalanish usullari *Maxmatqulov Tuychi Oqil o'g'li*	219
27	Medicinal properties and medical significance of black sedana (nigella sativa l.) *Ostonova Gulnoza Rashidovna*	228
28	Marganets biogen elementining organizimdagi ahamiyati. *Ne'matova Lola* *Abduxalilova Shoxsanam* *Abduxalilova Shoxsanam* *Karjavov Abdixakim Raxmonovich*	235
29	Klinik iboralarda eng ko'p qo'llaniladigan suffikslar (lotin tili misolida) *Bolbekov Asadbek Sa'dulla o'g'li.* *Alikobilov Alijonbey Elmurod o'g'li.* *Normurodova Sohiba Mallayevna*	245
30	Sug'urta xizmatlarini raqamlashtirishning zamonaviy mexanizmlari *Nozimov Eldor Anvarovich*	249
31	Kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo'llash asosida taktik bo'g'in bo'linmalarini jangovar tayyorgarligini takomillashtirish *Usmanov Sherzadbek Xusanbayevich*	257
32	Xorijiy tajriba asosida o'zbekistonda hayotni sug'urtalashni rivojlantirish *Nozimov Eldor Anvarovich* *Nazirova Sevinchoy San'at qizi*	272
33	Kiyiladigan smart qurilmalar sensorlari asosida bemorlarning fiziologik ko'rsatkichlarini monitoring qilishning intellektual algoritmlari *Eraliyev Humoyun Ma'mirjon o'g'li*	279
34	Avtosanoat korxonalarida yong'in chiqish sabablari tahlili va unga qarshi chora-tadbirlar ishlab chiqish *Abduraxmanov Abdurashid Ataxanovich*	287
35	Mis ishlab chiqarishning texnologik eritmalaridan metallarni cho'ktiruvchi reagentlar yordamida ajratish. *Raximov Raxmatullo Rafiqjon o'g'li* *Yusupova Yulduz Sobirjon qizi* *Umarova Shaxnoza Olimovna* *Shokirov Saidnazar Shuxratovich*	294
36	Rivojlanayotgan avtomobil sanoatida adas tizimlarining roli: samaradorlik, texnologiyalar va muammolar *Q.Q. Safarov*	302
37	Xalqaro yuk tashish zanjiri tushunchasi va uning transport-logistika tizimidagi o'rni *Shuxratov Tehron Bakir o'g'li*	313
38	Masofadan zondlash texnologiyalari asosida yaylov o'simliklarini monitoring qilish va takomillashtirish *Ibragimov Utkir Nurmamat o'g'li* *Eshonqulov Kamoliddin Baxtiyor o'g'li*	322
39	Raqamli tasvirlar sifatini baholash uchun ko'p mezonli hisoblash modeli *Muhamediyeva D.T.* *Ganiyev U.N.*	327
40	Tibbiyot oliy ta'lim talabalariga ingliz tilini o'rgatishning zamonaviy usullari (sun'iy intellekt misolida) *Azzamova Umida Alisherovna*	342
41	Investigating the influence of technological parameters and tool geometry on increasing the service life of cutting tools in metal cutting	348

ISSN 3030-3907

	Orziqulova Umida *Ataullayev Azizjon* *Oripov Dostonjon.*	
42	Translation-based construction of an uzbek wordnet from princeton wordnet *Sobirov Og'abek* *Xudayberganov Bozarboy* *Qodirberganova Shaxodat*	356
43	Ekologik muammolarni hal etishda elektr energiyasi ishlab chiqarishni matematik optimallashtirish usullari *D.T.Muhamediyeva*	364
44	Tibbiy vizualizatsiya texnologiyalarining evolyutsiyasi, fizik asoslari va zamonaviy klinika amaliyotidagi integratsiyasi: kompleks tahlil *Turaxonova Shaxnoza Odiljonovna*	374
45	Gmo (genetik jihatdan o'zgartirilgan organizmlar) va oziq-ovqat xavfsizligi *Yarashova Sevara Shavkatovna*	383
46	Математическая модель течения жидкости вдоль прямого канала, заполненного распределенным потоком сверху. *Юлдашов Аскар Адизович* *Юлдашова Лайло Аскаровна*	391
47	Антикоррозионные свойства полиуретановых покрытий *Зайниева Раиса Баходировна* *Киёмов Шарифжон Нозимович*	405
48	Разработка и анализ метрологических требований к инклинометрическим преобразователям для систем контроля траектории вертикальных и наклонно-направленных скважин *Амиров С.Ф.* *Атауллаев А.О.* *Мухаммадов Б.К.*	413
49	O'zbekiston antropologlari tomonidan amalga oshirilgan genetik tadqiqotlar tarixi *Sulaymanov Amaliddin Nurboevich*	427
50	Un tegirmonlarida energiya tejamkor texnologiyalar asosida ish rejimlarini optimallashtirish va energiya samaradorligini oshirish. *B.X.Shaymatov* *M.B.Xolmurodov* *Sh.Chorshamov* *Sh.S.O'razov*	437

ISSN 3030-3907

PROSPECTS FOR NUCLEAR-BASED GREEN HYDROGEN PRODUCTION IN UZBEKISTAN: A CONCEPTUAL AND TECHNO-SYSTEMIC ASSESSMENT[3]

M.Xayitbaeva

National Scientific Research Institute of Renewable Energy Sources under the Ministry of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, 100084 Uzbekistan

S.Shovdirova

Branch of National Research Nuclear University MEPhI in Tashkent Republic of Uzbekistan, Tashkent,100214

G.Xayrullayeva

National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Tashkent, 100174 Uzbekistan

Abstract. Uzbekistan plans an integrated nuclear complex in Jizzakh comprising two VVER-1000 units and two 55 MW_e RITM-200N SMRs. This paper assesses the techno-systemic potential to couple that capacity (≈ 2.11 GW_e) to water electrolysis for low-carbon hydrogen. We synthesize site and technology options (grid-connected, private-wire, heat-assisted) and develop indicative output scenarios using published reactor ratings and typical electrolyser specific electricity consumption (50–55 kWh kg^{-1}). If fully allocated, the future nuclear fleet could produce on the order of 0.3 Mt H_2 yr^{-1}; even partial allocation would cover a large share of current domestic demand, dominated by ammonia. Using announced capacities at Navoiyazot (660 kt NH_3 yr^{-1}) and Farg‘onaazot (475 kt NH_3 yr^{-1}), we estimate ≈ 0.20 Mt H_2 yr^{-1} is required today. We discuss siting, water needs, safety interfaces, and certification for “low-carbon” hydrogen, and outline a staged roadmap toward pilot (10–20 MW) and scale-up phases.

Keywords: Nuclear hydrogen; Green hydrogen; Water electrolysis; VVER reactors; RITM- 200N SMR; High-temperature electrolysis; Energy system integration; Ammonia production; Low-carbon fuels.

Аннотация. Узбекистан планирует построить интегрированный ядерный комплекс в Джизаке, состоящий из двух энергоблоков ВВЭР-1000 и двух реакторов SMR RITM-200N мощностью 55 МВт. В данной статье оценивается техно системный потенциал для объединения этой мощности (≈ 2,11 ГВт) с электролизом воды для получения низкоуглеродистого водорода. Мы анализируем варианты размещения и технологии (с подключением к электросети, с подключением по частному проводу, с использованием тепла) и разрабатываем ориентировочные сценарии производительности, используя опубликованные характеристики реактора и типичное удельное потребление

ISSN 3030-3907

электроэнергии электролизером (50-55 кВт*ч/кг−1). При полном распределении ресурсов будущий атомный флот мог бы производить порядка 0,3 млн тонн в год−1; даже частичное распределение позволило бы покрыть значительную долю текущего внутреннего спроса, в котором преобладает аммиак. Исходя из заявленных мощностей "Навоиазота" (660 тыс. тонн NH3 в год) и "Фаргонаазота" (475 тыс. тонн NH3 в год), мы оцениваем, что на сегодняшний день требуется около 0,20 млн тонн Nh2 в год. Мы обсуждаем выбор площадки, потребности в воде, взаимодействие в области безопасности и сертификацию для “низкоуглеродного” водорода, а также намечаем поэтапную дорожную карту для пилотных (10-20 МВт) и масштабных этапов.

Ключевые слова: ядерный водород; Экологически чистый водород; Электролиз воды; Реакторы ВВЭР; Реактор RITM-200N SMR; Высокотемпературный электролиз; Интеграция в энергетическую систему; Производство аммиака; Низкоуглеродистое топливо.

Annotatsiya. O‘zbekiston Jizzaxda quvvati 55 MVt bo‘lgan ikkita VVER-1000 energiya bloki va ikkita SMR RITM-200N reaktoridan iborat integratsiyalashgan yadro majmuasini qurishni rejalashtirmoqda. Ushbu maqolada ushbu quvvatni (taxminan 2,11 GVt) past uglerodli vodorod olish uchun suv elektrolizi bilan birlashtirishning texnosistemaviy salohiyati baholanadi. Biz joylashtirish imkoniyatlari va texnologiyalarini tahlil qilamiz (elektr tarmog‘iga ulangan, xususiy simga ulangan, issiqlikdan foydalangan holda) va reaktorning e'lon qilingan xususiyatlari va elektrolizatorning odatdagi elektr energiyasini iste'mol qilish (50-55 kVt/soat / kg−1) yordamida indikativ ishlash stsenariylarini ishlab chiqamiz. Resurslarni to‘liq taqsimlash sharoitida bo‘lajak yadro energetika quvvatlari yiliga taxminan 0,3 million tonna ishlab chiqarishi mumkin edi; hatto qisman taqsimlash ham ammiak ustunlik qiladigan joriy ichki talabning salmoqli qismini qoplashga imkon bergan bo‘lardi. "Navoiyazot" (yiliga 660 ming tonna NH3) va "Fargonaazot" (yiliga 475 ming tonna NH3) quvvatlaridan kelib chiqqan holda, bugungi kunda yiliga 0,20 million tonna Nh2 talab qilinishini taxmin qilamiz. Biz maydon tanlash, suvga bo‘lgan ehtiyoj, xavfsizlik sohasidagi o‘zaro hamkorlik va "kam uglerodli" vodorod uchun sertifikatlashtirish masalalarini muhokama qilamiz, shuningdek, tajriba (10-20 MVt) va keng ko‘lamli bosqichlar uchun bosqichma-bosqich yo‘l xaritasini ishlab chiqamiz.

Kalit so‘zlar: Yadro vodorodi; Yashil vodorod; Suv elektrolizi; VVER reaktorlari; RITM- 200N SMR; Yuqori haroratli elektroliz; Energetika tizimini integratsiyalash; Ammiak ishlab chiqarish; Kam uglerodli yoqilg‘ilar.

1. INTRODUCTION.

ISSN 3030-3907

Hydrogen is a strategic feedstock and energy carrier for decarbonising fertilisers, chemicals and, increasingly, heavy transport. Large, continuous hydrogen production requires stable low-carbon electricity. Nuclear power plants (NPPs) offer high capacity factors and predictable output, making them natural anchors for electrolysis. Uzbekistan is progressing a dual-track nuclear programme that combines large Generation III+ VVER–1000 units with land-based RITM–200N small modular reactors (SMRs) on a single site in Jizzakh, with each SMR rated at about 55 MW_e.[1, 2] In parallel, a pilot renewable hydrogen project (20 MW electrolyser with a 52 MW wind plant) aims to supply the fertiliser industry.[3]

This article examines the prospects for *nuclear-based* low-carbon hydrogen in Uzbekistan. We (i) outline credible coupling architectures between VVER/SMR units and electrolysers,

(ii) produce simple, transparent output scenarios using published reactor ratings and standard specific electricity consumption (SEC) for alkaline/PEM systems (50–55 kWh kg^{-1}), and (iii) discuss siting, water, safety and certification issues in the national context.[4, 5] The goal is a pragmatic roadmap from a 10–20 MW pilot toward staged scale-up aligned with the planned nuclear fleet.

Recent intergovernmental documents establish an integrated site configuration comprising two VVER–1000 units and two RITM–200N SMRs (each ~55 MW_e) at Jizzakh.[1, 2] The RITM–200N is a land-based adaptation of an established reactor line and is intended for multi-decadal service with high availability in baseload applications.[1]

Domestic hydrogen use is dominated by ammonia synthesis. Public company disclosures indicate nameplate capacities of 660 kt NH_3/y at Navoiyazot and 475 kt NH_3/y at Farg‘onaazot,[6, 7] while independent assessments place current nationwide hydrogen con- sumption near 460 kt/y across ammonia (~80%), methanol (~14%) and synthetic fuels.[8] These anchors make chemicals the most credible near-term offtake for low-carbon (“pink” or renewable) hydrogen.

Near-term deployment will rely on mature low-temperature electrolysis (alkaline/PEM). For system-level planning, we adopt SEC = 50–55 kWh kg^{-1} (consistent with JRC project reviews and IEAGHG comparative analyses), with water needs of ~9 kg H_2O per kg H_2.[4, 9] Nuclear heat assistance and high-temperature routes remain longer-term options; integration guidance for operating NPPs is synthesised by the IAEA.[5]

ISSN 3030-3907

2.METHODS AND ASSUMPTIONS.

We develop transparent, order-of-magnitude scenarios for nuclear-to-electrolyser coupling based on published unit ratings and standard planning values for electrolysers[4, 5]. Three supply configurations are considered:

S1 (SMR pair): 2×55 MW_e RITM–200N ($P_e = 110$ MW).

S2 (single large unit): $1 \times$ VVER–1000 ($P_e = 1000$ MW).

S3 (integrated site): $2 \times$ VVER–1000 + $2 \times$ RITM–200N ($P_e \approx 2110$ MW).

Unless stated otherwise, we assume capacity factor CF = 0.90, allocation fraction to electrolysis $\alpha \in [0, 1]$, and electrolyser specific electricity consumption SEC = 50–55 kWh kg^{-1} (alkaline/PEM planning range). [4, 9] Hourly hydrogen output is

$$\dot{m}_{H2} = \frac{\alpha P_e\,[\mathrm{MW}] \times 10^3\,[\mathrm{kW/MW}]}{\mathrm{SEC}\,[\mathrm{kWh/kg}]}\,[\mathrm{kg/h}], \qquad (1)$$

with daily and annual production

$$M_{\mathrm{day}} = \dot{m}_{H} \times 24 \times \mathrm{CF}/10^3\ [\mathrm{t/day}],$$

$$M_{\mathrm{year}} = \dot{m}_{H} \times 8760 \times \mathrm{CF}10^3\,[\mathrm{kt/yr}]. \qquad (2)$$

Process water demand is approximated as

$$\dot{m}_{H2O} \approx 9\,\dot{m}_{H2}, \qquad (3)$$

and the ammonia equivalence uses $m_{H2} \approx 0.1765\, m_{NH3}$ (kg basis). We report results for $\alpha = 1$ and provide simple linear scaling rules: outputs scale $\propto \alpha$, $\propto$ CF, and $\propto 1/\mathrm{SEC}$.

3.RESULTS: ILLUSTRATIVE PRODUCTION ENVELOPES

Table 2 summarises indicative outputs at CF = 0.90 for two planning SEC values.

Even a dedicated SMR pair (S1) sustains tens of tonnes per day, while the integrated site (S3) reaches close to 0.9 Mt H_2/yr at SEC = 50 kWh kg^{-1} if fully allocated. For context,

Table 1:

Key assumptions for scenario calculations (values chosen for system planning studies).

№	Parameter	Value
1	Reactor configurations	S1: 2×55 MW_e; S2: 1×1000 MW_e; S3: 2110 MW_e

ISSN 3030-3907

2	Capacity factor (CF)	0.90 (sensitivity 0.85–0.92)
3	Electrolyser SEC	50–55 kWh kg−1 (alkaline/PEM)
4	Allocation to H_2 (α)	1.0 (linear scaling with α)
5	Water requirement	~ 9 kg H_2O per kg H_2

Table 2

Indicative hydrogen output and water demand at CF=0.90 (rounded).

Scenario	SEC (kWh kg^{-1})	H_2 (t/day)	H_2O (t/day)	H_2 (kt/yr)
S1:110 MW_e	50	47.52	427.68	17.35
S1:110 MW_e	55	43.20	388.80	15.76
S2: 100MW_e	50	432.00	3888.00	157.68
S2: 1000 MW_e	55	392.73	3534.55	143.84
S3: 2110 MW_e	50	911.52	8203.68	332.69
S3: 2110 MW_e	55	828.65	7457.89	302.93

public disclosures indicate 660 kt NH_3/yr at Navoiyazot and 475 kt NH_3/yr at Farg‘onaazot; together they imply ~ 0.20 Mt H_2/yr at full load[6–8]. This suggests that partial allocation of the future nuclear fleet could cover a large share of current domestic needs.

Outputs scale linearly with CF; e.g., decreasing CF from 0.90 to 0.85 reduces results by ~6%. Likewise, SEC = 48 rather than 50 kWh kg^{-1} increases outputs by ~4%. Daily hydrogen outputs for S1–S3 at SEC = 50 and 55 kWh kg^{-1} are shown in Fig. 1.

These simple levers allow quick *what-if* checks as vendor and grid data are refined.[4]

4. INTEGRATION AND SITING CONSIDERATIONS

Grid-connected electrolysis avoids a direct nuclear-to-hydrogen licensing interface and can start earliest; provenance can be ensured via power purchase agreements and guarantees-of- origin.

Private-wire (co-located) delivery maximises traceability and capacity factor for the electrolyser but requires careful treatment of safety zones, interfaces and islanding.

Heat-assisted concepts (steam preheat or high-temperature electrolysis) reduce electrical SEC, but they introduce new process boundaries and are contingent on plant design and regulatory acceptance.[5]. As summarised in Fig. 2, we consider grid-connected, private-wire, and heat-assisted coupling.

ISSN 3030-3907

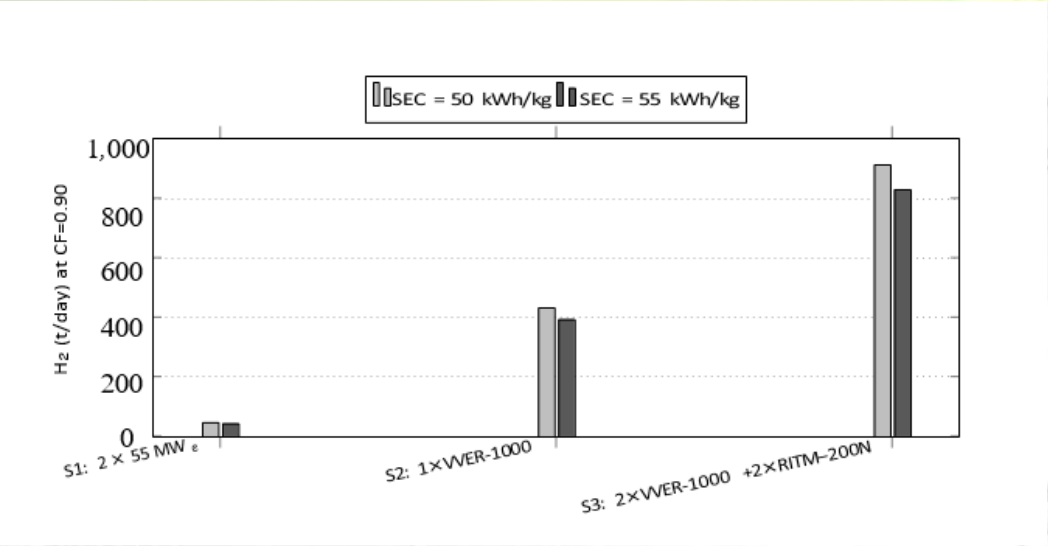


Figure 1: Indicative daily hydrogen output for the three supply scenarios (electricity-only electrolysis).

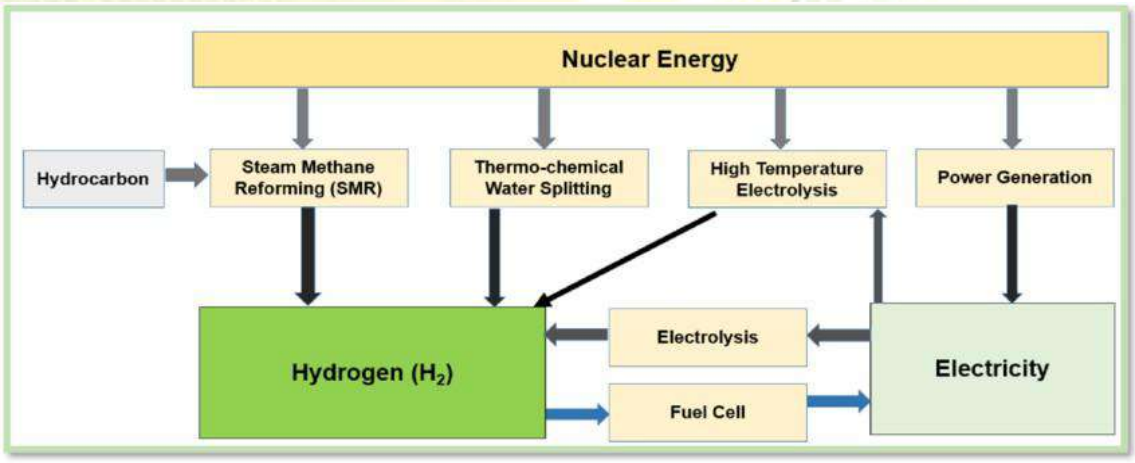


Figure 2: Overview of nuclear-to-hydrogen routes. Nuclear energy can supply high- temperature heat and/or electricity to (i) thermochemical water-splitting cycles, (ii) high- temperature electrolysis (HTE), or (iii) low-temperature electrolysis powered by nuclear elec- tricity. Conventional power generation is shown on the right. Bidirectional arrows indicate electricity–hydrogen interconversion via electrolysis and fuel cells. Steam methane reforming (SMR) appears for completeness; it is not a low-carbon pathway unless coupled with effective CO_2 capture

Colocation demands clear physical separation, access control, and classified piping/electrical interfaces between the nuclear island and hydrogen process units. The IAEA synthesises practical guidance drawn from operating-plant case studies; early engagement with the regulator to define interface boundaries and responsibilities is essential.[5]

Electrolysis requires demineralised feedwater (~9 kg per kg H_2) and reliable make-up for cooling and utilities. For greenfield sites, shared intake

ISSN 3030-3907

and treatment may offer economies of scope, but quality specifications for nuclear and chemical islands differ and should be engineered independently.

Near-term offtake in Uzbekistan is likely to be ammonia (NH_3) for fertilisers; alternatives include tube-trailer hydrogen, blending in industrial hubs, or synthetic fuel precursors. Siting the hydrogen plant near existing ammonia complexes logistics while creatinian ammonia complexes logistics while creatinian immediate decarbonisation pathway.

A pragmatic pathway is: (i) a 10–20 MW pilot electrolyser aligned with the NPP site schedule; (ii) a 100–300 MW phase integrated with one nuclear unit; and (iii) progressive expansion toward gigawatt-scale as units enter service. Certification of low-carbon hydrogen (nuclear-powered) should be clarified early to unlock finance and export options.[8] Grid services from flexible electrolysis (curtailment absorption, ancillary services) can further improve system economics.

5. CONCLUSION.

Nuclear-coupled electrolysis can supply continuous, low-carbon hydrogen at meaningful scale in Uzbekistan. Scenario envelopes using published unit ratings indicate that even partial allocation of the planned fleet could cover much of today's domestic hydrogen demand for ammonia. The near-term focus should be electricity-only integration, with heat-assisted options considered as designs and regulations mature. Future work will refine techno-economics, dynamic dispatch with the grid, and the safety case in coordination with the national regulator and vendors.

Data Availability

All data supporting the findings of this study are included within the main text, figures, and tables. Additional details are available from the corresponding author upon reasonable request.

REFERENCES

1. Rosatom. The russian federation and uzbekistan sign an agreement on the construction of a small nuclear power plant, 05 2024. RITM-200N land-based SMR; 55 MWe rating.

2. AtomMedia / Rosatom. Rosatom and uzbekistan sign documents to expand cooperation in the nuclear sector, 10 2025. Confirms integrated site: two VVER-1000 and two RITM- 200N (55 MWe each).

3. European Bank for Reconstruction and Development. Ebrd supports first renewable hy- drogen project in central asia, 08 2024. 20 MW electrolyser + 52 MW wind; fertiliser sector pilot.

4. IEAGHG. Comparative analysis of electrolytic hydrogen production

ISSN 3030-3907

technologies. Techni- cal report, 2024. Benchmarks and ranges for alkaline/PEM SEC (50–55 kWh/kg typical planning value).
5. International Atomic Energy Agency. Hydrogen production with operating nuclear power plants. Technical report, 2025. Integration concepts and safety interface guidance.
6. Navoiyazot JSC. Investment projects: Construction of ammonia and urea poduction at navoiyazot jsc, 2024. Expected capacity: 660,000 t NH3/yr.
7. European Bank for Reconstruction and Development. Low carbon hydrogen economy in uzbekistan. Technical report, 2024. Estimates current national H2 demand ˜460 kt/yr, with ˜80% for ammonia.
8. J. Davies, F. Dolci, E. Weidner, and R. Weidner. Historical analysis of fch2ju electrolyser projects. Technical report, European Commission Joint Research Centre, 2020. Project data summarising ˜48–55 kWh/kg system consumption.

ISSN 3030-3907

AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS FOR ACTIVATED SLUDGE CONCENTRATION TO IMPROVE ENERGY EFFICIENCY IN WASTEWATER TREATMENT: A BIBLIOMETRIC REVIEW

Misliboyev Dilshod Abdumalikovich
National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers", PhD, Researcher,
E-mail: misliboyevdilshod@gmail.com
Pirimov Odil Jurayevich
National Research University "Tashkent Institute of Irrigation and Agricultural Mechanization Engineers", Professor, DSc,
E-mail: pirimovo@mail.ru
Hakimov Pahlavon Qahramon o‘g‘li
“Bukhara State Technical University”, PhD, Researcher,
E-mail: pakhlavonh@gmail.com

Annotation. Biological wastewater treatment plants are among the most energy-intensive components of agro-industrial infrastructure. Controlling the concentration of activated sludge is critical for maintaining purification quality and reducing the energy consumption of pumping systems. Objective: This article presents a comprehensive bibliometric review of automatic control systems used in wastewater treatment, with a specific focus on optimizing energy efficiency and process stability in secondary clarifiers. Methods: A systematic literature search was conducted using the Scopus database to retrieve relevant publications. The extracted data was then analyzed and visualized using VOSviewer and the Biblioshiny package to map the evolution of control strategies in this field. Results: The bibliometric analysis tracks the transition from traditional PID controllers to advanced Artificial Intelligence and Fuzzy Logic frameworks. The review identifies key research trends, highly cited authors, and critical gaps in the current literature regarding the digitization of recirculation loops. Conclusion: This review provides a strategic framework for implementing "Smart Water Management" systems in agro-industrial enterprises and highlights future directions for developing hybrid energy-saving control algorithms. This article investigates the enhancement of energy efficiency through the automatic control of activated sludge concentration in the biological wastewater treatment processes of agro-industrial complexes (AIC). Currently, biological treatment plants are among the most energy-intensive components of AIC infrastructure, with electricity costs accounting for 30% to 50% of total operational expenses.

Keywords: Activated sludge, automatic control, energy efficiency, wastewater treatment, agro-industry, digital technology, secondary clarifier, return activated sludge (RAS), PID-regulator.

Annotatsiya. Biologik oqova suvlarni tozalash inshootlari agro-sanoat infratuzilmasining eng ko‘p energiya sarflaydigan qismlaridan biridir. Tozalash

ISSN 3030-3907

sifatini saqlash va nasos tizimlarining energiya sarfini kamaytirishda faol loy konsentratsiyasini nazorat qilish juda muhimdir. Maqsad: Ushbu maqolada oqova suvlarni tozalashda qo‘llaniladigan avtomatik boshqaruv tizimlarining har tomonlama bibliometrik tahlili taqdim etilgan. Asosiy e'tibor ikkilamchi tindirgichlarda energiya samaradorligini optimallashtirish va jarayon barqarorligiga qaratilgan. Metodlar: Scopus ma'lumotlar bazasidan foydalangan holda adabiyotlarning tizimli qidiruvi o‘tkazildi. Olingan ma'lumotlar VOSviewer va Biblioshiny paketi yordamida tahlil qilindi va ushbu sohadagi boshqaruv strategiyalari rivojlanishini ko‘rsatish uchun vizuallashtirildi. Natijalar: Bibliometrik tahlil an'anaviy PID-regulyatorlardan ilg‘or Sun'iy Intellekt va Noaniq mantiq (Fuzzy Logic) tizimlariga o‘tishni ko‘rsatadi. Sharhda asosiy tadqiqot yo‘nalishlari, eng ko‘p iqtibos keltirilgan mualliflar va resirkulyatsiya tizimlarini raqamlashtirishdagi bo‘shliqlar aniqlangan. Xulosa: Ushbu sharh agro-sanoat korxonalarida "Aqlli suv boshqaruvi" (Smart Water Management) tizimlarini joriy etish uchun strategik asos bo‘lib xizmat qiladi va gibrid energiya tejovchi boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqishning istiqbolli yo‘nalishlarini belgilab beradi.

Kalit so‘zlar: Faol loy, avtomatik boshqaruv, energiya samaradorligi, oqova suvlarni tozalash, agro-sanoat, raqamli texnologiyalar, ikkilamchi tindirgich, qaytariluvchi faol loy (RAS), PID-regulyator.

Аннотация. Биологические очистные сооружения являются одними из наиболее энергоемких компонентов агропромышленной инфраструктуры. Контроль концентрации активного ила имеет решающее значение для поддержания качества очистки и снижения энергопотребления насосных систем. Цель: В данной статье представлен всесторонний библиометрический обзор систем автоматического управления, используемых при очистке сточных вод, с особым акцентом на оптимизацию энергоэффективности и стабильности процессов во вторичных отстойниках. Методы: Систематический поиск литературы проводился с использованием базы данных Scopus. Извлеченные данные были проанализированы и визуализированы с помощью VOSviewer и пакета Biblioshiny для отображения эволюции стратегий управления в этой области. Результаты: Библиометрический анализ отслеживает переход от традиционных ПИД-регуляторов к передовым системам искусственного интеллекта и нечеткой логики. В обзоре выявлены ключевые направления исследований, наиболее цитируемые авторы и критические пробелы в цифровизации контуров рециркуляции. Вывод: Данный обзор обеспечивает стратегическую основу для внедрения систем "Smart Water Management" на агропромышленных

ISSN 3030-3907

предприятиях и определяет будущие направления разработки гибридных энергосберегающих алгоритмов управления.

Ключевые слова: Активный ил, автоматическое управление, энергоэффективность, очистка сточных вод, агропромышленный комплекс, цифровые технологии, вторичный отстойник, возвратный активный ил (RAS), ПИД-регулятор.

1. INTRODUCTION.

At the global scale, the growing scarcity of water resources and the intensification of environmental challenges have positioned wastewater treatment and recycling within agro-industrial complexes (AIC) as a primary strategic necessity. Wastewater generated by AIC enterprises, particularly food processing facilities, is characterized by high concentrations of organic pollutants. Biological treatment, where activated sludge plays a pivotal role, remains the most effective method for purifying these effluents.

However, biological treatment plants are among the most energy-intensive components of agro-industrial infrastructure. Research indicates that electricity consumption accounts for 30% to 50% of the total operational costs of these facilities. The fundamental principles of energy-saving electrotechnologies and renewable energy integration within agro-industrial complexes, which are essential for addressing these challenges, have been extensively established in the foundational works of A.R. Radjabov (Radjabov, 2012; Radjabov, 2016; Radjabov, 2018). Currently, many local processing facilities manage activated sludge concentration through manual interventions or stationary control modes. This often leads to significant deviations in sludge concentration from optimal technological parameters, resulting in either a decline in treatment quality or excessive energy waste by the pumping systems. Furthermore, instability in the sludge concentration adversely affects the dissolved oxygen balance in aeration tanks, thereby reducing the overall process efficiency.

In recent years, the scientific community has increasingly focused on automated and energy-efficient control of wastewater treatment processes. For example, recent studies in 2026 highlight the shift towards advanced control systems, such as automated multi-chemical dosing using machine learning in aquaculture wastewater. Furthermore, adaptive PID controllers have been successfully deployed in fluid transmission networks, including wastewater pipelines, demonstrating the ability to maintain output stability within ±5%. Recent advancements have also introduced highly complex machine learning frameworks, such as Cyclic Residual-Steered Bayesian optimization, to dynamically manage aeration and chemical dosing under fluctuating influent conditions (Chen et al.,

ISSN 3030-3907

2026). Furthermore, the application of advanced graph models, microprocessor technologies, and the integration of artificial intelligence offer robust methodological solutions for optimizing linear stationary systems with variable delays, which is a common issue in wastewater pumping automation (Pirimov, 2020; Pirimov, 2021; Pirimov, 2024).

While these recent innovations confirm that automation is essential for system stability, there remains a critical research gap. Previous studies have heavily focused on chemical dosing, inline power generation, or aeration optimization. There remains a critical need for robust, easily implementable control strategies such as PID automation or Fuzzy Logic to optimize the overall energy balance by digitizing the secondary clarifier and recirculation loops. To address this gap, this review aims to analyze the current landscape of automatic control systems for activated sludge, serving as a critical step toward the implementation of "Smart Water Management" systems within the agro-industrial sector.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Search Strategy and Database Selection To ensure a high-quality and comprehensive review of the current literature, a systematic search strategy was designed and executed. The Scopus database was selected as the primary source for data collection due to its extensive coverage of peer-reviewed engineering, environmental science, and automation technology journals. The literature search was conducted using a specific combination of keywords to capture all relevant publications. The primary search query applied to the "Article title, Abstract, Keywords" fields was: *"PID control in wastewater"*.

2.2. Inclusion and Exclusion Criteria To maintain the focus and quality of the bibliometric review, specific inclusion and exclusion criteria were applied to the initial search results. The inclusion criteria were defined as follows: (1) documents must focus on the automation or control of wastewater treatment processes; (2) the literature must be published in peer-reviewed journals or highly regarded international conference proceedings; and (3) the documents must be written in the English language to ensure accurate bibliometric processing. Documents that were strictly theoretical without application to wastewater, or published in non-indexed sources, were excluded. After applying these criteria, a final dataset of 74 highly relevant documents was obtained.

2.3. Data Extraction Once the final 74 documents were identified, the metadata of these articles were exported directly from the Scopus database. To ensure that no critical information was lost during the transfer process, the data was exported in the BibTeX (.bib) format. The extracted dataset comprehensively included citation information (author names, document titles, publication years,

ISSN 3030-3907

citation counts), bibliographical information (affiliations, publishers), and text analytics data (abstracts and author keywords). This comprehensive extraction provided the necessary foundation for deep bibliometric mapping.

2.4. Bibliometric Analysis and Visualization Tools The quantitative analysis and visual mapping of the extracted dataset were performed using two specialized software tools: VOSviewer and Biblioshiny.

- **Network Visualization:** VOSviewer software (version 1.6.20) was utilized to construct and visualize the keyword co-occurrence networks. To capture a detailed and granular map of the research field, the minimum number of keyword occurrences was adjusted to a low threshold, allowing the software to identify both dominant clusters (e.g., traditional PID controllers) and emerging sub-trends (e.g., Machine Learning optimization). Fractional counting was applied to normalize the strength of the links between keywords.
- **Scientific Production and Impact Metrics:** The Biblioshiny web interface, powered by the *bibliometrix* package in RStudio, was employed to analyze the global scientific production, trend topic networks, and citation metrics. The mapchart.net was specifically used to extract the highest-cited documents and generate geographical distribution maps to identify the regions driving innovation in activated sludge automation.

3. RESULT AND DISCUSSION

3.1. Bibliometric Network Analysis To understand the evolution of automatic control in wastewater treatment, a keyword co-occurrence network was generated based on the documents retrieved from Scopus. As illustrated in Figure 1, the bibliometric map reveals the primary clusters of research and identifies the most frequently discussed technologies in the field.

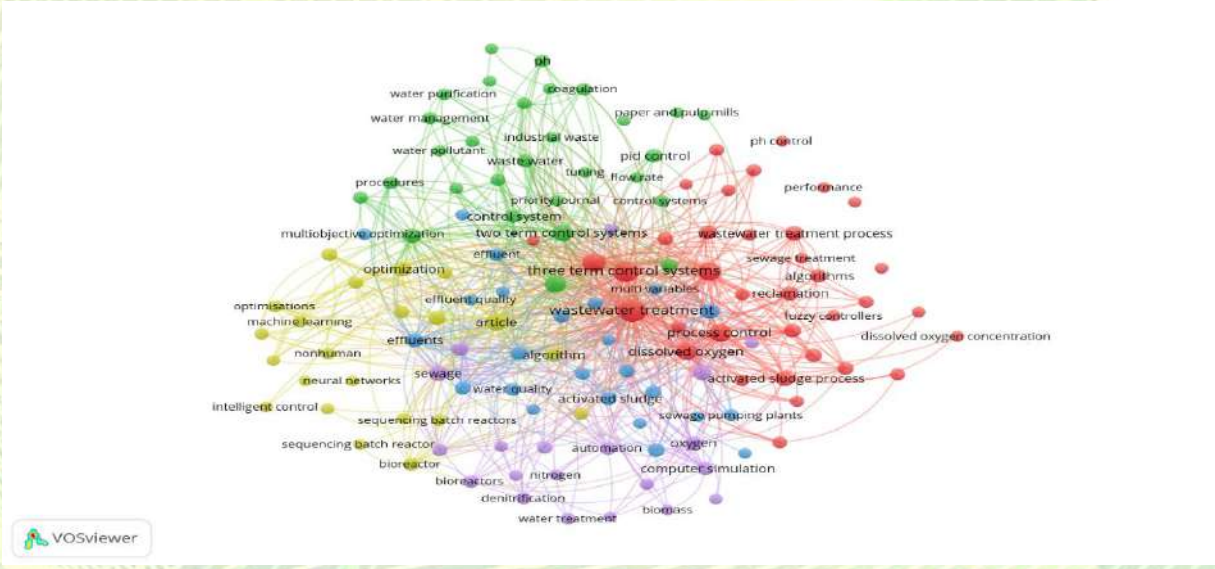


Figure 1. Keyword co-occurrence network of PID control in wastewater treatment

ISSN 3030-3907

As observed in the generated network visualization (Figure 1), the research landscape is divided into several distinct clusters:

- **Core Control Mechanisms (Red Cluster):** The central nodes are heavily focused on "wastewater treatment", "three term control systems" (PID), and "process control". This cluster demonstrates that traditional PID algorithms remain the foundational approach for managing fundamental parameters like "dissolved oxygen" and the "activated sludge process".
- **Advanced Optimization and AI (Yellow/Green Clusters):** A highly significant emerging trend is visible in the network featuring "machine learning", "neural networks", and "optimization". Crucially, this cluster is tightly linked to "energy efficiency" and "energy consumption". This indicates a clear paradigm shift: while traditional controllers maintain baseline stability, researchers are increasingly transitioning to AI-driven models to minimize energy expenditure.
- **Biological Processes (Blue Cluster):** This section of the map highlights the biochemical objectives of the control systems, containing keywords such as "nitrogen removal", "denitrification", and "biomass" management.

3.2. Global Scientific Production and Collaboration To further understand the global distribution of research on automated control in wastewater treatment, a country scientific production map was generated using the Mapchart.net package. As shown in Figure 2, the world map highlights the leading regions contributing to this specific field of study.



Figure 2. Global scientific production map of research on automated wastewater control

ISSN 3030-3907

The geographical distribution indicates that the most significant advancements in intelligent wastewater control systems are heavily concentrated in highly industrialized nations, which correlates with their stricter environmental regulations and higher energy costs.

3.3. Analysis of Highly Cited Documents Identifying the most frequently cited documents is crucial for understanding the foundational theories and breakthrough technologies in the automation of clarifier systems. Table 1 presents the top-cited and most relevant recent articles within the analyzed dataset, extracted via Scopus citation metrics.

Table 1.

Comparison of highly cited and recent automated control strategies in wastewater treatment.

Author & Year	Control Strategy	Target Process / Parameter	Key Finding / Efficiency Objective
Koumboulis et al. (2008)	Two-stage robust control	Activated sludge substrate concentration	Established a foundational mathematical framework for system stability.
Song et al. (2012)	Robust PID	Dissolved oxygen	Verified robust PID performance under dynamic wastewater conditions.
Piotrowski & Ujazdowski (2020)	Strategy design	Aeration systems	Evaluated optimization frameworks for biological aeration efficiency.
Revollar et al. (2021)	Multi-criteria control	Eco-efficiency in WWTPs	Evaluated the trade-offs between environmental compliance and operational costs.
Pisa et al. (2023)	Transfer Learning (AI)	Plant-wide control	Demonstrated the suitability of transferring machine learning models across different facilities.
Eshbobaev et al. (2024)	Fuzzy Logic - PID	Dissolved solids & hardness	Reduced settling time to 15s and decreased energy consumption by up to 2.3 kJ/m³.

ISSN 3030-3907

Chen et al. (2026)	CRS-Bayesian (AI)	Aeration & PAC dosing	Dynamically steered optimization to prioritize cost efficiency under stable conditions.
Hosseinnezhad et al. (2026)	Adaptive PID	Wastewater fluid transmission	Maintained long-term output stability within ±5% utilizing adaptive mechanisms.

3.4. Thematic Evolution and Trajectory of Control Strategies To further comprehend the technological progression within wastewater automation, a trend analysis of the literature reveals a distinct timeline of innovation. Initially, research heavily concentrated on establishing baseline mathematical stability using conventional Proportional-Integral-Derivative (PID) controllers. These early studies primarily targeted aeration systems and dissolved oxygen levels, as they represented the most immediate and visible parameters affecting effluent quality.

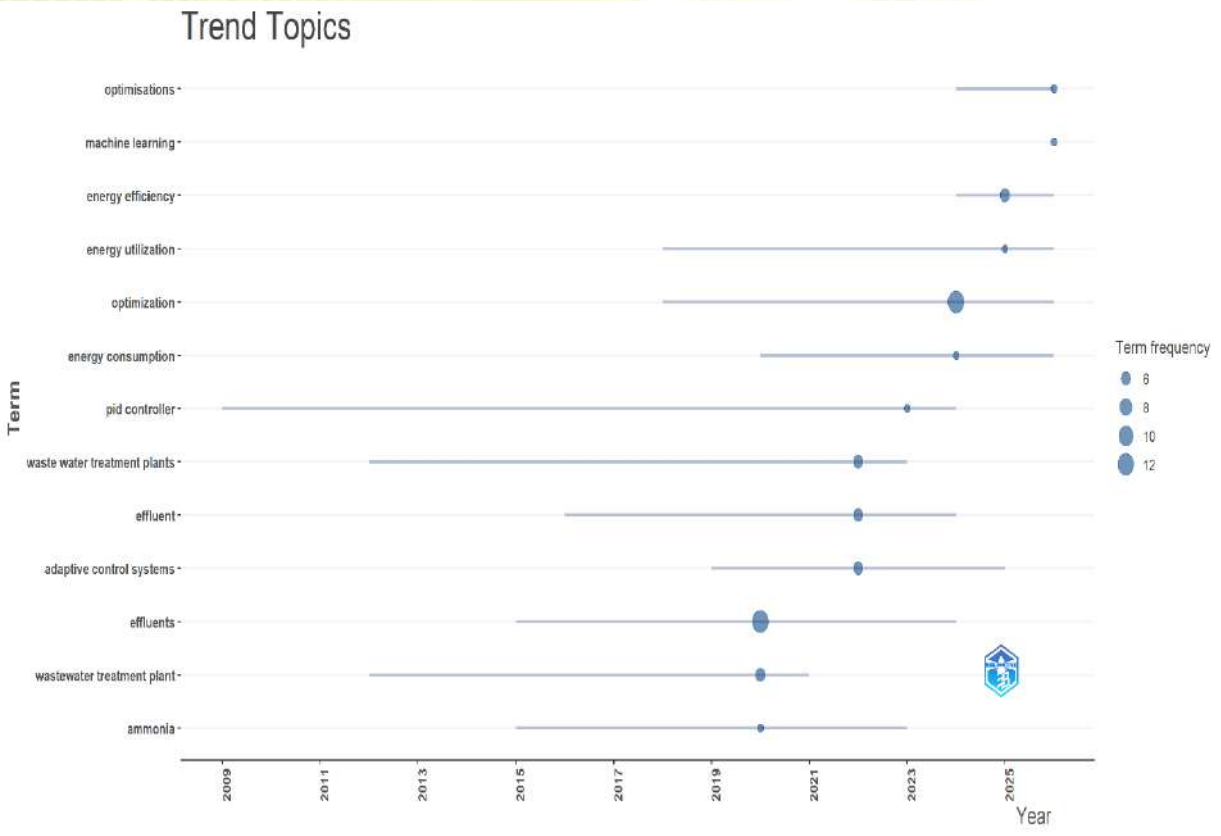


Figure 3. Trend topics evolution in automated wastewater control research.

However, the bibliometric data clearly indicates that within the last decade, the thematic focus has aggressively shifted towards "energy efficiency" and "optimization algorithms." The emergence of keywords such as "Fuzzy Logic," "Artificial Neural Networks," and "Adaptive Control" highlights a critical realization within the scientific community: while standard PID algorithms prevent

ISSN 3030-3907

system failure, they are fundamentally insufficient for minimizing dynamic energy expenditure under fluctuating biological loads.

3.5. Discussion of the Research Gap: The Clarifier Bottleneck Despite the rapid advancement in algorithmic control applied to aeration and chemical dosing, this bibliometric review uncovers a profound geographical and thematic gap regarding the physical separation processes. The visual network maps and highly cited documents show minimal concentration on the secondary clarifiers and the return activated sludge (RAS) pumping systems.

This oversight is highly significant for agro-industrial complexes (AIC). The concentration of activated sludge in sedimentation systems dictates the entire biological equilibrium of the treatment plant. When RAS pumps operate on static, unoptimized schedules or rely on delayed manual interventions, it not only leads to excessive electrical consumption but also causes severe destabilization of the microbiological purification process. Therefore, the bibliometric evidence strongly suggests that the next frontier in "Smart Water Management" is not merely upgrading aeration control, but rather digitizing the recirculation loops. Implementing hybrid intelligent systems capable of continuously monitoring and automatically adjusting the concentration of activated sludge in the sedimentation phase is the critical missing link for achieving holistic, plant-wide energy optimization.

4. CONCLUSION.

This comprehensive bibliometric review confirms that the automation of biological wastewater treatment within agro-industrial complexes (AIC) is undergoing a rapid and necessary evolution. The network analysis of highly cited Scopus literature reveals a definitive paradigm shift: while traditional PID controllers have historically provided foundational stability, the current research frontier is unequivocally dominated by the integration of Artificial Intelligence, Machine Learning, and adaptive optimization algorithms.

The primary driving force behind this technological shift is the critical need for **energy efficiency**. Biological treatment plants are exceptionally energy-intensive, and the bibliometric data clearly highlights that future automation strategies must prioritize the reduction of dynamic energy consumption. Specifically, this analysis uncovers a profound research gap regarding the secondary clarifier systems. While significant progress has been made globally in optimizing aeration tanks, there remains a vital need for empirical research focused specifically on digitizing the return activated sludge (RAS) pumping loops.

Developing hybrid intelligent control systems that can continuously monitor and dynamically regulate activated sludge concentration in the sedimentation phase

ISSN 3030-3907

represents the next crucial step for the industry. Addressing this specific bottleneck will enable true "Smart Water Management," ultimately ensuring strict environmental compliance while drastically minimizing the electrical and mechanical load of AIC pumping infrastructure.

REFERENCES

1. Pirimov O.J. Graph Models and Algorithm for Studying the Dynamics of a Linear Stationary System with Variable Delay - 2021 International Russian Automation Conference (RusAutoCon), 2021; pp. 431-436, doi: 10.1109/ /https://ieeexplore.ieee.org/document/9537328 (Scopus).
2. Pirimov O.J. The combination of artificial intelligence and solar energy: new approaches to powering electric vehicles in energy systems - International scientific journal science and innovation special issue: "modern problems and prospects of development of energy supply of digital technology facilities", march 1, 2024.
3. Pirimov O.J. Textbook for students of Higher Education Institution "Electronics and microprocessor technology" - TIQXMMI, Tashkent, 2020, 158 b
4. Koumboulis, F.N., Kouvakas, N.D., King, R.E., Stathaki, A. (2008). Two-stage robust control of substrate concentration for an activated sludge process. *ISA Transactions*, 47(3), 267–278.
5. Song, X.-L., Zhao, Y.-B., Song, Z.-Y., Liu, C.-Y. (2012). Dissolved oxygen control in wastewater treatment based on robust PID controller. *International Journal of Modelling Identification and Control*, 15(4), 297–303.
6. Piotrowski, R., Ujazdowski, T. (2020). Designing control strategies of aeration system in biological WWTP. *Energies*, 13(14), 3619.
7. Revollar, S., Meneses, M., Vilanova, R., Vega, P., Francisco, M. (2021). Eco-efficiency assessment of control actions in wastewater treatment plants. *Water (Switzerland)*, 13(5), 612.
8. Pisa, I., Morell, A., Vicario, J.L., Vilanova, R. (2023). Transfer Learning in wastewater treatment plants control: Measuring the transfer suitability. *Journal of Process Control*, 124, 36–53.
9. Eshbobaev, J., Norkobilov, A., Usmanov, K., Khamidov, B., Kodirov, O., Avezov, T. (2024). Control of Wastewater Treatment Processes Using a Fuzzy Logic Approach. *Engineering Proceedings*, 69, 39.
10. Chen, K., Yang, M., Gui, N., Tao, Y., Chen, Y., Wang, A., Liu, J. (2026). Integrated optimization of effluent quality, energy use, and chemical dosing in wastewater treatment using a cyclic residual-steered Bayesian framework. *Journal of Environmental Management*, 401, 128802.

ISSN 3030-3907

11. Hosseinnezhad, A., Sabri, H. (2026). Design and evaluation of a smart inline micro-hydro power plant for fluid transmission networks with adaptive control and self-cleaning capabilities. *Flow Measurement and Instrumentation*, 109, 103237.
12. Guo, C., Lv, M., Yang, Y., Yin, W., Yuan, Y. (2026). Automated multi-chemical dosing control based on machine learning for magnetic coagulation in aquaculture wastewater. *Journal of Environmental Management*, 404, 129388.

ISSN 3030-3907

ТОЛА ТАРКИБИ ТУРЛИЧА БЎЛГАН ИПЛАРДАН ОЛИНГАН КОСТЮМБОП МАТОЛАРНИНГ БИР ДАВРЛИ ЧЎЗИЛИШ ДЕФОРМАЦИЯСИНИНГ ЎЗГАРИШИ

Худайбердиев М.Р.
Бухоро давлат техника университети,
Очилов Т.А.
Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
Ҳамроева С.А.
Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти
Нурбоев Р.Х.
Бухоро давлат техника университети,

Аннотация. Толалар таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг деформацион хоссалари тадқиқ этилганда, костюмбоп матонинг қайшқоқ деформация таркиби 3,0% дан 8,8% гача, эластик деформация таркиби 4,3% дан 18,8% гача, пластик (қолдиқли) деформация таркиби 9,1% дан 40,0% гача ораликда тола таркибига қараб ўзгариши кузатилди.

Калит сўзлар: Тола, полиэстер, танда, арқоқ, зичлик, мато, ип.

Аннотация. При изучении деформационных свойств тканей костюмов с различным содержанием волокон было установлено, что содержание упругой деформации в ткани костюма варьировалось от 3,0% до 8,8%, содержание упругой деформации — от 4,3% до 18,8%, а содержание пластической (остаточной) деформации — от 9,1% до 40,0% в зависимости от содержания волокон.

Ключевые слова: тело, основа, плотность, костюмная ткань, пряжа.

Abstract. When studying the deformation properties of suit fabrics with different fiber content, it was found that the content of elastic deformation in the suit fabric varied from 3.0% to 8.8%, the content of elastic deformation - from 4.3% to 18.8%, and the content of plastic (residual) deformation - from 9.1% to 40.0% depending on the fiber content.

Keywords: body, warp, density, suit fabric, yarn

КИРИШ.

Ҳозирги вақтда турли таркибдаги тўқимачилик маҳсулотларини ишлаб чиқаришда сифат кўрсаткичларини ҳисобга олиш муҳим аҳамиятга эгадир. Шу жиҳатдан, костюмбоп матоларнинг сифат кўрсаткичларини яхшилаш учун ипларнинг толавий таркибига алоҳида эътибор беришмоқда. Тайёр сифатли маҳсулот ишлаб чиқариш техника ва технологиясини такомиллаштириш, уларнинг илмий асосларини яратиш бўйича кенг қамровли илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Ушбу йўналишда,

ISSN 3030-3907

жумладан, мато сифати ва рақобатбардошлигини оширувчи самарали технологияни яратиш, мато кўрсаткичларини оптималлаштириш усулларини ишлаб чиқиш, тўқимачилик корхоналарида юқори самарали техник воситалар ва технологияларни яратишга катта эътибор қаратилмоқда. Шунинг учун, истеъмолчилар талаби ва дидини қондириш учун сифатли ип ва матолар олиш жаҳон бозорини эгаллашда муҳим ўрин тутади. Шу билан бирга, истеъмолчиларни сифатли костюмбоп матоларга бўлган талабини қондириш ҳозирги кунда долзарб масалалардан бири ҳисобланади.

Жаҳон тўқимачилик саноатида хомашёлардан самарали фойдаланиш ва рақобатбардош тўқимачилик учун ресурстежамкор технологиялар ва техника воситаларининг янги илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Бу борада, костюмбоп матолар учун сифатли хомашё олишнинг самарали технологиясини ишлаб чиқиш ҳамда энергия ва ресурсларни тежаш, олинган хомашёдан тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни амалга оширадиган энергия-ресурстежамкор технологияни ишлаб чиқиш ҳамда унинг технологик жараёни, параметрлари ва иш режимларини асослашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Республикамизда ҳозирги кунда махсус костюмбоп матолар ассортиментини кенгайтириш, меҳнат ҳамда энергия сарфини камайтириш, ресурсларни тежаш, турли толалардан самарали фойдаланиш имконини берадиган ресурстежамкор техника ва технологияларни ишлаб чиқиш юзасидан кенг қамровли чора-тадбирлар амалга оширилиб, муайян натижаларга эришилмоқда. 2022-2026 йилларга мўлжалланган янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида, жумладан, «...тўқимачилик саноатини модернизация қилиш ва жадал ривожлантириш, тўқимачилик маҳсулотларини ишлаб чиқаришини изчил ривожлантириш ва экспорт салоҳиятини сезиларли даражада ошириш...» бўйича муҳим вазифалар белгилаб берилган. Ушбу вазифаларни амалга оширишда, жумладан, арқоқ ипида турли таркибли толалар аралашмасидан самарали фойдаланиш асосида янги ассортиментдаги костюмбоп мато ишлаб чиқаришда техник ва технологик жиҳатдан модернизациялашган машиналарни яратиш муҳим аҳамият касб этмоқда.

Костюмбоп матолар биринчи навбатда стандарт талабларига жавоб бериши, ундан ташқари, юмшоқ, қулай, ҳаво ўтказувчанлиги юқори, кам ғижимланувчан, бўёқ мустаҳкамлиги юқори, инсон танасига қулай ва чиройлик дизайнерлик хусусиятига эга бўлиши лозим.

ISSN 3030-3907

Костюмбоп матоларга қўйиладиган талаблардан бири, уларнинг истеъмолчиларнинг эҳтиёжларини қондиришга яроқлилиги билан баҳоланади.

Хомашё таркибига кўра, костюмбоп матолари жуда хилма -хил бўлиб, улар пахта, зиғир, жун, табиий ипак ва кимёвий толалардан, аралаш тузилишдаги иплар асосида ишлаб чиқарилади.

Пахта толавий таркиблии матолар ҳар хил мақсаддаги либослар учун ишлатилади - мавсумий кийим кечаклар, сарафанлар, халатлар, блузкалар, болалар либослари ва бошқалар [1].

Тўқимачилик саноати, шунингдек, мавсумийлигига қараб ёзги, мавсумий ва қишга бўлинган кенг ва хилма-хил либосли матолар ишлаб чиқаради. Кўплаб янги, истиқболли матолар жорий қилинганига қарамай, эски турдаги матолар кўп миқдорда ишлаб чиқарилади.

Мавсумий қишки ва баҳорги костюмбоп матолар карда ва қайта тараш йигириш системаси билан олинган иплардан ишлаб чиқарилади. Бу гуруҳга кирувчи газламалар ёзги гуруҳдагиларга нисбатан бир оз қалин, зич ва оғирроқдир.

Костюмбоп матолар ҳар хил мақсадларда фойдаланиш учун ишлаб чиқарилади - кундалик ёзги ва қишки кўйлаклар учун, спорт услубидаги кўйлаклар ва ҳоказо. Кундалик спорт туридаги кўйлаклар учун, асосан, ёркин рангли матолардан фойдаланилади.

Костюмбоп матолар енгил, юмшоқ, эластик бўлиши талаб этилади. Бундан ташқари, улар ҳаво ўтказувчанлик хусусиятига эга, кам қисқариши, пишиқ бўлиши, айниқса ёруғлик ва ювиш таъсирига чидамли бўлиши керак.

Костюмбоп матоларнинг асосий кўрсткичларидан бири, уларнинг бир даврли чўзилиш деформацияси киради.

Сифат даражасини баҳолашда биринчи навбатда сифат кўрсаткичлари номенклатурасини танлаш, уларнинг сон қийматларини аниқлаш ва нисбий кўрсаткичларни ҳисоблаш киради. Янги матоларнинг сифатини баҳолаш муҳим бўлиб, уларнинг ишлатилиш мақсади ва шартларини ҳисобга олиши керак.

Тўқимачилик матоларининг механик хусусиятлари уларнинг турли кучлар таъсирига муносабатини кўрсатади. Бу кучлар эса турлича бўлиб, улар катта ёки кичик бўлиши, ҳамда бир марта ёки кетма-кет такрорланиб таъсир этиши мумкин. Кучлар тўқимачилик матоларининг бўйи, эни йўналишида ёки уларга нисбатан маълум миқдордаги бурчак остида таъсир этишлари мумкин. Натижада, тўқимачилик матоларда эгилиш, чўзилиш, буралиш ва ҳоказо деформациялар пайдо бўлади.

ISSN 3030-3907

Чўзилганда пайдо бўлган тўлиқ узайиш ва унинг қисмлари бир даврли механик хусусиятларига киради.

Тўлиқ узайишнинг барча қисмлари газламага куч таъсир қилиши билан бир пайтда бараварига пайдо бўлади ва ривожланади.

Қайишқоқ қисми катта тезлик билан ҳосил бўлади ва мато толаларининг илашувчанлигига боғлиқ ташқи боғланишларни арзимас миқдорда ўзгартиради.

Эластик қисми муайян муддат давомида ҳосил бўлади ва унинг таъсирида матонинг тузилишдаги боғланишлар ўзгариб янги кўринишдаги боғланишлар келиб чиқади [2].

Пластик қисми матодаги ташқи ва ички боғланишларида қайтадан пайдо бўлмайдиган ўзгаришлар билан боғлиқ бўлади ва матоларни ҳосил қилувчи таркибий қисмларини бошқа тузилишга келтиради.

Матоларни куч таъсиридан бўшатгандан кейин уларда дастлабки ҳолатига релаксация дейиладиган қайтиш жараёни юз беради. Қайишқоқ узайиш куч олинган билан бирга йўқолади. Эластик узайиш куч олингандан кейин аста-секин йўқолади ва пластик узайиш эса йўқолмайди.

Матоларнинг қайишқоқ, эластик ва пластик узайишлари нисбати толавий таркибига боғлиқ бўлади ва уларнинг ғижимланмаслигига, ҳамда кийимнинг ўз расмини сақлай олишига таъсир этади.

Костюмбоп матоларнинг бир даврли чўзилиш деформациясининг ўзгаришига турли таркибли толаларнинг таъсири бўйича олинган синов натижалари 1-жадвалда келтирилди.

1-жадвал

Костюмбоп матоларнинг бир даврли чўзилиш деформациясининг ўзгаришига турли таркибли толаларнинг таъсири

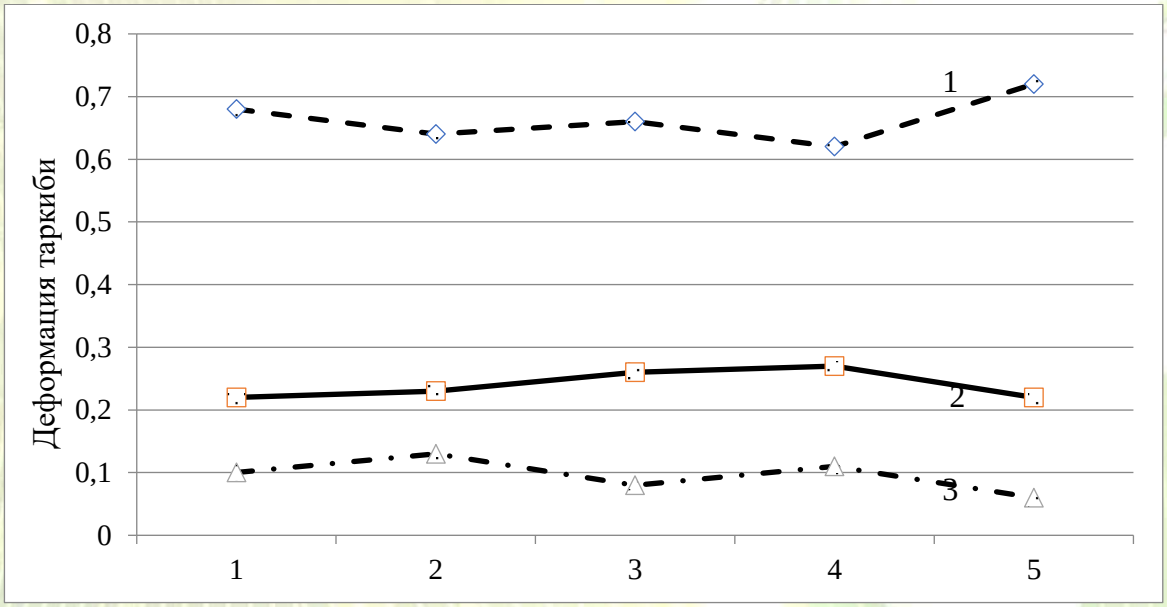
т/р	Кўрсаткичлар номи	Костюмбоп матонинг тола таркиби бўйича вариантлар				
		20% жун толаси, 30% пахта толаси билан 50% полиэстер толали	65% пахта толаси билан 35% полиэстер толали	60% пахта толаси билан 40% полиэстер толали	70% пахта толаси билан 30% полиэстер толали	100% полиэстер толаси

ISSN 3030-3907

1.	Қайишқоқ деформация	0,68	0,64	0,66	0,62	0,72
2.	Эластик деформация	0,22	0,23	0,26	0,27	0,22
3.	Қолдиқли (пластик) деформация	0,10	0,13	0,08	0,11	0,06

Толалар таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг қайишқоқ, эластик ва пластик (қолдиқли) деформациясига тола таркибининг таъсирини тадқиқ этишдан олинган синов натижалар графиклар кўринишида 1-расмда келтирилди [3].

Турли аралашма толали мато



1-расм. Костюмбоп матоларнинг деформацион хоссаларига тола таркибининг таъсири. 1-қайишқоқ деформация; 2-эластик деформация; 3-пластик (қолдиқли) деформция.

Толалар таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг механик хоссалари тадқиқ этилди. Олинган синов натижалари танда ипига 100% пахта толаси+арқоқ ипига 20% жун толаси, 30% пахта толаси билан 50% полиэстер толали костюмбоп матонинг кўрсаткичларига нисбатан солиштирилди.

Танда ипига 100% пахта толаси+арқоқ ипига 65% пахта толаси билан 35% полиэстер толали костюмбоп қайшқоқ деформация таркиби 5,9% га камайди, эластик деформация таркиби 4,3% га, пластик (қолдиқли) деформация таркиби 23,1% га ошди.

Танда ипига 100% пахта толаси+арқоқ ипига 60% пахта толаси билан 40% полиэстер толали костюмбоп матонинг қайшқоқ деформация таркиби

ISSN 3030-3907

3,0% га камайди, эластик деформация таркиби 15,4% га ошди, пластик (қолдиқли) деформация таркиби 20,0% га камайди.

Танда ипига 100% пахта толаси+арқоқ ипига 70% пахта толаси билан 30% полиэстер толали костюмбоп матонинг қайшқоқ деформация таркиби 8,8% га камайди, эластик деформация таркиби 18,8% га, пластик (қолдиқли) деформация таркиби 9,1% га ошди.

Танда ипига 100% пахта толаси+арқоқ ипига 100% полиэстер толаси костюмбоп матонинг қайшқоқ деформация таркиби 5,6% га ошди, эластик деформация таркиби ўзгармади, пластик (қолдиқли) деформация таркиби 40,0% га камайди.

Олинган тадқиқот натижаларидан кўриниб турибдики, костюмбоп матоларнинг таркибида лавсан толасининг миқдори ортиши билан, бир даврли чўзилиш деформация таркиби ўзгаради. Масалан, қайишқоқ деформация миқдори ошади, қолдиқли (пластик) деформация таркиби аксинча камаяди.

Ундан ташқари, турли тола таркибли костюмбоп матоларининг физик хоссалари тадқиқ этилди. Ундан ташқари, турли тола таркибли костюмбоп матоларининг физик хоссалари тадқиқ этилди. Олиб борилган тадқиқотлар натижасида матоларнинг ҳаво ўтказувчанлиги, намликни шимиш қобилияти, иссиқликни сақлаш хусусияти ҳамда ювиш ва ишлатиш жараёнидаги барқарорлиги ўрганилди [4].

Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, пахта толаси улуши юқори бўлган матолар юқори гигроскопикликка эга бўлиб, инсон танаси учун қулай муҳит яратади. Бироқ бундай матоларда ғижимланиш даражаси юқори бўлиши кузатилди. Полиэстер толаси улуши ортиши билан эса матоларнинг мустаҳкамлиги ва шаклни сақлаш қобилияти яхшиланади, лекин ҳаво ўтказувчанлик ва намликни шимиш хусусиятлари маълум даражада пасаяди.

Шу сабабли, аралаш толали матолар энг мақбул вариант сифатида қаралди. Улар табиий ва кимёвий толаларнинг ижобий хусусиятларини бирлаштириб, матонинг эксплуатацион кўрсаткичларини яхшилаш имконини беради. Хусусан, пахта ва полиэстер аралашмаси матоларнинг ҳам гигиеник, ҳам механик кўрсаткичларини мувозанатлаштиради.

Тўқимачилик маҳсулотларининг яна бир муҳим кўрсаткичи — бу уларнинг узоқ муддатли ишлатишдаги чидамлилигидир. Бу кўрсаткич матонинг толавий таркиби, ипнинг тузилиши ва тўқиш усулига боғлиқ бўлади. Тадқиқотлар натижасида аниқландики, полиэстер толаси улуши юқори бўлган матолар ишқаланишга нисбатан чидамлироқ бўлиб, узоқ вақт давомида ўз ташқи кўринишини сақлаб қолади [5,6].

ISSN 3030-3907

Шу билан бирга, матоларнинг юза зичлиги ва иплар ўртасидаги боғланиш даражаси ҳам уларнинг механик ва физик хусусиятларига таъсир кўрсатади. Зич тўқилган матоларда мустаҳкамлик юқори бўлса-да, уларнинг ҳаво ўтказувчанлиги нисбатан паст бўлиши мумкин. Шунинг учун ишлаб чиқариш жараёнида мато параметрларини оптималлаштириш муҳим аҳамиятга эга.

Тадқиқот жараёнида олинган натижалар асосида костюмбоп матолар ишлаб чиқаришда қуйидаги тавсиялар ишлаб чиқилди:

- толавий таркибни танлашда матонинг қўлланилиш соҳаси ҳисобга олиниши керак;
- аралаш толалардан фойдаланиш орқали мато сифатини ошириш мақсадга мувофиқ;
- ресурс тежамкор технологияларни жорий этиш ишлаб чиқариш самарадорлигини оширади;
- матоларнинг механик ва физик хоссаларини комплекс баҳолаш зарур.

Бундан ташқари, замонавий тўқимачилик саноатида инновацион ёндашувлардан фойдаланиш, жумладан, нанотехнологиялар, янги турдаги синтетик толалар ва функционал қўшимчалар қўллаш орқали матоларнинг хусусиятларини янада яхшилаш имконияти мавжуд. Масалан, антибактериал, сув ўтказмайдиган ёки ультрабинафша нурлардан ҳимоя қилувчи матолар ишлаб чиқариш бугунги кунда долзарб йўналишлардан бири ҳисобланади [7,8].

Хулоса қилиб айтганда, толалар таркиби турлича бўлган костюмбоп матоларнинг деформацион хоссалари тадқиқ этилганда, костюмбоп матонинг қайшқоқ деформация таркиби 3,0% дан 8,8% гача, эластик деформация таркиби 4,3% дан 18,8% гача, пластик (қолдиқли) деформация таркиби 9,1% дан 40,0% гача ораликда тола таркибига қараб ўзгариши кузатилди. Қолаверса, костюмбоп матоларнинг сифати ва уларнинг рақобатбардошлиги кўп жиҳатдан толавий таркиб, ишлаб чиқариш технологияси ва механик ҳамда физик хоссаларнинг ўзаро уйғунлигига боғлиқ. Илмий асосланган тадқиқотлар ва инновацион технологияларни жорий этиш орқали юқори сифатли, истеъмолчилар талабига тўлиқ жавоб берадиган матолар ишлаб чиқариш имконияти янада кенгаяди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Жуманиёзов Қ.Ж., Ғофуров Қ.Ғ., Матисмаилов С.Л., Пирматов А., Холиёров М.Ш., Файзуллаев Ш.Р. Тўқимачилик маҳсулотлари технологияси ва жиҳозлари. «Ғофур Ғулом», Тошкент, 2012.

ISSN 3030-3907

2. Жуманиёзов Қ.Ж., Полвонов Ю.М. Пахта йигириш технологик жараёнларини лойиҳалаш. Тошкент, ТТЕСИ, 2007.
3. Павлов Ю.В. и др. Теория процессов технология и оборудование прядения хлопка и химических волокон. Иваново, 2000 г.
4. . Improving the drawing mechanism of a drawing frame machine for forming threads by preliminary estimate fabric quality indicators Journal of Critical Reviews, Том 7, Номер 5, D.R. Giyasova, D.A. Sadullayeva, D.S. Kazakova.
5. Симонян, В. О. Проектирование технологии производства хлопчатобумажной пряжи: учеб, пособие / В.О. Симонян, В. Ф. Галкин, О. Ю. Дмитриева, В. Л. Тарасов.-М.: ИНФРА-М, 2017.-55 с.
6. Сотскова О.П. Разработка технологии изготовления основовязаных полотен с уточной нитью, проложенной вдоль всей ширины игольницы, канд. дисс. Ленинград. 1986.
7. Shokirov Laziz Bakhtiyorovich, Ubaydov Qodir Zokirovich, Kazakov Farkhod Farmonovich. To study the effect of filling parameters on the efficiency of the cotton yarn spinning process. European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS) Available Online at: Vol. 2 No. 4, April 2021, ISSN: 2660-5570. 40-43 p.
8. Козулини В.В. Нормализация процесса вязания ПАН пряжи на плоскофанговым оборудовании, канд. дисс. Ленинград. 1981.

ISSN 3030-3907

SMART CHANNEL QURILMALARINI QIYOSLASH LABORATORIYASINING TUZILISHI VA METROLOGIK IMKONIYATLARI

Otaxonov Maqsud Yusufovich
Laboratoriya mudiri “Smart Solutions System” MCHJ
Azizov Xurshid Abduhamidovich
Mustaqil izlanuvchi, “O‘zbekiston Milliy Metrologiya Instituti” Davlat Muassasasi
Arifjonov Alisher Abdullayevich
Mustaqil izlanuvchi, “O‘zbekiston Milliy Metrologiya Instituti” Davlat Muassasasi
To‘laganov Fathullo Tohirjonovich
Mustaqil izlanuvchi, “O‘zbekiston Milliy Metrologiya Instituti” Davlat Muassasasi
Zokirov Ilhomjon Bahtiyor o‘g‘li
Tayanch doktorant “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti
Email: ilhomjonzokirov1@gamil.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada ochiq o‘zanlarda suv sarfini o‘lchash uchun mo‘ljallangan “Smart Channel” qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasining tuzilishi, ishlash tamoyili va metrologik imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqotning dolzarbligi suv resurslarini oqilona boshqarish, sug‘orish tizimlarida suv hisobini aniq yuritish hamda zamonaviy suv sarfini o‘lchash qurilmalarini ishonchli sinash, qiyoslash va kalibrlash zarurati bilan belgilanadi. Maqolada laboratoriya tarkibiga kiruvchi asosiy elementlar, jumladan zaxira suv rezervuari, nasos tizimi, naporli rezervuar, taqsimlash kanali, “Smart Channel” qurilmasini o‘rnatish joyi, elektromagnit etalon sarf o‘lchagich, hajmiy usulda suv sarfini aniqlash rezervuari va avtomatlashtirilgan o‘lchash vositalari tavsiflangan. Laboratoriyaning asosiy vazifasi “Smart Channel” qurilmalarining sezuvchanligi, minimal, o‘tish, nominal va maksimal sarflari, o‘lchash aniqligi, barqarorligi va kalibrlash imkoniyatlarini baholashdan iborat. Tadqiqot natijasida mazkur laboratoriyaning “Smart Channel” qurilmalarini qiyoslash, validatsiya qilish va kalibrlash uchun zarur texnik hamda metodik imkoniyatlarga ega ekani asoslanadi. Laboratoriya ochiq o‘zanlarda qo‘llaniladigan suv sarfini o‘lchash qurilmalarini ilmiy asosda baholash uchun muhim ilmiy-amaliy baza bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Smart Channel, qiyoslash laboratoriyasi, ochiq o‘zan, suv sarfi, metrologik imkoniyatlar, sezuvchanlik, minimal sarf, o‘tish sarfi, nominal sarf, maksimal sarf, kalibrlash, validatsiya.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В данной статье освещены структура, принцип работы и метрологические возможности лаборатории сравнения устройств «Smart Channel», предназначенных для измерения расхода воды в открытых руслах. Актуальность исследования обусловлена необходимостью рационального управления водными ресурсами, обеспечения точного учёта воды в оросительных системах, а также надёжного испытания, сравнения и калибровки современных приборов измерения расхода воды. В статье описаны основные элементы лаборатории, включая резервуар запаса воды, насосную систему, напорный резервуар, распределительный канал, место установки устройства «Smart Channel», электромагнитный эталонный расходомер, резервуар для определения расхода воды объёмным методом, а также автоматизированные средства измерения. Основной задачей лаборатории является оценка чувствительности устройств «Smart Channel», минимального, переходного, номинального и максимального расходов, точности измерений, стабильности и возможностей калибровки. В результате исследования обосновано, что данная лаборатория обладает необходимыми техническими и методическими возможностями для сравнения, валидации и калибровки устройств «Smart Channel». Лаборатория служит важной научно-практической базой для обоснованной оценки приборов измерения расхода воды, применяемых в открытых руслах.

Ключевые слова: Smart Channel, лаборатория сравнения, открытое русло, расход воды, метрологические возможности, чувствительность, минимальный расход, переходный расход, номинальный расход, максимальный расход, калибровка, валидация.

Abstract. This paper presents the structure, operating principle, and metrological capabilities of a calibration laboratory designed for Smart Channel devices intended for discharge measurement in open channels. The relevance of the study is determined by the need for rational water resources management, accurate accounting of irrigation water, and reliable testing, verification, validation, and calibration of modern flow-measuring devices. The laboratory includes a storage reservoir, pumping system, head reservoir, distribution canal, Smart Channel installation section, electromagnetic reference flow meter, volumetric verification reservoir, and automated measuring and data-processing tools. The laboratory is intended to evaluate the sensitivity, minimum, transition, nominal, and maximum discharges of Smart Channel devices, as well as their measurement accuracy, stability, and calibration potential. The study shows that the developed laboratory provides the technical and methodological basis necessary for verification, validation, and calibration of Smart Channel devices and can be used to determine

ISSN 3030-3907

their operating range, assess systematic errors, derive correction coefficients, and improve their metrological characteristics.

Keywords: Smart Channel, calibration laboratory, open channel, discharge measurement, metrological capabilities, sensitivity, minimum discharge, transition discharge, nominal discharge, maximum discharge, calibration, validation.

KIRISH.

Suv resurslarini oqilona boshqarish va ulardan samarali foydalanish zamonaviy suv xo‘jaligi tizimining eng muhim vazifalaridan biridir [1,2]. Ayniqsa, sug‘oriladigan dehqonchilik sharoitida suv sarfini aniq hisobga olish hosildorlikni oshirish, suv yo‘qotishlarini kamaytirish va suv taqsimotini adolatli tashkil etishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ochiq o‘zanlarda suv sarfini o‘lchash uchun an’anaviy qurilmalar keng qo‘llanilsa-da, ularning ko‘pchiligi napor balandligi asosida ishlaydi va ma’lum gidravlik sharoitlarni talab qiladi. Bunday holatlarda zamonaviy raqamli qurilmalarni yaratish va ularni ishonchli sinovdan o‘tkazish zarurati paydo bo‘ladi [3,4].

“Smart Channel” qurilmasi ochiq o‘zanlarda suv sarfini tezlik–maydon usuli asosida aniqlashga mo‘ljallangan innovatsion qurilmadir. Uning ishlash prinsipi oqimning tirik kesim yuzasi va o‘rtacha tezligini aniqlash orqali suv sarfini hisoblashga asoslanadi. Bu yondashuv klassik napor-asosli qurilmalarga nisbatan kengroq ekspluatatsion imkoniyat yaratadi, ayniqsa napor yetarli bo‘lmagan yoki murakkab gidravlik sharoitlar mavjud bo‘lgan holatlarda [5,6].

Har qanday yangi o‘lchash qurilmasining amaliy qo‘llanilishi uchun uning metrologik tavsiflari, aniqligi, sezuvchanligi, ish diapazoni va kalibrlash imkoniyatlari ilmiy asosda baholanishi zarur. Bunday baholashni amalga oshirish uchun maxsus qiyoslash laboratoriyasining mavjudligi katta ahamiyatga ega. Mazkur laboratoriya qurilmani nazorat qilinadigan gidravlik sharoitda sinovdan o‘tkazish, etalon vositalar bilan taqqoslash, hajmiy usul orqali natijalarni tekshirish va qurilmaning turli ish rejimlaridagi metrologik tavsiflarini aniqlash imkonini beradi[7,8].

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Ochiq o‘zanlarda suv sarfini o‘lchash masalasi gidrometriya va suv xo‘jaligi sohasidagi muhim ilmiy-amaliy yo‘nalishlardan biridir. Mavjud suv o‘lchash vositalarining katta qismi klassik gidravlik inshootlar yoki napor balandligi asosidagi usullarga tayangan holda ishlaydi. Jumladan, Parshall, SANIIRI, Tomson va Chipoletti turidagi qurilmalar sug‘orish tarmoqlari, ochiq kanallar va suv taqsimlash inshootlarida uzoq yillardan buyon qo‘llanib kelinmoqda.

Klassik qurilmalarning afzalligi konstruksiyasining nisbatan sodda bo‘lishi va ular uchun ishlab chiqilgan nazariy hamda amaliy bog‘lanishlarning

ISSN 3030-3907

mavjudligidir. Biroq ular erkin oqim, standart geometrik shakl, yetarli napor va ma’lum gidravlik rejimlarni talab qilgani sababli universal qo‘llanish imkoniyatiga ega emas. Ichimlik suvi hisoblagichlari uchun ishlab chiqilgan xalqaro va milliy standartlarda esa minimal, o‘tish, nominal va maksimal sarf tushunchalari ancha aniq me’yorlangan.

“Smart Channel” qurilmasining asosiy farqi shundaki, unda suv sarfi klassik napor bo‘yicha emas, balki tezlik–maydon usuli asosida aniqlanadi, ya’ni $Q = \omega \cdot v$. Shu sababli Smart Channel kabi qurilmalar uchun maxsus qiyoslash laboratoriyasini yaratish va ularning metrologik tavsiflarini nazorat qilinadigan sharoitda aniqlash muhimdir.

TADQIQOT OBYEKTI VA MAQSADI.

Tadqiqot obyekti sifatida “Smart Channel” qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasi qabul qilindi. Tadqiqot predmeti esa laboratoriyaning konstruktiv tuzilishi, ishlash prinsipi, sinov o‘tkazish imkoniyatlari va metrologik tavsiflaridan iborat.

Tadqiqotning asosiy maqsadi “Smart Channel” qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasining tuzilishini tavsiflash, uning texnik va metrologik imkoniyatlarini yoritish hamda “Smart Channel” qurilmalarini sinash, qiyoslash, validatsiya qilish va kalibrlashdagi ahamiyatini asoslashdan iborat.

TADQIQOT MATERIALI VA USULLARI.

Tadqiqotlarda “Smart Solution System” MCHJning “Gidravlika va gidrometriya” laboratoriyasi bazasidan foydalanildi. Tadqiqot materiali sifatida laboratoriyaning konstruktiv tuzilishi, unda o‘rnatilgan etalon va yordamchi o‘lchash vositalari, Smart Channel qurilmasini o‘rnatish va sinovdan o‘tkazish uchun yaratilgan gidravlik sharoitlar qabul qilindi.

Tadqiqot usullari sifatida konstruktiv tahlil, gidravlik jarayonlarni kuzatish, qiyoslash, hajmiy nazorat, etalon sarf o‘lchagich ko‘rsatkichlari bilan taqqoslash hamda grafik va taqqoslama tahlil qo‘llanildi.

LABORATORIYANING TUZILISHI.

“Smart Channel” qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasi qurilmani nazorat qilinadigan gidravlik sharoitda sinash va etalon vositalar bilan taqqoslash imkonini beruvchi maxsus stenddan iborat. Laboratoriya tarkibiga zaxira suv rezervuari, nasos agregati, naporli suv rezervuari, taqsimlash kanali, “Smart Channel” qurilmasini o‘rnatish joyi, namunaviy elektromagnit sarf o‘lchagich, suv hajmini aniqlash rezervuari, sath o‘lchash datchiklari va ma’lumotlarni qayta ishlash tizimi kiradi (1-rasm).

ISSN 3030-3907



1-rasm. Smart Channel qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasining sxematik ko‘rinishi.

Zaxira suv rezervuari laboratoriya tizimining dastlabki suv manbai vazifasini bajaradi. Nasos tizimi orqali ushbu rezervuardagi suv naporli suv rezervuariga uzatiladi. Naporli rezervuar oqimni barqarorlashtirish, bosimni tenglashtirish va sinov uchastkasiga ma’lum rejimdagi suv oqimini uzatish uchun xizmat qiladi.

Quyidagi jadvalda laboratoriya tarkibidagi asosiy elementlar va ularning vazifalari umumlashtirib ko‘rsatilgan.

1-jadval.

Smart Channel qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasining asosiy funksional elementlari

№	Element	Asosiy vazifasi
1	Zaxira suv rezervuari	Laboratoriya tizimini suv bilan ta’minlash va sinov jarayonining uzluksizligini ta’minlash.
2	Nasos tizimi	Suvni naporli rezervuarga uzatish va talab etilgan oqim rejimini shakllantirish.
3	Naporli rezervuar	Oqimni barqarorlashtirish va sinov uchastkasiga tenglashtirilgan oqim yuborish.
4	Taqsimlash kanali	Smart Channel qurilmasi o‘rnatiladigan asosiy gidravlik sinov uchastkasini hosil qilish.

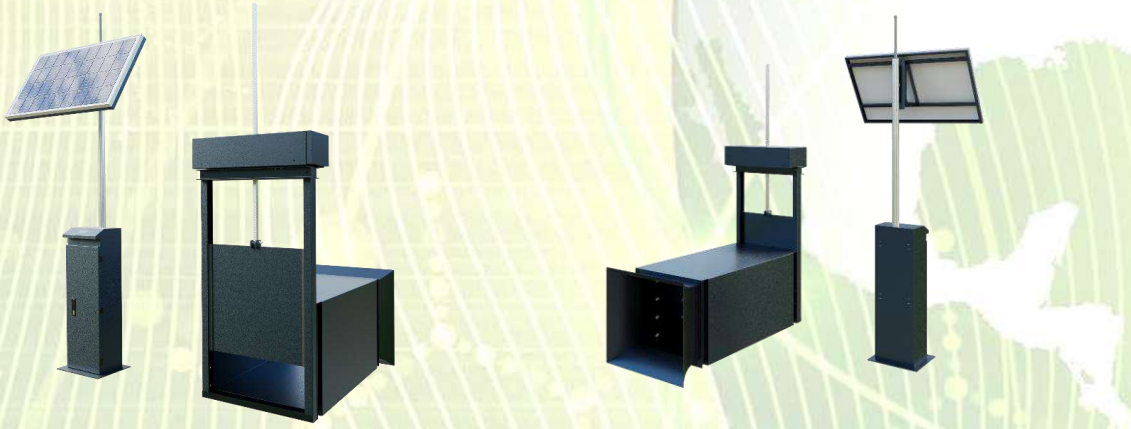
ISSN 3030-3907

5	Elektromagnit etalon sarf o‘lchagich	Sinov natijalarini etalon ko‘rsatkichlar bilan taqqoslash.
6	Hajmiy usul rezervuari	Mustaqil nazorat o‘lchovlari orqali validatsiya va kalibrlash imkoniyatini yaratish.

LABORATORIYANING ISHLASH TAMOYILI

Laboratoriyaning ishlash tamoyili suv oqimini shakllantirish, uni sinov uchastkasidan o‘tkazish va bir vaqtning o‘zida bir necha usul bilan nazorat qilishga asoslanadi. Suv zaxira rezervuaridan nasos tizimi yordamida naporli rezervuarga uzatiladi. Keyin suv taqsimlash kanali orqali Smart Channel qurilmasi o‘rnatilgan uchastkaga yo‘naltiriladi. Oqim yo‘lida elektromagnit etalon sarf o‘lchagich o‘rnatilgan bo‘lib, u o‘tayotgan suv sarfini real vaqt rejimida qayd etadi.

Smart Channel qurilmasi sinov uchastkasida suv sathi va tezligini ultratovushli datchiklar yordamida aniqlaydi. Olingan ma’lumotlar qurilmaga o‘rnatilgan algoritm asosida qayta ishlanib, suv sarfi avtomatik hisoblanadi. Bu qiymatlar elektromagnit etalon sarf o‘lchagich ko‘rsatkichlari bilan taqqoslanadi. Shu bilan birga, suv hajmini aniqlash rezervuari yordamida hajmiy usul bo‘yicha nazorat o‘lchovlari amalga oshiriladi.



a) old ko‘rinishi; *b) orqa ko‘rinishi*

2-rasm. Smart Channel qurilmasining umumiy ko‘rinishi

Qiyoslash va sinov metodikasi

Laboratoriyada olib boriladigan sinovlar Smart Channel qurilmasining sezuvchanligi, minimal suv sarfi, o‘tish sarfi, nominal sarfi, maksimal sarfi, aniqligi va barqarorligini aniqlashga qaratilgan. Tajribalar bosqichma-bosqich olib borilib, turli sarf, chuqurlik va tezlik rejimlarida ma’lumotlar qayd etiladi. Natijalar etalon usullar bilan taqqoslanadi va zarur hollarda kalibrlash koeffitsientlari aniqlanadi.

Laboratoriyaning metrologik imkoniyatlari

ISSN 3030-3907

Mazkur laboratoriyaning eng muhim afzalligi shundaki, u Smart Channel qurilmalarining metrologik tavsiflarini nazorat qilinadigan sharoitda kompleks baholash imkonini beradi. Laboratoriya faqat qurilmaning sezuvchanligi va minimal suv sarfini aniqlash bilan cheklanmaydi, balki uning o‘tish sarfi, nominal sarfi, maksimal sarfi, o‘lchash aniqligi, barqarorligi va kalibrlash imkoniyatlarini ham baholashga xizmat qiladi.

Laboratoriya yordamida Smart Channel qurilmasining sezuvchanligi aniqlanadi; minimal sarf ruxsat etilgan xatolik doirasida ishonchli o‘lchanadigan eng kichik sarf sifatida baholanadi; o‘tish sarfi barqaror o‘lchash rejimiga o‘tish chegarasini tavsiflaydi; nominal sarf tavsiya etilgan ish rejimini, maksimal sarf esa qurilmaning yuqori yuklama ostida ishlash chegarasini ko‘rsatadi.

Etalon usullar bilan olingan natijalar asosida qurilmaning sistematik xatoliklarini aniqlash, tuzatish koeffitsientlarini ishlab chiqish va uning metrologik tavsiflarini takomillashtirish mumkin. Shu sababli laboratoriya qiyoslash va validatsiya bilan bir qatorda kalibrlash bazasi sifatida ham muhim ahamiyat kasb etadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Laboratoriyada olib borilgan dastlabki sinovlar Smart Channel qurilmasining sezuvchanligi va minimal suv sarfini baholash imkoniyatini tasdiqladi. Qurilma kichik suv sarflarini qayd eta olishi va past sarf rejimlarida ham barqaror o‘lchovlar berishi laboratoriya stendining amaliy yaroqliligini ko‘rsatdi.

Shuningdek, qurilmaning natijalari elektromagnit etalon sarf o‘lchagich va hajmiy usul bilan taqqoslandi. Olingan xatolik diapazonlari qoniqarli bo‘lib, laboratoriya stendining qiyoslash va validatsiya vazifalarini bajarishga yaroqli ekanini ko‘rsatdi. Mazkur natijalar laboratoriyaning kelgusida minimal, o‘tish, nominal va maksimal sarf zonalarini aniqlash hamda kalibrlash ishlarini amalga oshirish uchun yetarli imkoniyatlarga ega ekanini tasdiqlaydi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda Smart Channel qurilmalarini qiyoslash laboratoriyasining tuzilishi, ishlash tamoyili va metrologik imkoniyatlari yoritildi. Laboratoriya zaxira suv rezervuari, nasos tizimi, naporli rezervuar, taqsimlash kanali, Smart Channel qurilmasini o‘rnatish joyi, elektromagnit etalon sarf o‘lchagich, hajmiy usul rezervuari va avtomatlashtirilgan nazorat vositalaridan tashkil topgan bo‘lib, qurilmalarni nazorat qilinadigan gidravlik sharoitda sinovdan o‘tkazish imkonini beradi. Tadqiqotlar laboratoriyaning Smart Channel qurilmalarining sezuvchanligi, minimal suv sarfi, o‘tish sarfi, nominal sarfi va maksimal sarfini aniqlash uchun yetarli texnik va metodik imkoniyatlarga ega ekanini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, laboratoriyada qurilmaning o‘lchash natijalarini

ISSN 3030-3907

elektromagnit etalon vosita va hajmiy usul bilan taqqoslash orqali qiyoslash va validatsiya ishlarini olib borish mumkinligi asoslandi.

Laboratoriyaning muhim afzalliklaridan biri shundaki, u Smart Channel qurilmalarini nafaqat tekshirish, balki kalibrlash imkoniyatini ham beradi. Etalon usullar bilan olingan natijalar asosida qurilmaning sistematik xatoliklarini aniqlash, tuzatish koeffitsientlarini ishlab chiqish va qurilmaning metrologik tavsiflarini takomillashtirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zhang, H., & Zhang, Y. (2021). "Integration of High-Precision Software in Water Flow Measurement Systems." Water Science and Technology, 84(1), 24-33. doi:10.2166/wst.2021.066

2. Li, X., & Li, C. (2020). "Application of Internet of Things (IoT) for Real-Time Water Quality Monitoring in Irrigation Systems." Sensors, 20(12), 3434. doi:10.3390/s20123434

3. Rakhimov Q., Allayorov D., and Ibragimova Z. Increasing flow turbidity in pressure systems. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 869(7) (2020) doi: 10.1088/1757-899X/869/7/072029

4. Kaletova, T., Arifjanov, A., Samiev, L., Babajanov, F. Journal of Water and Land Development, Pp. 21–26 (2022)

5. Aybek Arifjanov and Alisher Fatxullaev. Natural Studies for Forming Stable Channel Sections. Journal of Physics: Conference Series.doi 10.1088/1742596/1425/1/012025

6. Entrainment of E. coli and Listeria monocytogenes from sediment in irrigation canal. International Journal of Sediment Research vol. 37, issue 6, pp.701-714 (2022)

7. Schleiss A J, Franca M J, Juez C and De Cesare G 2016 Journal of Hydraulic Research, 54(6), Pp 595-614

8. Apakhodjaeva T., Khodjiev A., Abduraimova D., Xoshimov S. Choosing an optimal satellite data for irrigation systems analyses in Uzbekistan. National Online Conference on Sustainable management of environment & natural resource through innovation in science and technology, 2020. SMTST 2020

ISSN 3030-3907

OPTICAL–GEOMETRIC ANALYSIS OF A LINEAR FRESNEL CONCENTRATOR WITH A TUBULAR CYLINDRICAL RECEIVER

A.A. Kuchkarov

Fergana State Technical University, 150107, Fergana street, 86

E-mail: ims-79@mail.ru

Annotation. In this paper, linear Fresnel concentrators (LFCs) will be considered as promising equipment used for solar power generation. In particular, such concentrators have a rather simple design, relatively cheap installation procedure, and provide efficient usage of the ground area for their placement. The purpose of this study was to conduct an optical-geometric analysis of linear Fresnel concentrator, which is used with a tubular cylindrical receiver. In general, the goal of the study was to determine the effect of geometrical parameters and position of mirrors on the distribution of concentrated sunlight at the receiver surface. To achieve the stated objectives, a geometric model of concentrator system will be developed based on the theory of sunlight reflection and relative position of the sun, mirror strips, and tubular receiver. As part of this model, several optical parameters will be used, including incidence angles of sunlight, angle between each mirror strip and sunlight ray, receiver height, as well as shading/blocking effect by adjacent mirrors. Based on these parameters, the geometry of sunlight reflection from the mirror field will be estimated along with trajectories of reflected rays towards the cylindrical receiver. As follows from the conducted research, the efficiency of optical processes occurring within linear Fresnel concentrator depends significantly on precise position of individual mirrors and appropriate location of a tubular receiver. In this case, geometric optimization of mirror positioning may result in considerable improvement of radiation interception at the receiver surface and decrease in optical losses.

Keywords: Linear Fresnel concentrator; optical–geometric analysis; solar radiation concentration; tubular cylindrical receiver; solar thermal energy.

Аннотация. В данной работе линейные концентраторы Френеля (ЛКФ) рассматриваются как перспективное оборудование для выработки солнечной энергии. В частности, такие концентраторы имеют достаточно простую конструкцию, относительно недорогую процедуру установки и обеспечивают эффективное использование площади земли для их размещения. Целью данного исследования был оптико-геометрический анализ линейного концентратора Френеля, используемого с трубчатым цилиндрическим приемником. В целом, целью исследования было определение влияния геометрических параметров и положения зеркал на распределение концентрированного солнечного света на поверхности

ISSN 3030-3907

приемника. Для достижения поставленных целей будет разработана геометрическая модель системы концентратора на основе теории отражения солнечного света и относительного положения солнца, зеркальных полос и трубчатого приемника. В рамках этой модели будут использованы несколько оптических параметров, включая углы падения солнечного света, угол между каждой зеркальной полосой и солнечным лучом, высоту приемника, а также эффект затенения/блокировки соседними зеркалами. На основе этих параметров будет оценена геометрия отражения солнечного света от зеркального поля, а также траектории отраженных лучей к цилиндрическому приемнику. Как следует из проведенных исследований, эффективность оптических процессов, происходящих внутри линейного концентратора Френеля, в значительной степени зависит от точного положения отдельных зеркал и соответствующего расположения трубчатого приемника. В этом случае геометрическая оптимизация расположения зеркал может привести к значительному улучшению перехвата излучения на поверхности приемника и снижению оптических потерь.

Ключевые слова: линейный концентратор Френеля; оптико-геометрический анализ; концентрация солнечного излучения; трубчатый цилиндрический приемник; солнечная тепловая энергия.

Annotatsiya. Ushbu maqolada chiziqli Frenel kontsentratorlari (ChFC) quyosh energiyasini ishlab chiqarishda ishlatiladigan istiqbolli uskunalar sifatida ko‘rib chiqiladi. Xususan, bunday kontsentratorlar juda oddiy dizaynga, nisbatan arzon o‘rnatish tartibiga ega va ularni joylashtirish uchun yer maydonidan samarali foydalanishni ta’minlaydi. Ushbu tadqiqotning maqsadi naychali silindrsimon qabul qilgich bilan ishlatiladigan chiziqli Frenel kontsentratorining optik-geometrik tahlilini o‘tkazish edi. Umuman olganda, tadqiqotning maqsadi geometrik parametrlar va oynalarning joylashuvining qabul qilgich yuzasida konsentrlangan quyosh nurining tarqalishiga ta’sirini aniqlash edi. Belgilangan maqsadlarga erishish uchun quyosh nuri aks etishi nazariyasi va quyosh, oyna chiziqlari va naychali qabul qilgichning nisbiy joylashuvi asosida kontsentrator tizimining geometrik modeli ishlab chiqiladi. Ushbu modelning bir qismi sifatida quyosh nurining tushish burchaklari, har bir oyna chizig‘i va quyosh nuri orasidagi burchak, qabul qilgich balandligi, shuningdek, qo‘shni oynalar tomonidan soyalash/blokirovka effekti kabi bir nechta optik parametrlardan foydalaniladi. Ushbu parametrlarga asoslanib, oyna maydonidan quyosh nuri aks etishi geometriyasi silindrsimon qabul qilgichga qarab aks ettirilgan nurlarning traektoriyalari bilan birga baholanadi. Olib borilgan tadqiqotlardan ko‘rinib turibdiki, chiziqli Frenel konsentratorida sodir bo‘ladigan optik jarayonlarning

ISSN 3030-3907

samaradorligi alohida oynalarning aniq joylashuviga va naychali qabul qilgichning to‘g‘ri joylashishiga sezilarli darajada bog‘liq. Bu holda, oyna joylashuvini geometrik optimallashtirish qabul qilgich yuzasida nurlanishni ushlab turishni sezilarli darajada yaxshilaydi va optik yo‘qotishlarni kamaytiradi.

Kalit so‘zlar: Chiziqli Frenel konsentratori; optik-geometrik tahlil; quyosh nurlanishining konsentratsiyasi; naychali silindrsimon qabul qilgich; quyosh issiqlik energiyasi.

INTRODUCTION.

Linear Fresnel concentrators (LFCs) use arrays of narrow flat or slightly curved mirrors to focus sunlight onto an elevated linear receiver [1, 2]. Pioneered by Francia in the 1960s [1], LFCs promise simpler, cheaper CSP fields than parabolic troughs due to low-profile flat mirrors and fixed receivers [3]. They require less structural support and land area than parabolic designs [4], and can achieve relatively uniform flux on the absorber [6]. However, their optical efficiency is inherently lower: typical peak optical efficiency is only about 18–20%, with annual averages around 13–18% [4]. This deficit arises from several loss mechanisms (e.g. incidence angle cosine effects, mirror blocking/shading, and flux spillage) and from practical limits (mirror alignment and tracking).

Linear Fresnel concentrators (LFCs, also called linear Fresnel reflectors, LFRs) are line-focus solar collectors composed of many long, narrow reflector strips arranged in parallel rows on the ground [1, 2]. Each mirror rotates about its long axis (one-axis tracking) to follow the sun, reflecting direct solar rays onto a fixed receiver tube positioned above the mirror field [1, 7]. This geometry is similar in principle to parabolic troughs but uses discrete flat (or slightly curved) facets instead of a continuous parabola [1, 5]. Because the mirrors are flat and closer to the ground, LFC systems have lower structural and fabrication costs than parabolic trough fields [3, 4]. They also have low wind loads and can be roof-mounted [3, 4]. Typical LFC plants aim for medium-to-high operating temperatures (≈150–550 °C [5]) by using heat-transfer fluids such as thermal oil, molten salt, or steam. The absorber tube is often enclosed in a glass sleeve under vacuum (as in parabolic troughs) or placed inside a secondary concentrator (e.g. a trapezoidal cavity or CPC) to reduce convective losses [8, 9]. For example, Memme and Fossa note that the LFC absorber “is usually fixed and housed within a secondary concentrator, which can take the form of a trapezoidal cavity or a compound parabolic collector (CPC)” [8]. High-temperature applications (>400 °C) typically use evacuated tubular receivers due to their low heat loss [9, 10].

Despite these advantages, LFC optical performance lags behind more mature CSP technologies. Global LFC market share remains small [11]. Comparative data

ISSN 3030-3907

show LFC peak optical efficiencies around 18–20% (annual 13–18%), versus ≈20–25% (annual 14–22%) for parabolic troughs [5]. LFC concentration ratios are generally modest (≈30–80) compared to ~80–90 for troughs [4, 5]. This is partly due to unavoidable optical losses: (1) Cosine/inclination losses, since each mirror sees the sun at an oblique angle (incidence factor $\cos\theta$); (2) Shading/blocking, where mirrors cast shadows on neighbors or reflected beams hit other mirrors rather than the receiver [12]; (3) Spillage or intercept losses, where reflected rays miss the tube (especially at extreme sun angles); and (4) Reflectance losses, due to finite mirror reflectivity (typically 90–96%) and any glass cover transmittance [13]. Many studies explicitly identify blocking, shading, and missed rays as the primary geometric loss mechanisms [12]. Cosine effects are usually treated either within the ray-trace or as a separate. Combined, these losses reduce the fraction of incident DNI that is captured. For design and analysis, it is common to define an intercept factor or optical efficiency equal to (effective power on receiver)/(available power on aperture) [14]. In fact, as Santos et al. (2021) note, following Rabl (1985) one can decompose optical efficiency into material terms (mirror reflectance × glass transmittance) times a geometric intercept factor [13]. Under idealized assumptions (specular reflection, point sun, perfect tracking, etc.), analytical models compute shading, blocking, and end-loss effects using geometry [12, 15]. These analytical or quasi-analytical methods are valuable for rapid design exploration. However, accurate assessment often requires detailed ray-tracing: Monte Carlo or deterministic ray-trace codes (FresnelSim, SolTrace, Tonatiuh, etc.) can simulate each sunray's path, accounting for tracking error, mirror slope error, Sun's angular width, and complex secondary optics [16]. Ray-tracing yields flux distributions on the absorber as well as overall efficiency.

Despite extensive study, challenges remain. There is a need for more accurate combined optical-thermal models: many analyses still treat optics and heat transfer separately. Particularly for advanced cavities or multi-tube receivers, coupling ray-based flux maps with temperature-dependent emissivity and convection is complex and not fully solved. Models that include real-world effects (mirror misalignment, diffuse light, soiling) would improve reliability. Large-scale experimental validation is also sparse, as only a few demonstration LFC plants exist. Control strategies (dynamic aiming lines, heliostat-like adjustment) are relatively unexplored for LFCs. New geometries (e.g. non-flat facets, deformable mirrors, or building-integrated Fresnels) have been proposed but need further optical evaluation. In summary, while fundamental optical–geometric principles of LFCs are established, optimizing a practical system requires addressing these

ISSN 3030-3907

remaining uncertainties. The citations above provide both the seminal foundations and the state-of-art, but future work is needed to bridge the gaps identified.

MATERIALS AND METHODS.

When designing a linear Fresnel concentrator (LFC) with a tubular (cylindrical) receiver, the receiver creates a certain amount of shadow on the concentrator aperture. Therefore, it is not possible to place mirror elements under the receiver. As a result, the first mirror element on both sides of the concentrator must be placed at a certain minimum distance from the center of the aperture. This minimum distance is determined by the following relationship:

$$W_1 = R + f\tan(\gamma_0) \quad (1)$$

where, R - tubular receiver radius, f - vertical distance between the center of the receiver and the aperture plane, γ_0 - The semi-angular diameter of the Sun's disk.

The geometrical scheme of the LFC with a tubular receiver is presented in figure 1.

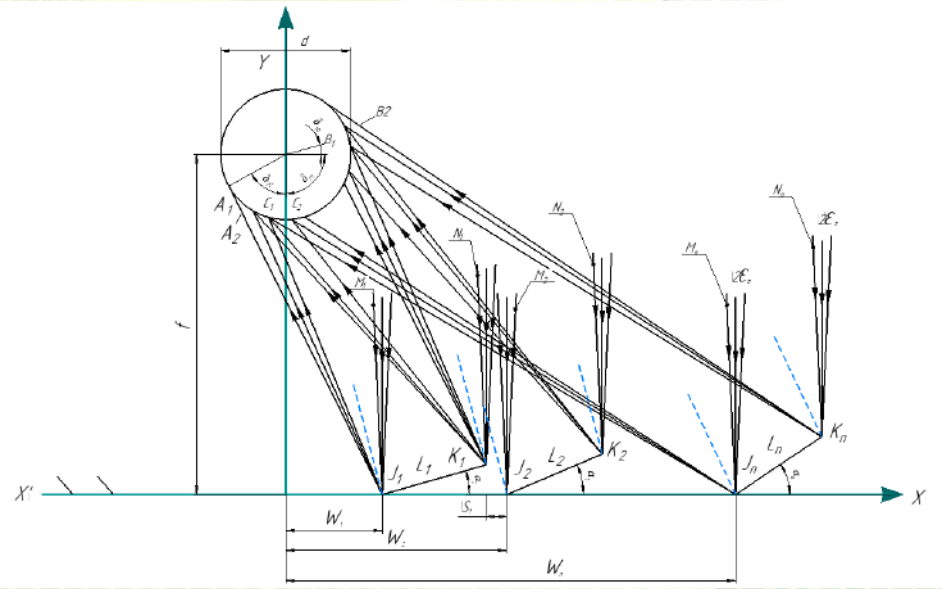


Figure 1. Linear Fresnel concentrator with tubular receiver.

During the geometric design process, the angle of inclination α_1 of the first mirror element is chosen so that the outer ray of the cone of rays M_1J_1 should be tangentially incident on the point A_1 of the receiver circle. At the same time, the ray of the inner part of the cone of rays M'_1J_1 should be directed to the point C_1 of the receiver.

Using simplified geometric relations, the deviation angle of the first mirror element is determined as follows:

ISSN 3030-3907

$$\alpha_1 = \frac{1}{2}\tan^{-1}\left(\frac{x_{1a}^2 - R^2}{W_1 f - R\sqrt{(x_{1a}^2 - R^2) + (y_{1a} - f)^2}}\right) - \gamma_0 \qquad (2)$$

where, (x_{1a}, y_{1a}) - coordinates of point A_1 on the receiver surface.

The width of the first mirror element is found by the following relation:

$$L_1 = \sqrt{(x_{1c} - x_{1b})^2 + (y_{1b} - y_{1c})^2}\,\frac{\cos(2\alpha_1 - \gamma_0 - \psi_1)}{\cos(\alpha_1 - \gamma_0)} \qquad (3)$$

where, (x_{1b}, y_{1b}) and (x_{1c}, y_{1c}) — the coordinates of points B_1 and C_1, respectively.

The angle of the line connecting points B_1 and C_1 with respect to the horizontal is:

$$\psi_1 = \tan^{-1}\left(\frac{y_{1b} - y_{1c}}{x_{1b} - x_{1c}}\right) \qquad (4)$$

The amount of displacement along the Y axis for the second mirror is determined as follows:

$$Z_2 = \frac{(W_1 + L_1\cos\alpha_1)L_1\sin\alpha_1}{f - L_1\sin\alpha_1} \qquad (5)$$

The position coordinate of the second mirror with respect to the aperture:

$$W_2 = W_1 + L_1\cos\alpha_1 + Z_2 \qquad (5)$$

The angle of deviation of the second mirror:

$$\alpha_2 = \frac{1}{2}\arctan\left(\frac{x_{2c}^2 - R^2}{W_2 f - R\sqrt{(x_{2c}^2 - R^2) + (y_{2c} - f)^2}}\right) - \gamma_0 \qquad (6)$$

The width of the second mirror:

$$L_2 = \sqrt{(x_{2c} - x_{2b})^2 + (y_{2b} - y_{2c})^2}\,\frac{\cos(2\alpha_2 - \gamma_0 - \psi_2)}{\cos(\alpha_2 - \gamma_0)} \qquad (7)$$

Mirror displacement:

$$Z_n = \frac{(W_{n-1} + L_{n-1}\cos\alpha_{n-1} + x_{na})L_{n-1}\sin\alpha_{n-1}}{y_{na} - L_{n-1}\sin\alpha_{n-1}} \qquad (8)$$

Mirror coordinate:

$$W_n = W_{n-1} + L_{n-1}\cos(\alpha_{n-1}) + Z_n \qquad (9)$$

Tilt angle:

$$\alpha_n = \frac{1}{2}\tan^{-1}\left(\frac{x_{nc}^2 - R^2}{W_n f - R\sqrt{(x_{nc}^2 - R^2) + (y_{nc} - f)^2}}\right) - \gamma_0 \qquad (10)$$

Mirror width:

$$L_n = \sqrt{(x_{nc} - x_{nb})^2 + (y_{nb} - y_{nc})^2}\,\frac{\cos(2\alpha_n - \gamma_0 - \psi_n)}{\cos(\alpha_n - \gamma_0)} \qquad (11)$$

where,

$$\psi_n = \tan^{-1}\left(\frac{y_{nb} - y_{nc}}{x_{nb} - x_{nc}}\right).$$

ISSN 3030-3907

Initial values:

$$L_0 = 0, Z_1 = 0, \alpha_0 = 0. \quad W_1 = W_0 = R + f\tan(\gamma_0).$$

Where, (x_{na}, y_{na}), (x_nb, y_nb) ва (x_nc, y_nc) — are the coordinates of points A_n, B_n, and C_n, respectively, which are determined by simple geometric methods for each nth mirror element [17, 19].

Since the tube-shaped receiver has a circular geometry, the coordinates of the points A_n, B_n, and C_n located on the receiver surface are determined based on the equation of the circle. With the coordinates of the receiver center at (0, f) and its radius R, the coordinates of an arbitrary point on the receiver surface are expressed by the following parametric relations:

$$x_{na} = R\cos\theta_n$$
$$y_{na} = f + R\sin\theta_n$$

where, θ_n — is the angular coordinate of a point on the receiver's circle, which determines the point where the light hits the receiver. The coordinates of points B_n and C_n are determined in the same way.

The aperture diameter D of the concentrator is determined by the following expression [131–132]:

$$D = 2X = 2\sum_{n=1}^{k}(L_n\cos(\alpha_n) + Z_n) + 2W_1 \qquad (12)$$

Where, k — the number of mirror elements in the half of the concentrator.

The following geometric condition must be met in order to prevent the beam path from being blocked between the panels in the LFC:

$$f - L_n\sin\alpha_n > 0 \qquad (13)$$

where, (f) — distance between the center of the receiver and the aperture plane, (L_n) — nth facet width, (α_n) — its angle of deviation.

Projection loss coefficient:

$$\eta_{gt,n} = 1 - \frac{L_n,|\sin\alpha_n|}{f}, 0 \le \eta_{gt,n} \le 1 \qquad (14)$$

α_n decreases with an increase in the facet angle, which leads to a decrease in the real reflection coefficient.

RESULTS AND DISCUSSIONS.

In a faceted concentrator, the spatial orientation of the facets varies depending on the receiver geometry. Therefore, the facet deflection angle for different receiver configurations was analyzed in comparison. The variation of the facet deflection angle α_n with the facet index n is shown in Figure 2. The mutual arrangement of the facets and the receiver geometry create a geometric obstruction effect in the concentrator. The variation of the geometric obstruction coefficient for different receiver configurations is shown in Figure 3.

ISSN 3030-3907

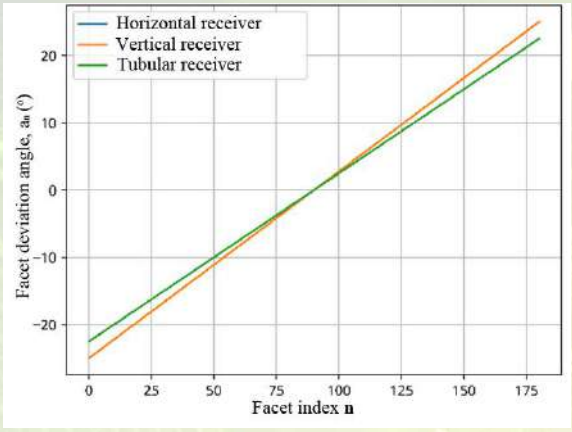


Figure 2. Facet Angle Comparison Chart

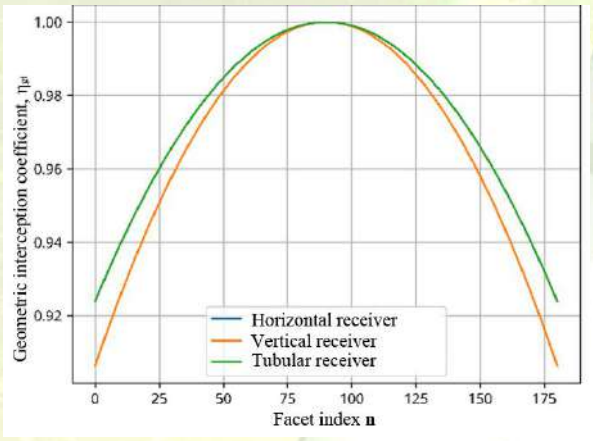


Figure 3. Graph of the geometric barrier coefficient

Figure 2 shows the variation of the facet deflection angle α_n with the facet index n for horizontal, vertical, and tubular receivers. According to the results, with increasing n, the angle α_n changes almost linearly. In the case of the vertical receiver, the range of angle changes is wider, since $\alpha_{max} = 22.5°$, while in the case of the horizontal and tubular receivers, the changes are similar, since . This indicates that the receiver geometry plays an important role in determining the optimal orientation of the facets.

Figure 3 shows the variation of the geometric obstruction coefficient η_{gt} with facet index n for various receiver configurations. The value of η_{gt} is larger around the central facets and decreases towards the periphery as the geometric obstruction effect increases. Due to the wide range of angles in the vertical receiver, the variation of η_{gt} is also observed in a relatively wide interval. In the horizontal and tubular receivers, the coefficient distribution has a similar pattern.

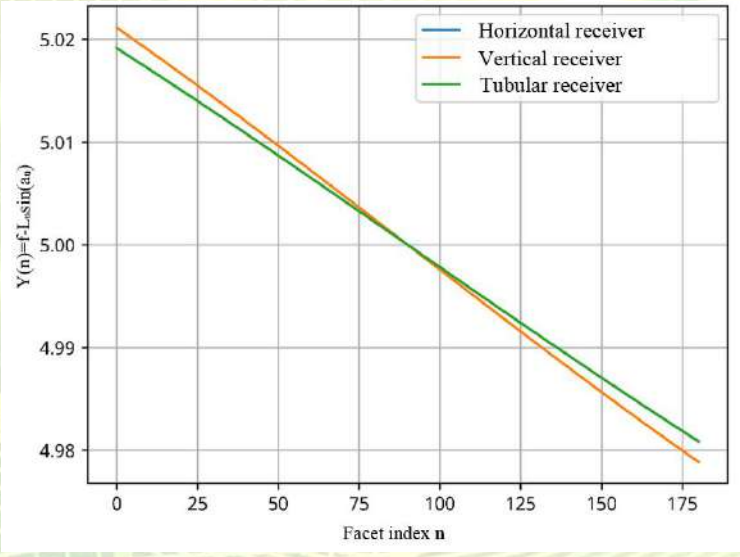


Figure 4. Variation of the functio $Y(n) = f - L_n \sin(\alpha_n)$n by facet index n.

Figure 4 shows the variation of the function $Y(n) = f - L_n \sin(\alpha_n)$ with the facet index n, which represents the geometric position of the concentrator facets

ISSN 3030-3907

relative to the focus. The analysis results show that with increasing n, the function *Y(n)* changes according to a symmetrical law and approaches maximum values around the central facets. The difference in the facet deflection angles depending on the type of receiver also causes certain changes in the amplitude of the function *Y(n)*. This indicates the need for a comprehensive analysis of the relationship between the concentrator geometry, facet angles, and receiver location. The results obtained are of important practical importance in the optimal design of faceted concentrators and increasing optical efficiency.

CONCLUSION.

From the results obtained in the optical–geometric analysis of a linear Fresnel concentrator with a tubular cylindrical receiver, one can conclude about the strong impact of geometric parameters on the effectiveness of solar energy concentration. The correct location and angle of mirror strips, as well as the position of the receiver, play an important role in the solar concentrating system effectiveness.

The presented geometric model can be used to calculate the required mirror tilt angles, which enable reflection and focusing of solar beams onto the receiver during all positions of the sun. It can be concluded from the obtained data that increasing the precision of mirror adjustment and appropriate selection of the height at which the receiver will be installed can greatly reduce the loss of concentrated light due to shading, blocking, and radiation scattering.

As was found in the performed analysis, the tubular receiver with a cylindrical cross-section can provide even distribution of concentrated radiation over the receiver's surface, ensuring good heat transmission through it. However, taking into account the geometry of mirrors, proper location of the receiver can increase the interception of reflected rays by the concentrator.

The results of the performed analysis can be used as a basis for designing solar power plants based on linear Fresnel concentrators. Further research should include computer simulation and experimental testing of the device in action and installation of secondary concentrators.

REFERENCES

1. Memme, S., & Fossa, M. (2023). Ray tracing analysis of linear Fresnel concentrators and the effect of plant azimuth on their optical efficiency. Renewable Energy, 216, 119121.

2. Rungasamy, A. E., Craig, K. J., & Meyer, J. P. (2021). A review of linear Fresnel primary optical design methodologies. Solar Energy, 224, 833-854.

ISSN 3030-3907

3. Abbas, R., & Martínez-Val, J. M. (2017). A comprehensive optical characterization of linear Fresnel collectors by means of an analytic study. Applied Energy, 185, 1136-1151.
4. Rungasamy, A. E., Craig, K. J., & Meyer, J. P. (2021). A review of linear Fresnel primary optical design methodologies. Solar Energy, 224, 833-854.
5. Santos, A., Canavarro, D., Arancibia-Bulnes, C. A., Horta, P., & Collares-Pereira, M. (2024). A comparison of secondary optic designs for linear Fresnel collectors with a single tubular absorber. Solar Energy, 282, 112936.
6. Ajdad, H., Filali Baba, Y., Al Mers, A., Merroun, O., Bouatem, A., & Boutammachte, N. (2019). Particle swarm optimization algorithm for optical-geometric optimization of linear Fresnel solar concentrators. Renewable Energy, 130, 992–1001. https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.001
7. Alcalde-Morales, S., Valenzuela, L., & Serrano-Aguilera, J. J. (2023). Heat losses in a trapezoidal cavity receiver of a linear Fresnel collector: A CFD approach. Heliyon, 9(8), e18692. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18692
8. Grena, R. (2024). Geometrical aspects of the optics of linear Fresnel concentrators: A review. Energies, 17(14), 3564. https://doi.org/10.3390/en17143564
9. Heimsath, A., Langenhorst, K., Eichberger, A., & Turchi, C. (2014). Receiver heat loss and temperature distribution prediction for a linear Fresnel solar power plant. Energy Procedia, 49, 386–397. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.03.042
10. Lozano, F. J., Matamoros, M., & Rodríguez, P. (2019). Analysis of the potential use of linear Fresnel collector for direct steam generation in industries of the southwest of Europe. Energies, 12(21), 4049. https://doi.org/10.3390/en12214049
11. Resch, A., & Höller, R. (2023). Optical modeling of a linear Fresnel concentrator for the development of a spectral splitting concentrating photovoltaic thermal receiver. Energies, 16(14), 5373. https://doi.org/10.3390/en16145373
12. Rungasamy, A. E., Craig, K. J., & Meyer, J. P. (2021). A review of linear Fresnel primary optical design methodologies. Solar Energy, 224, 833–854. https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.06.021
13. Santos, A. J., Canavarro, D., Horta, P., & Collares-Pereira, M. (2021). Analytic design and performance assessment of a flat-plate linear Fresnel reflector. Solar Energy, 227, 203–216. https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.08.085
14. Kuchkarov, A. A., Khaitmukhamedov, A. E., Shukurov, A. O., Dekhkonova, M. K., & Mukhiddinov, M. R. (2020). Calculation of thermal and exergy efficiency of solar power units with linear radiation concentrators. Applied Solar Energy, 56(1), 42-46.

ISSN 3030-3907

15. Эргашев, С. Ф., & Нигматов, У. Ж. (2020). Солнечные параболоцилиндрические установки, конструктивные особенности и расчёт отдельных параметров. Universum: технические науки, (11-5 (80)), 51-56.
16. Кучкаров, А. А., & Муминов, Ш. А. У. (2020). Моделирование и создание плоского френелевского линейного зеркального солнечного концентратора. Universum: технические науки, (3-2 (72)), 80-85.
17. Ismail M.I. et al. Pathways and challenges of solar thermal utilisation in the industry: ASEAN and Malaysia scenarios // Discover Energy. 2022.
18. Solar Heat Worldwide 2021 // IEA SHC. 2021. Электрон ресурс.
19. Tasmin N., Farjana S.H., Hossain M.R., Golder S., Mahmud M.A.P. Integration of Solar Process Heat in Industries: A Review // Clean Technologies. 2022. Vol. 4, no. 1. Art. 8.

ISSN 3030-3907

TARBIYALANUVCHILARDA KREATIVLIK SIFATLARINI SHAKLLAN-TIRISHNING NAZARIY ASOSIY MASALALARI

Abdurahmonova D.A
Iqtisodiyot va pedagogika uneversiteti
Y.B. Yarmanova
Qarshi davlat universiteti
J.T.Yuldoshev
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqola o‘quvchilarda ijodkorlikni shakllantirish bilan bog‘liq nazariy-fundamental masalalarni o‘rganadi, zamonaviy ta'lim tizimlarida kognitiv, pedagogik va ijtimoiy-ekologik determinantlarning integratsiyasiga urg‘u beradi. Tadqiqot fanlararo metodologiyalarga asoslangan bo‘lib, ta'lim psixologiyasi, neyrokognitiv fan va statistik modellashtirishdan olingan tushunchalarni birlashtirib, ijodkorlikni dinamik va o‘lchanadigan konstruksiya sifatida tushunish uchun keng qamrovli asos yaratadi. Xalqaro ta'lim baholashlari va ekspertlar tomonidan ko‘rib chiqilgan tadqiqotlarning meta-analitik ma'lumotlariga asoslanib, ijodkorlik ravonlik, o‘ziga xoslik, kognitiv moslashuvchanlik va muammolarni hal qilishda moslashuvchanlik kabi ko‘rsatkichlar orqali amalga oshiriladi.

Kalit so‘zlar: Kreativlik, O‘ziga bo‘lgan ishonch, Konstruktivizm, shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim, fikrlash, tasavvur va xotira imkoniyatlari, tasavvur, o‘yin va eksperiment orqali rivojlantirish

Abstract. This article examines the theoretical and fundamental issues related to the formation of creativity in students, emphasizing the integration of cognitive, pedagogical and socio-ecological determinants in modern educational systems. The research is based on interdisciplinary methodologies, combining concepts from educational psychology, neurocognitive science and statistical modeling, providing a comprehensive framework for understanding creativity as a dynamic and measurable construct. Based on meta-analytic data from international educational assessments and peer-reviewed studies, creativity is measured through indicators such as fluency, originality, cognitive flexibility and flexibility in problem solving.

Keywords: Creativity, Self-confidence, Constructivism, person-centered education, thinking, imagination and memory capabilities, development through imagination, play and experimentation

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические и фундаментальные вопросы, связанные с формированием креативности у учащихся, с акцентом на интеграцию когнитивных, педагогических и социально-экологических факторов в современных системах образования.

ISSN 3030-3907

Исследование основано на междисциплинарных методологиях, сочетающих концепции педагогической психологии, нейрокогнитивной науки и статистического моделирования, что обеспечивает всестороннюю основу для понимания креативности как динамического и измеримого конструкта. На основе метааналитических данных международных образовательных оценок и рецензируемых исследований креативность измеряется с помощью таких показателей, как беглость, оригинальность, когнитивная гибкость и гибкость в решении проблем.

Ключевые слова: Креативность, Самоуверенность, Конструктивизм, Личностно-ориентированное образование, мышление, воображение и память, развитие через воображение, игра и экспериментирование.

KIRISH.

Hozirgi zamon ta’lim-tarbiya jarayonida tarbiyalanuvchilarda kreativlikni shakllantirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Kreativlik — bu shaxsning yangicha fikrlashi, muammolarga noodatiy yondashishi, mustaqil va erkin g‘oyalar ilgari sura olish qobiliyatidir. Kreativ fikrlovchi tarbiyalanuvchi har qanday vaziyatda o‘z imkoniyatlarini namoyon qila oladi va jamiyatda faol o‘rin egallaydi.Tarbiyalanuvchilarda kreativlikni rivojlantirish ularning tafakkurini kengaytiradi, mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmalarini shakllantiradi hamda o‘ziga bo‘lgan ishonchini oshiradi. Kreativ bola o‘z fikrini erkin ifodalay oladi, yangilik yaratishga intiladi va atrof-muhitdagi muammolarga ijodiy yechim topishga harakat qiladi. Bu esa ularning kelajakdagi ta’lim va kasbiy faoliyatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi globallashuv sharoitida kreativ fikrlaydigan, yangicha yondashuvga ega, raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash O‘zbekiston ta’lim siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Shu bois respublikamizda kreativlikni rivojlantirishga qaratilgan keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. espublikamizda qabul qilingan ta’limga oid konsepsiyalar va dasturlarda o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, muammolarga yangicha yondashuvi va ijodiy qobiliyatlarini shakllantirish ustuvor vazifa sifatida belgilangan. Umumta’lim maktablarida muammoli ta’lim, loyiha asosida o‘qitish, interfaol metodlar va STEAM texnologiyalarini joriy etish orqali o‘quvchilarning kreativ salohiyati rivojlantirilmoqda. Bu jarayon o‘quvchilarning faolligini oshirib, ularni erkin fikrlashga va o‘z g‘oyalarini mustaqil ifodalashga undaydi. [1]

Hozirgi davrda O‘zbekiston Respublikasida kreativlikni rivojlantirish davlat siyosatining muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mamlakatimizda ta’lim tizimini tubdan isloh qilish jarayonida yoshlarning kreativ va tanqidiy fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Chunki kreativ

ISSN 3030-3907

fikrlaydigan shaxslar jamiyat taraqqiyoti, innovatsion rivojlanish va raqobatbardosh kadrlar tayyorlashning asosiy omili hisoblanadi.

Oliy ta’lim muassasalarida esa talabalarning ilmiy-ijodiy faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, innovatsion loyihalar, startaplar va ilmiy tanlovlar orqali kreativlikni rivojlantirishga katta ahamiyat berilmoqda. Talabalar nazariy bilimlarni amaliy faoliyat bilan uyg‘unlashtirish orqali yangi g‘oyalar yaratishga o‘rgatilmoqda. Bu esa ularning kasbiy kompetensiyasi va ijodiy tafakkurini mustahkamlaydi.Shuningdek, pedagog kadrlarning kreativligini rivojlantirish masalasiga ham alohida e’tibor qaratilmoqda. O‘qituvchilar malakasini oshirish jarayonida innovatsion va kreativ pedagogik yondashuvlar, zamonaviy ta’lim texnologiyalaridan foydalanish ko‘nikmalari shakllantirilmoqda. Chunki kreativ o‘qituvchi kreativ fikrlovchi o‘quvchini tarbiyalaydi.

Pedagogik va psixologik tadqiqotlarda ijodiy faoliyatning rivojlanishi inson tafakkurining muhim tarkibiy qismi sifatida qaraladi. Masalan, amerikalik psixolog Joy Paul Guilford tafakkurning divergent turi ijodkorlikning asosini tashkil etishini ta’kidlagan. Divergent fikrlash bir muammoga turli xil yechim variantlarini taklif qilish qobiliyatini anglatadi. Shuningdek, Ellis Paul Torrance kreativ fikrlashni rivojlantirishda ijodiy topshiriqlarning ahamiyatini ilmiy jihatdan asoslab bergan.[2]

O‘zbekiston Respublikasida kreativlikni rivojlantirishga qaratilgan islohotlar ta’lim sifati va samaradorligini oshirishga xizmat qilmoqda. Ushbu jarayon natijasida mustaqil fikrlaydigan, yangilikka intiluvchi va raqobatbardosh yosh avlod shakllanmoqda. Kreativlikni rivojlantirishda tarbiyachining roli beqiyosdir. Tarbiyachi tarbiyalanuvchilar uchun qulay va erkin muhit yaratishi, ularni savol berishga, fikr yuritishga va o‘z g‘oyalarini ochiq aytishga undashi lozim. Shuningdek, xatolardan qo‘rqmaslikka o‘rgatish va har bir ijodiy urinishni rag‘batlantirish kreativlikning rivojlanishiga xizmat qiladi.Mashg‘ulot jarayonida turli ijodiy o‘yinlar, muammoli vaziyatlar, rasm chizish, hikoya tuzish, rolli o‘yinlar va guruhli ishlardan foydalanish tarbiyalanuvchilarning tasavvurini boyitadi. Bunday faoliyatlar orqali bolalarda yangicha fikrlash, kuzatuvchanlik va ijodkorlik qobiliyatlari shakllanadi.

Kreativlik — bu shaxsning noodatiy fikrlashi, yangi g‘oyalar yaratishi, muammolarga yangicha yechim topa olishi qobiliyatidir. Tarbiyalanuvchilarda kreativlik — ularning mustaqil fikrlashi, tasavvuri va ijodiy yondashuvini rivojlantirishni anglatadi.

Tarbiyalanuvchilarda kreativlikning ahamiyati va turlari

1. Mustaqil fikrlashni rivojlantiradi
2. Muammolarni hal qilish ko‘nikmasini kuchaytiradi

ISSN 3030-3907

3. O‘ziga bo‘lgan ishonchni oshiradi
4. Ijtimoiy faollikni rivojlantiradi
5. Kelajak kasbiy faoliyatiga tayyorlaydi

Zamonaviy ta’lim-tarbiya jarayonida tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini shakllantirish dolzarb pedagogik muammolardan biri hisoblanadi. Jamiyatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi, fan va texnologiyalarning jadal taraqqiyoti ta’lim tizimidan mustaqil fikrlovchi, yangilikka intiluvchi va muammolarni ijodiy hal qila oladigan shaxslarni tayyorlashni talab etmoqda. Shu bois kreativlik tushunchasi pedagogika va psixologiya fanlarida muhim nazariy kategoriya sifatida o‘rganilmoqda.[4]

Nazariy jihatdan kreativlik shaxsning intellektual, emotsional va ijtimoiy sifatlari majmuasi bo‘lib, u yangi g‘oyalar yaratish, mavjud bilimlarni yangicha talqin etish va nostandart vaziyatlarda samarali qarorlar qabul qilish qobiliyatini ifodalaydi. Psixologik tadqiqotlarda kreativlik tafakkurning moslashuvchanligi, original fikrlash, tasavvur kengligi hamda muammoli vaziyatlarga ijodiy yondashuv bilan izohlanadi. Pedagogik nuqtai nazardan esa kreativlik ta’lim jarayonida tarbiyalanuvchining faol ishtiroki va mustaqil fikrlashi orqali shakllanadigan sifat sifatida qaraladi.

Tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini shakllantirishning nazariy asoslari shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim, faoliyatga asoslangan yondashuv hamda konstruktiv ta’lim nazariyalariga tayanadi. Shaxsga yo‘naltirilgan yondashuv tarbiyalanuvchining individual qobiliyatlari, qiziqishlari va ehtiyojlarini hisobga olishni nazarda tutadi. Faoliyatga asoslangan yondashuv esa bilimlarni tayyor holda berishdan ko‘ra, ularni mustaqil izlanish va amaliy faoliyat jarayonida egallashni ta’minlaydi.

Kreativlik sifatlarini shakllantirishda muhim nazariy masalalardan biri — ta’lim muhitini tashkil etishdir. Erkin, psixologik jihatdan qulay muhit tarbiyalanuvchilarning o‘z fikrini ochiq bayon etishiga, tashabbus ko‘rsatishiga va ijodiy faoliyat bilan shug‘ullanishiga imkon yaratadi. Shuningdek, rag‘batlantirish, ijobiy motivatsiya va refleksiya jarayonlari kreativlikning rivojlanishida muhim ahamiyat kasb etadi.[3]

Nazariy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, kreativlik sifatlari mantiqiy fikrlash, tanqidiy yondashuv, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va ijodiy qaror qabul qilish ko‘nikmalari bilan uzviy bog‘liqdir. Ushbu sifatlarni shakllantirish uzluksiz va tizimli pedagogik jarayonni talab qiladi. Ta’lim mazmuni, metod va vositalarning uyg‘unligi kreativ shaxsni tarbiyalashning muhim sharti hisoblanadi.

ASOSIY QISM.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy ta’lim tizimida tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini shakllantirish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. Globalizatsiya va texnologik taraqqiyot sharoitida jamiyat mustaqil fikrlay oladigan, muammolarga yangicha yondasha oladigan va innovatsion g‘oyalar yaratishga qodir shaxslarni talab qilmoqda. Shu sababli kreativlik pedagogika va psixologiya fanlarida muhim ilmiy tushuncha sifatida qaralmoqda.Kreativlik shaxsning intellektual faolligi, tafakkur moslashuvchanligi, tasavvur boyligi va yangilik yaratishga bo‘lgan intilishi bilan tavsiflanadi. Psixologik nuqtai nazardan kreativlik divergent tafakkur, ya’ni bir muammoga bir nechta yechim topa olish qobiliyati bilan bog‘liq. Pedagogik jihatdan esa u ta’lim jarayonida tarbiyalanuvchining faol ishtiroki, mustaqil fikrlashi va ijodiy yondashuvi natijasida shakllanadi.Tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini shakllantirishning nazariy asoslari bir necha muhim yondashuvlarga tayanadi. Jumladan, **shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim** nazariyasi har bir tarbiyalanuvchining individual imkoniyatlari va qiziqishlarini hisobga olishni nazarda tutadi. **Faoliyatga asoslangan yondashuv** esa bilimlarni amaliy faoliyat jarayonida egallash orqali ijodiy tafakkurni rivojlantirishni ta’minlaydi. **Konstruktivizm** nazariyasiga ko‘ra, bilim tayyor holatda berilmaydi, balki tarbiyalanuvchi tomonidan mustaqil ravishda yaratiladi.[5]

Ta’lim mazmuni, metod va vositalarning uyg‘unligi kreativ shaxsni tarbiyalashning muhim sharti hisoblanadi.

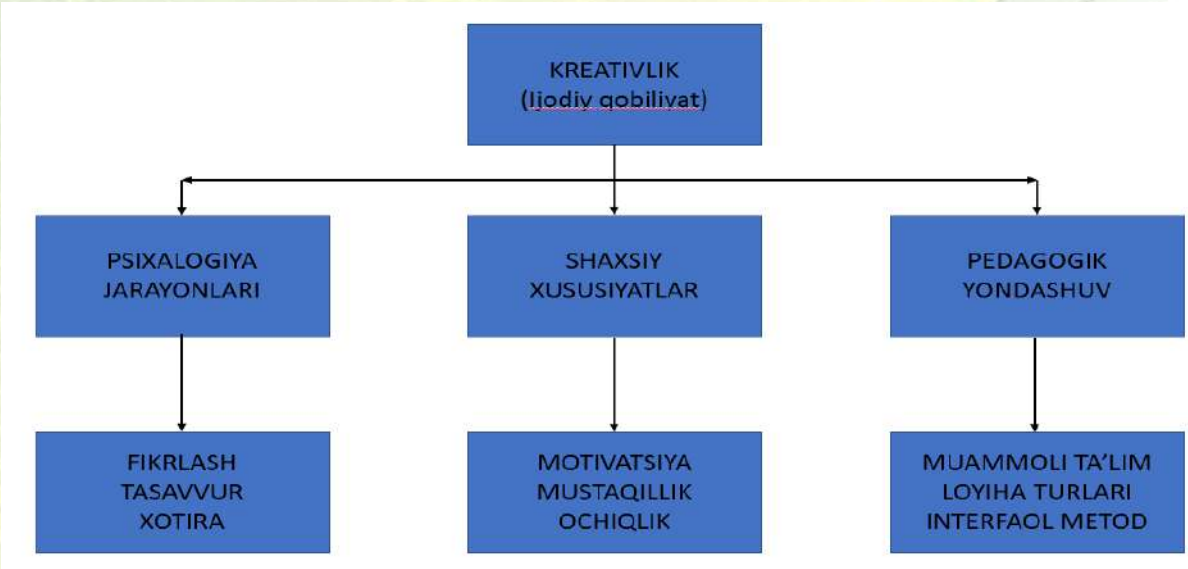
Kreativlik tushunchasi, mazmuni va psixologik-pedagogik talqini (maktab va maktabgacha ta’lim uchun)

Pedagogik yondashuvda kreativlik — bu o‘quvchilarning ijodiy fikrlash va innovatsion qobiliyatlarini rivojlantirish jarayoni sifatida qaraladi. Zamonaviy ta’limda kreativitetsiz shaxsni tayyorlash imkoni yo‘q. Shu sababli pedagogik jarayon quyidagi tamoyillar asosida tashkil etiladi: Kreativlik bugungi kunda shaxs va jamiyat taraqqiyotining eng muhim omillaridan biri hisoblanadi. Maktabgacha va maktab yoshidagi bolalar uchun kreativlik — bu yangi, original va foydali g‘oyalar yaratish, muammolarga noodatiy yechim topish va o‘z fikrini erkin ifodalash qobiliyatidir. Kreativlik nafaqat rasm chizish, qo‘g‘irchoq bilan o‘ynash yoki hikoya yaratish bilan cheklanmaydi, balki kundalik hayotiy vaziyatlarda yangi o‘yin yoki ish usullarini topish, fan va san’at elementlarini birlashtirish orqali ham namoyon bo‘ladi.[6]

Maktabgacha yoshdagi bolalarda kreativlik ko‘proq **tasavvur, o‘yin va eksperiment orqali** rivojlantiriladi. Shu yoshda bolalar rang, shakl, tovush va harakatlar bilan tajribalar qilishadi, qisqa hikoyalar yaratishadi va muammoli vaziyatlarda turli yechimlarni sinab ko‘rishadi. Shu jarayonlarda ular o‘z qiziqishini rivojlantiradi, xatolardan qo‘rqmay, yangi narsalarni sinab ko‘rishga

ISSN 3030-3907

intiladi.Maktab yoshidagi bolalarda kreativlik yanada kengayadi. Ular muammoli topshiriqlar, loyiha ishlari va interfaol metodlar orqali mustaqil fikrlashni o‘rganadi, fan va san’atni birlashtirib yangi yechimlar yaratadi, guruh ishlari orqali hamkorlikda ijodiy qarorlar qabul qiladi. Shu tarzda bolalar nafaqat bilim olishadi, balki o‘z fikrini boshqalar bilan baham ko‘rish va yangi g‘oyalarni ishlab chiqish qobiliyatini shakllantiradi.[7]



Psixologik nuqtai nazardan, kreativlik shaxsning **fikrlash, tasavvur va xotira imkoniyatlari** bilan bog‘liq. Shuningdek, kreativlik shaxsiy xususiyatlar va motivatsiyaga ham tayanadi. Bolalarning ichki qiziqishi, yangi narsalarni sinab ko‘rish istagi, ochiqlik, tavakkalchilik va mustaqillik kabi xususiyatlar ijodiy faoliyatni rivojlantiradi. Emotsional jihatdan esa quvnoqlik, qiziqish va ijodiy ishtiyoq bolalarning kreativligini kuchaytiradi. Pedagogik nuqtai nazardan, kreativlikni rivojlantirish ta’lim jarayonining muhim vazifasidir. Maktabgacha yoshdagi bolalarda bu jarayon o‘yin va tasviriy faoliyat orqali amalga oshiriladi. Bolalar ranglar, shakllar va ovozlar bilan eksperiment qilishadi, muammoli vaziyatlarda turli yechimlarni sinab ko‘rishadi, guruh o‘yinlari orqali ijtimoiy kreativlikni rivojlantiradi. Maktab yoshidagi bolalarda esa kreativlik muammoli topshiriqlar, loyiha ishlari va interfaol metodlar orqali shakllanadi. O‘quvchilar mustaqil va guruhda ishlashni o‘rganadi, fan va san’atni birlashtirib yangi yechimlar yaratadi, zamonaviy texnologiyalar va raqamli platformalardan foydalanadi. Shu tarzda bolalar innovatsion fikrlashga ega bo‘ladi va turli vaziyatlarda yangi qarorlar qabul qilish qobiliyatini rivojlantiradi.

Davlatimiz rahbari tashabbusi bilan maktabgacha ta’lim tizimini rivojlantirish, qamrovni kengaytirish, ta’lim sifatini oshirish va zamonaviy pedagogik yondashuvlarni joriy etish borasida muhim qaror va dasturlar qabul qilindi. Ushbu islohotlar natijasida maktabgacha ta’lim muassasalarida ta’lim

ISSN 3030-3907

mazmuni yangilanib, bolaning shaxsiy qiziqishi, qobiliyati va kreativ salohiyatini rivojlantirishga yo‘naltirilgan ta’lim muhiti shakllantirilmoqda. Endilikda bolalar faqat tayyor bilimlarni egallovchi emas, balki o‘z fikrini erkin ifodalovchi, mustaqil va ijodiy faol shaxs sifatida tarbiyalanmoqda.[8]

Zamonaviy maktabgacha ta’lim muassasalarida joriy etilayotgan innovatsion yondashuvlar, jumladan, kompetensiyaviy ta’lim, shaxsga yo‘naltirilgan pedagogika va ijodiy faoliyatga asoslangan mashg‘ulotlar bolalarning kreativ fikrlashini rivojlantirishga xizmat qilmoqda. Ushbu jarayonda tarbiyalanuvchilar rang, shakl, tovush va harakatlar orqali tajriba orttiradi, o‘yin va ijodiy topshiriqlar yordamida yangi g‘oyalar yaratishga o‘rganadi. Bu esa ularning mustaqil fikrlashi, tashabbuskorligi va ijodiy faolligini oshiradi. Yurtimizda olib borilayotgan islohotlar shuningdek, pedagog kadrlar tayyorlash va ularning malakasini oshirish tizimida ham o‘z aksini topmoqda. Maktabgacha ta’lim pedagoglarining kasbiy kompetensiyasini rivojlantirish, ularni kreativ pedagogika, innovatsion metodlar va zamonaviy ta’lim texnologiyalari bilan qurollantirishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Chunki kreativ muhit va ijodiy faoliyatni tashkil etuvchi pedagog bolalarda kreativlik sifatlarini shakllantirishda hal qiluvchi omil hisoblanadi. Islohotlar talqinida maktabgacha ta’lim muassasalarida ta’lim-tarbiya jarayonining mazmuni boyitilib, bolalarning ijodiy faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi muhit yaratilmoqda. Ota-onalar bilan hamkorlik, zamonaviy didaktik vositalar va rivojlantiruvchi o‘yinlarning keng joriy etilishi bolalarning har tomonlama rivojlanishiga xizmat qilmoqda. Bunday yondashuv bolalarda o‘ziga bo‘lgan ishonch, ijtimoiy faollik va ijodiy tashabbuskorlikni shakllantiradi.

Tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini rivojlantirishning pedagogik zarurati hamda ijodiy topshiriqlarning o‘rni va ahamiyati. Hozirgi kunda zamonaviy ta’lim paradigmasi shaxsga yo‘naltirilgan, kompetensiyaviy va innovatsion yondashuvlarga asoslanmoqda. Jamiyat taraqqiyotining hozirgi bosqichida ta’lim tizimidan nafaqat bilimlarni yetkazish, balki ijodiy tafakkurga ega, mustaqil qaror qabul qila oladigan, muammoli vaziyatlarda samarali yechimlar topa biladigan shaxsni shakllantirish talab etilmoqda. Shu nuqtai nazardan, tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini rivojlantirish pedagogik jarayonning ustuvor vazifalaridan biri sifatida qaraladi. Ilmiy manbalarda kreativlik shaxsning intellektual faolligi, moslashuvchan tafakkuri va yangicha g‘oyalar yaratish qobiliyati bilan izohlanadi. Pedagogik jihatdan esa kreativlik ta’lim jarayonida o‘zlashtirilayotgan bilim, ko‘nikma va malakalarning yangi sharoitlarda samarali qo‘llanilishi, muammolarni noodatiy yondashuv asosida hal etish imkoniyati sifatida talqin etiladi.[9]

ISSN 3030-3907

Tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini rivojlantirish mezonlari va ko‘rsatkichlari hozirgi globallashuv va innovatsion rivojlanish sharoitida ta’lim-tarbiya tizimi oldida turgan muhim vazifalardan biri – tarbiyalanuvchilarda kreativ fikrlash sifatlarini shakllantirish va rivojlantirishdir. Kreativlik shaxsning yangi g‘oyalarni ilgari surish, noodatiy yechimlar topish, muammolarga yangicha yondashish qobiliyatini ifodalaydi. Shu bois ta’lim jarayonida kreativlikni rivojlantirish nafaqat pedagogik ehtiyoj, balki jamiyat taraqqiyotining muhim omili hisoblanadi. Ilmiy adabiyotlarda kreativlik tushunchasi shaxsning intellektual, emotsional va irodaviy sifatlari uyg‘unligi sifatida talqin etiladi. Kreativ shaxs mustaqil fikrlay oladi, mavjud stereotiplardan chetga chiqib, yangi mahsulot, g‘oya yoki yechim yaratishga intiladi. Tarbiyalanuvchilarda kreativlikni rivojlantirish esa ularning individual qobiliyatlarini aniqlash, qo‘llab-quvvatlash va maqsadli ravishda rivojlantirishni talab etadi.

Zamonaviy ta’lim tizimida tarbiyalanuvchi shaxsini har tomonlama rivojlantirish, ayniqsa unda kreativlik sifatlarini shakllantirish muhim pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Chunki kreativlik shaxsning intellektual salohiyati, mustaqil fikrlashi, muammolarga yangicha yondashuvi hamda jamiyatda faol o‘rin egallashini ta’minlaydigan asosiy omillardan biridir. Bugungi kunda ta’lim jarayonida faqat tayyor bilimlarni egallash emas, balki ularni qayta ishlash, yangilik yaratish va amaliyotga tatbiq etish qobiliyatini rivojlantirish ustuvor ahamiyat kasb etmoqda. Tarbiyalanuvchilarda kreativlik sifatlarini rivojlantirish murakkab va ko‘p bosqichli jarayon bo‘lib, u ma’lum mezonlar va ko‘rsatkichlar asosida amalga oshiriladi. Mazkur mezonlar tarbiyalanuvchining bilim darajasi, fikrlash xususiyatlari, motivatsiyasi, ijodiy faoliyatga munosabati hamda o‘z faoliyatini baholay olish qobiliyatini qamrab oladi. Shuningdek, kreativlikni rivojlantirishda shaxsning individual xususiyatlari, qiziqishlari va ichki ehtiyojlarini inobatga olish muhim ahamiyatga ega.[10]

Kognitiv mezon tarbiyalanuvchilarning bilimlarni o‘zlashtirish va ularni ijodiy qo‘llay olish darajasini ifodalaydi. Bu mezon doirasida tarbiyalanuvchining mantiqiy fikrlashi, tahlil va sintez qilish qobiliyati, muammoli vaziyatlarni anglash hamda ularni hal etishdagi yondashuvi baholanadi. Kreativ fikrlashga ega bo‘lgan tarbiyalanuvchi tayyor bilimlarni takrorlash bilan cheklanib qolmaydi, balki ularni yangi vaziyatlarga moslashtira oladi, alternativ fikrlar ilgari suradi va yangicha yechimlar topishga intiladi. Bunday yondashuv shaxsning intellektual mustaqilligini shakllantiradi. Motivatsion mezon tarbiyalanuvchining ijodiy faoliyatga bo‘lgan ichki ehtiyoji va qiziqishi bilan belgilanadi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kreativlikning barqaror rivojlanishi ko‘p jihatdan ichki motivatsiyaga bog‘liq. Agar tarbiyalanuvchi ijodiy faoliyatdan qoniqish olsa, u

ISSN 3030-3907

mustaqil izlanishga, yangi g‘oyalarni sinab ko‘rishga va o‘z ustida ishlashga intiladi. Shu bois ta’lim jarayonida rag‘batlantiruvchi muhit yaratish, tarbiyalanuvchining tashabbuslarini qo‘llab-quvvatlash va ijodiy erkinlikni ta’minlash muhim hisoblanadi.[11]

Faoliyatga yo‘naltirilgan mezon tarbiyalanuvchilarning amaliy ijodiy faoliyatdagi ishtirokini aks ettiradi. Bu mezon orqali ularning topshiriqlarni bajarishdagi mustaqilligi, tashabbuskorligi, mas’uliyati va ijodiy yondashuvi aniqlanadi. Loyiha asosida ta’lim, muammoli vaziyatlar, tadqiqot faoliyati va interfaol metodlar tarbiyalanuvchilarda kreativlikni rivojlantirishning samarali vositalaridan biri hisoblanadi. Ushbu faoliyat turlari shaxsda yangilik yaratish ko‘nikmasini shakllantiradi va ijodiy tajribani boyitadi. Refleksiv mezon tarbiyalanuvchining o‘z faoliyatini tahlil qilish va baholash qobiliyatini ifodalaydi. Refleksiya jarayonida tarbiyalanuvchi o‘z ijodiy faoliyatining natijalarini anglaydi, yo‘l qo‘yilgan xatolarni tahlil qiladi va kelgusida ularni bartaraf etish yo‘llarini izlaydi. Bu jarayon shaxsning o‘z-o‘zini rivojlantirishga bo‘lgan ehtiyojini kuchaytiradi va kreativlik sifatlarining yanada takomillashuviga xizmat qiladi. Kreativlik sifatlarini rivojlantirish ko‘rsatkichlari mazkur mezonlarning amaliy namoyon bo‘lish shakli sifatida qaraladi. Bunday ko‘rsatkichlarga original fikrlar ilgari surish, muammolarga bir nechta yechim taklif etish, tanqidiy va mustaqil fikrlash, ijodiy topshiriqlarga qiziqish bilan yondashish, bilimlarni yangi vaziyatlarda qo‘llay olish hamda o‘z fikrini asosli tarzda ifodalash kabilar kiradi. Ushbu ko‘rsatkichlar orqali tarbiyalanuvchilarning kreativ rivojlanish darajasi aniqlanadi va pedagogik faoliyat samaradorligi baholanadi.[12]

IJODIY TOPSHIRIQLAR ORQALI KREATIVLIKNI SHAKLLANTIRISH METODIKASI

Hozirgi kunda ta’lim tizimida shaxsning mustaqil fikrlashi, yangilik yaratishga intilishi va muammolarga noodatiy yondashuvi muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shu sababli ta’lim jarayonida o‘quvchilarning kreativ fikrlashini rivojlantirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Kreativlik – bu shaxsning yangi g‘oyalar yaratish, mavjud bilimlarni yangicha talqin qilish hamda muammolarni innovatsion usullar orqali hal qilish qobiliyatidir. Kreativlik tushunchasi psixologiya va pedagogika fanlarida keng o‘rganilgan. Masalan, amerikalik psixolog **Joy Paul Guilford** kreativlikni inson tafakkurining muhim tarkibiy qismi sifatida ko‘rib, uni divergent fikrlash bilan bog‘laydi. Divergent fikrlash bir muammoga bir nechta yechim variantlarini topish qobiliyatini anglatadi. Shuningdek, **Ellis Paul Torrance** kreativlikni aniqlash va rivojlantirishga oid tadqiqotlari bilan mashhur bo‘lib, u kreativlikni baholash uchun maxsus testlar tizimini ishlab chiqqan. jodiy topshiriqlar orqali kreativlikni shakllantirish ta’lim

ISSN 3030-3907

jarayonining samaradorligini oshiruvchi muhim pedagogik vosita hisoblanadi. Bunday topshiriqlar o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, muammolarga innovatsion yondashuvi va yangi g‘oyalar yaratish qobiliyatini rivojlantiradi. Shuningdek, ular shaxsning intellektual va ijodiy salohiyatini namoyon etishga imkon beradi.Shu sababli zamonaviy ta’lim tizimida ijodiy topshiriqlarni keng qo‘llash, kreativ fikrlashni rivojlantirish metodikasini takomillashtirish va amaliyotga joriy etish muhim ilmiy-pedagogik vazifa hisoblanadi.[13]

IJODIY TOPSHIRIQLARNING TURLARI VA ULARNING DIDAKTIK IMKONIYATLARI

Ta’lim jarayonida o‘quvchilarning mustaqil fikrlashini rivojlantirish, ularni yangicha g‘oyalar yaratishga undash va muammolarga innovatsion yondashuvni shakllantirish muhim pedagogik vazifalardan biri hisoblanadi. Bu jarayonda ijodiy topshiriqlar muhim didaktik vosita sifatida xizmat qiladi. Ijodiy topshiriqlar – bu o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, muammolarni yangicha usullar bilan hal qilishi hamda yangi g‘oyalar yaratishini talab qiladigan o‘quv faoliyati shaklidir. Bunday topshiriqlar o‘quvchilardan faqat tayyor bilimlarni takrorlashni emas, balki ularni tahlil qilish, umumlashtirish va yangi vaziyatlarda qo‘llashni talab qiladi.[14]

Ta’lim jarayonida kreativlikni rivojlantirishning asosiy sharti bu motivatsion muhit yaratish, o‘quv materiallarini ijodiy tarzda tashkiletish va o‘quvchining individual fikrlash uslubini qo‘llab-quvvatlashdir. Bunda o‘quv materiallari faqat bilim manbai emas, balki fikrlashni rag‘batlantiruvchi didaktik vosita sifatida xizmat qilishi lozim. Bujarayonda quyidagi munosabatlar yuzaga keladi.[15]

XULOSALAR.

Ushbu tadqiqot kognitiv, pedagogik va ijtimoiy-ekologik o‘lchovlarni o‘zida mujassam etgan holda o‘quvchilarda ijodkorlikni shakllantirishning nazariy va fundamental masalalarini tizimli ravishda o‘rganib chiqdi. Topilmalar ijodkorlik murakkab, ko‘p komponentli konstruksiya ekanligini tasdiqlaydi, uni faqat an’anaviy, standartlashtirilgan ta’lim paradigmalari doirasida samarali rivojlantirib bo‘lmaydi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, so‘nggi o‘n yil ichida talabalarga yo‘naltirilgan va so‘rovga asoslangan pedagogik yondashuvlarni joriy etishda o‘lchanadigan global o‘sish taxminan 30-35% ga oshganiga qaramay, talabalarning faqat 22-27% doimiy ravishda yuqori darajadagi ijodiy natijalarga erishmoqda. Ushbu nomuvofiqlik nazariy yutuqlarni o‘lchanadigan ta'lim natijalariga aylantirishda tizimli samarasizligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, ko‘p darajali modellashtirish natijalari institutsional va atrof-muhit omillari ijodkorlikni rivojlantirishdagi farqlarning qariyb 40 foizini tashkil etishini tasdiqlaydi, bu alohida ta'lim islohotlari emas, balki tizimli aralashuvlar muhimligini ta'kidlaydi.

ISSN 3030-3907

Nazariy nuqtai nazardan, tadqiqot kognitiv-rivojlanish nazariyalarini konstruktivistik va ijtimoiy-madaniy yondashuvlar bilan sintez qiluvchi integrativ modellarning qo‘llanilishini tasdiqlaydi. Ichki kognitiv jarayonlar (masalan, divergent fikrlash, metakognitsiya) va tashqi muhit sharoitlari (masalan, raqamli infratuzilma, pedagogik dizayn) o‘rtasidagi o‘zaro ta'sir ijodkorlikning rivojlanish traektoriyasini belgilovchi dinamik tizimni tashkil qiladi. Faktor-tahlil natijalari ravonlik, o‘ziga xoslik, moslashuvchanlik va ishlab chiqish bilan ko‘p o‘lchovli ijodkorlikni qo‘llab-quvvatlaydi, kuchli omillar yuklanishini ($l > 0,70$) ko‘rsatib, ularning nazariy mustahkamligini tasdiqlaydi.

Shu bilan birga, tadqiqot muhim cheklovlarni, jumladan, texnologik kirishdagi nomutanosiblikni, o‘qituvchilar tayyorgarligining o‘zgaruvchanligini va ta'lim tizimlarida ijodkorlikni baholash uchun standartlashtirilgan ko‘rsatkichlarning yo‘qligini aniqlaydi. Ushbu cheklovlarni bartaraf qilmasdan, prognoz qilingan daromadlar notekis taqsimlanishi mumkin, bu esa mavjud ta'lim tengsizliklarini kuchaytiradi.

Xulosa qilib aytganda, o‘quvchilarda ijodkorlikni shakllantirish nazariy tamoyillarni amaliy amalga oshirish bilan uyg‘unlashtirgan tizimli, ma’lumotlarga asoslangan yondashuvni talab qiladi. Empirik dalillar va bashoratli tahlillar bilan qo‘llab-quvvatlangan ilg‘or pedagogik strategiyalarning integratsiyasi kelajakdagi ta'lim ekotizimlarida ijodkorlikni rivojlantirishni optimallashtirish uchun juda muhimdir. Ushbu tadqiqot natijalari ta'lim nazariyasining rivojlanishiga hissa qo‘shadi va kelajak avlodda innovatsiyalarga yo‘naltirilgan vakolatlarni rivojlantirishga qaratilgan siyosatni shakllantirish va institutsional islohotlar uchun ilmiy asoslangan asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Torrance E.P. Creativity in Education. – New York: McGraw-Hill, 1974.
2. Guilford J.P. The Nature of Human Intelligence. – New York, 1967.
3. Sternberg R.J. Creativity and Intelligence. – Cambridge University Press, 2003.
4. Abduqodirov A.A. Ta’limda innovatsion texnologiyalar. – Toshkent, 2018.
5. Yo‘ldoshev J.G‘. Pedagogik texnologiyalar asoslari. – Toshkent, 2020.
6. O‘zbekiston Respublikasi “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni.
7. Amabile, T. M. (1996). Kontekstda ijodkorlik. Boulder, CO: Westview Press.
8. Guilford, J. P. (1967). Inson aqlining tabiati. Nyu-York: MakGrou-Xill.
9. Soyer, R. K. (2018). Ijodkorlikni tushuntirish: Inson innovatsiyasi haqidagi fan (2-nashr). Oksford universiteti matbuoti.
10. Vang, G. X. va Shen, Y. (2025). Uy muhiti va talabalarning ijodiy fikrlashi: keng ko‘lamli regressiya tahlili.

ISSN 3030-3907

11. Rajabov Azamat Sharifovich (2026). Kelajakdagi o‘qituvchilarda ijodkorlikni oshirishning psixologik mexanizmlari: kognitiv va hissiy o‘zgaruvchilarga asoslangan empirik tadqiqot. Fan va ta’lim sohasidagi yutuqlar.
12. Dildora Xolmo‘minova (2025). Bo‘lajak o‘qituvchilarda pedagogik ijodkorlikni rivojlantirish: Aralash metodli tahlil.Zamonaviy fan va tadqiqotlar.
13. Nargiz Hakimova (2024). O‘zbek maktablarida ijodkorlikni qanday rivojlantirish kerak: Innovatsion pedagogik strategiyalar va statistik kuzatishlar. Zamonaviy fan va tadqiqotlar.
14. Dilnuraxon Saidovna Rahmonova (2021). Pedagogik ijodkorlik o`quvchilarni rivojlantirish omili sifatida: Kompetensiyaga asoslangan yondashuv. Web of Scientist Journal.
15. Said Rustamovich Saidov (2025). Oliy ta’limda shaxsiy ijod kontseptsiyasi: nazariy va amaliy istiqbollar. Shoh kutubxonasi ilmiy jurnali.

ISSN 3030-3907

ACHETA DESERTA PALL. ASOSIDA XITIN OLISH VA OLINGAN XITIN MODDASINING POLIMORF SHAKLINI ANIQLASH

Karimov Sherali Xasanovich
Farg‘ona davlat universiteti, kimyo kafedrasi katta o‘qituvchisi (PhD)
E-pochta: sheralikarimov922@gmail.com
Xomidov Mirodil Erkinjon o‘g‘li
Farg‘ona davlat universiteti, kimyo kafedrasi stajior tadqiqotchisi
E-mail: ranunculus1991@gmail.com
Tadjialiyeva Dilshodaxon To‘lqinjon qizi
Farg‘ona davlat universiteti, kimyo kafedrasi magistranti
E-mail:dilshoda1304@gmail.com

Annotatsiya. Xitin — bu bo‘g‘imoyoqlilar va zamburug‘larda uchraydigan juda muhim biopolimer hisoblanadi. Hozirgi kunda xitin va uning hosilalarini aniqlash, ajratib olish hamda yangi manbalarini qo‘llash sohalari kengayib bormoqda. Mazkur tadqiqotda Acheta deserta Pall. asosida klassik usul bilan ajratib olish, olingan xitinning tuzilishi va morfologiyasi o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: Xitin, Acheta deserta Pall., deminerallash, deproteinlash, depigmentatsiyalash, IQ-spektr, XRD.

Аннотация. Хитин — это чрезвычайно важный биополимер, встречающийся у членистоногих и грибов. В настоящее время области, связанные с определением, выделением и использованием новых источников хитина и его производных, активно расширяются. В данном исследовании хитин был выделен из Acheta deserta Pall. классическим методом, а также изучены структура и морфология полученного хитина.

Ключевые слова: Хитин, Acheta deserta Pall., деминерализация, депротеинизация, депигментация, ИК-спектр, рентгенодифракционный анализ (XRD).

Abstract: Chitin is a highly important biopolymer found in arthropods and fungi. Currently, research areas related to the identification, extraction, and utilization of new sources of chitin and its derivatives are rapidly expanding. In this study, chitin was extracted from Acheta deserta Pall. using a classical method, and the structure and morphology of the obtained chitin were investigated.

Keywords: Chitin, Acheta deserta Pall., demineralization, deproteinization, depigmentation, IR spectrum, X-ray diffraction (XRD).

KIRISH.

Xitinning asosiy manbalari qisqichbaqasimonlar, krablar va krevetkalar, shuningdek, hasharotlar, suvo‘tlar hamda ayrim zamburug‘larning hujayra devoridir. Biosferadagi xitin zahiralari kamida 10 Gtonna (1×10^{13} kg) ni tashkil

ISSN 3030-3907

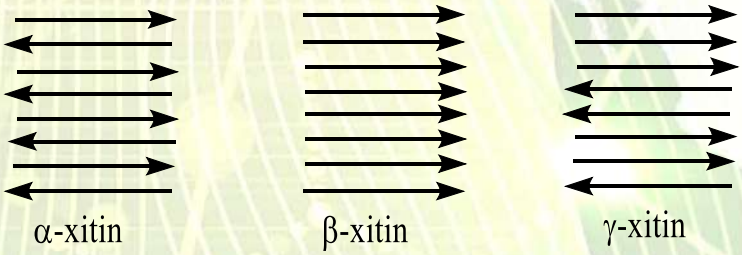
etadi. Xitin — β-(1→4) bog‘lar orqali ulangan N-atsetil-D-glyukozamin birliklaridan tashkil topgan gomopolimer bo‘lib, tabiatda tarqalishi jihatidan sellyulozadan keyin ikkinchi o‘rinda turadi [1].

ADABIYOTLAR TAXLILI.

Xitin tarkibida azot miqdori nisbatan yuqori (6,89%) bo‘lgani sababli muhim ahamiyatga ega. U biologik parchalanish xususiyati, biomoslashuvchanligi va toksik emasligi tufayli oziq-ovqat sanoati hamda biotibbiyotda plyonkalar, gidrogellar va yarim o‘tkazgich membranalar sifatida keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari, xitin to‘qima muhandisligida ham qo‘llaniladi, bunga sabab immunologik, antibakterial, yara bitishini tezlashtiruvchi va dori yetkazib berish kabi biologik faolliklarni namoyon etishidadir [1,2].

Tirik organizmlarda fibrillyar oqsillar, lipidlar, kalsiy karbonat va pigmentlar bilan birga uchraydi [3].

Tabiatda uchraydigan xitin moddasining uchta kristall shakli ma’lum: α-, β-, γ - xitinlar. α- xitin barqaror va qulay tarzda mavjud bo‘lgan, monomer molekulalari antiparallel ravishda ulangan shaklidir. Ushbu turdagi birikma kuchli molekulalararo vodorod bog‘lanishlarni shakllantirishga imkon beradi. β - xitin esa parallel ravishda bog‘langan, ushbu tuzilish esa zaif molekulalararo o‘zaro ta’sirlarga olib keladi. Shu sababdan β - xitinning barqarorligi α - xitinga qaraganda kamroq. γ - xitin tabiatda nisbatan oz uchraydi (ayrim hasharotlarning pillalari tarkibida) va parallel va antiparallel bog‘langan α va β xitinlarning gibrididir [4].



1-rasm. Xitinning polimorf konfiguratsiyalari

Xitinning turli xomashyolari (krab, krevetka, gammarus, krill, asalari va boshqa hasharotlar) tarkibidan ekstraksiya qilib olingan α-xitinning XRD diffraktogrammasida 9º va 19º da o‘tkir uchli cho‘qqilar, 12º, 23º va 26º da intensivligi kamroq bo‘lgan cho‘qqilar; β-xitin 9,1º va 20,3° da kengaygan hamda intensivligi pastroq cho‘qqilar; γ-xitin 9,6º va 19,8º da ikkita intensiv cho‘qqilar hosil qilishi, γ-xitin antiparallel va parallel tuzilishga ega bo‘lib, uning XRD diffraktogrammasi β-xitinga nisbatan α-xitinga yaqinroq.

Turli xomashyolardan ajratib olingan xitinning IQ spektrida uning molekulasidagi funksional guruhlar kimyoviy bog‘lanishlariga xos bo‘lgan tebranish chastotalarining qaysi sohalarda (3400-3300 sm^{-1} sohada keng diapazonda molekulalararo vodorod bog‘lanish hosil qilgan OH, 2975-2860 sm^{-1}

ISSN 3030-3907

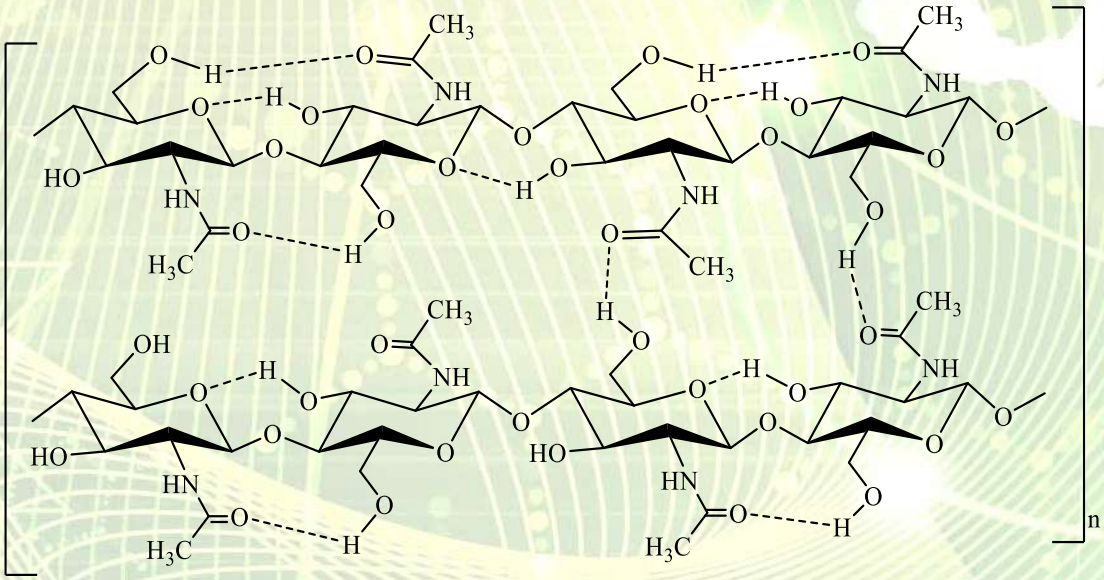
sohada Csp^3-H bog‘larning valent tebranishlari, 1700-1630 sm^{-1} sohada C=O guruhning valent tebranishlari, 1650-1550 sm^{-1} sohada NH ning deformatsion tebranishlari, 1075-1020 sm^{-1} sohada C-O-C glikozid bog‘larning valent tebranishlari, 870-900 sm^{-1} sohada piranoza xalqadagi C-H bog‘larning deformatsion tebranishlari) yuzaga kelishi ko‘rsatib o‘tilgan [4,5].

Xitinning turli xomashyolari (krab, krevetka, gammarus, krill, asalari va boshqa hasharotlar) tarkibidan ekstraksiya qilib olingan α-xitinning XRD diffraktogrammasida 9º va 19º da o‘tkir uchli cho‘qqilar, 12º, 23º va 26º da intensivligi kamroq bo‘lgan cho‘qqilar; β-xitin 9,1º va 20,3° da kengaygan hamda intensivligi pastroq cho‘qqilar; γ-xitin 9,6º va 19,8º da ikkita intensiv cho‘qqilar hosil qilishi, γ-xitin antiparallel va parallel tuzilishga ega bo‘lib, uning XRD diffraktogrammasi β-xitinga nisbatan α-xitinga yaqinroqdir [6].

Ushbu tadqiqotda mamlakatimizda keng tarqalgan hasharotlardan biri — chigirtka (*Acheta deserta Pall.*) dan xitin ajratib olish va olingan moddani fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida o‘rganish maqsad qilib qo‘yildi.

Xitin biopolimeri kimyoviy tuzilishi jihatidan sellyulozaga o‘xshaydi, farqli tomoni u – aminopolisaxariddir. Unda gidroksil guruhlari o‘rniga C–2 holatida asetamid guruhlari mavjud (bu esa uning noyob polisaxarid tuzilishiga qo‘shimcha) [1,2,5].

Xitin gidrofob tabiatga ega. Bu esa undan amaliyotda foydalanish imkoniyatlarini kamaytiradi. Molekulasidagi -OH hamda -$NHCOOCH_3$ guruhlari orasida vujudga keladigan vodorod bog‘lanishlar natijasida yuqori darajada tartiblangan kristall tuzilishni keltirib chiqaradi.



2-rasm. Xitinning kristall strukturasi

C_3-OH gidroksil bilan C_5-O orasida yuzaga kelgan molekulalararo vodorod bog‘lanish β (1→4) - glikozid bog‘lar bo‘ylab joylashganligi xitin birliklarini kam

ISSN 3030-3907

energiyali kreslo konformatsiyasi bilan cheklaydi, natijada mustahkam va chiziqli polimer zanjiri hosil bo‘ladi [2,4].

Xitin olishning klassik usuli kislotalar va ishqorlardan foydalanishga asoslangan. Bunda quruq holdagi xomashyo dastlab ezib maydalanadi. Xitin moddasini o‘z ichiga olgan xomashyoni ishqor eritmasi bilan deproteinlash amalga oshiriladi. Deminerallash jarayoni esa xlorid kislota eritmasi yordamida xomashyo mineral tuzlardan to‘liq tozalanmaguncha davom etadi. Keyinchalik, hosil bo‘lgan na’muna vodorod peroksid bilan rangsizlantiriladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tajriba davomida namunani maydalash uchun IKA WERKE M20 ishlatilgan va *Acheta deserta Pall.* asosida ajratib olingan xitinning tuzilishi IQ-spektroskopiya yordamida o‘rganilgan (Perkin Elmer Spectrum IR, 4000–650 sm^{-1}) spektrometri yordamida aniqlangan.

Ajratib olingan xitin moddalari *XRD-Mini Flex-600 2021 (Rigaku, Yaponiya) Rentgen diffraktometri* yordamida rentgen strukturaviy tahlil qilindi. CuKα1 – α2 (Kα1 α2 nisbati 50%) radiatsiya (γ= 0.15406 nm, 40 kV, 30 mA, skanerlash diapazoni xitin uchun 0º - 70º gacha, skanerlash tezligi 2°/min va qadam uzunligi 0,05° da amalga oshirildi.

1. **Maydalash**

Avval quruq holdagi 20 g *Acheta deserta Pall.* namunasi IKA WERKE M20 da mayda kukun holiga keltirildi. Keyin deionlangan suv bilan yuvilib, qo‘shimchalardan tozalandi. Hosil bo‘lgan na’muna 50 °C haroratdagi pechda 6 soat davomida quritildi.

2. **Deminerallash**

Quritilgan na’muna 100 ml 1 M HCl bilan 60–65 °C da 2 soat davomida suv hammomida qizdirildi.

So‘ngra Byuhner varonkasi, Bunzen kolbasi, vaakumli so‘rg‘ich yordamida 1 μm filtr qog‘ozda filtrlandi.

Deminerallash jarayoni deionlangan distillangan suv bilan neytral muhitgacha yuvish orqali tugatildi va na’muna xona haroratida quritildi.

3. **Deproteinlash**

Avvalgi bosqichdan olingan quruq holatdagi na’muna 4 % li 100 gramm NaOH eritmasi bilan 80 °C da 1,5 soat qizdirildi.

Keyin filtrlandi va neytral muhitgacha suv bilan yuvildi.

4. **Depigmentatsiyalash**

Rang beruvchi qo‘shimchalardan tozalash maqsadida xomashyo etanol bilan 45 daqiqa davomida 40 °C haroratda ishlandi. So‘ngra filtrlandi va ochiq havoda quritildi.

ISSN 3030-3907

Massasi o‘zgarmay qolgunicha quritilgan xitin moddasining og‘irligi (1.6692 gramm) o‘lchandi va xomashyoga nisbatan uning foiz tarkibi (8,296 %) hisoblab chiqildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Acheta deserta Pall. tarkibida quruq massa hisobida 6-9 % xitin mavjudligi aniqlandi. Tadqiqotimiz an’anaviy klassik usulga asoslangan bo‘lib, quyidagi bosqichlardan iborat:



HCI eritmasi

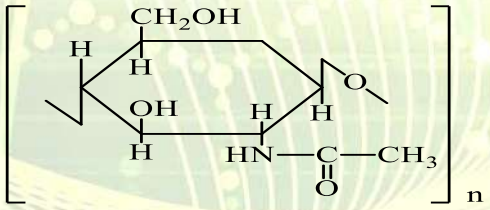
Demineralash

NaOH eritmasi

Deproteinlash

Etiatsetat

Depigmentatsiyalash



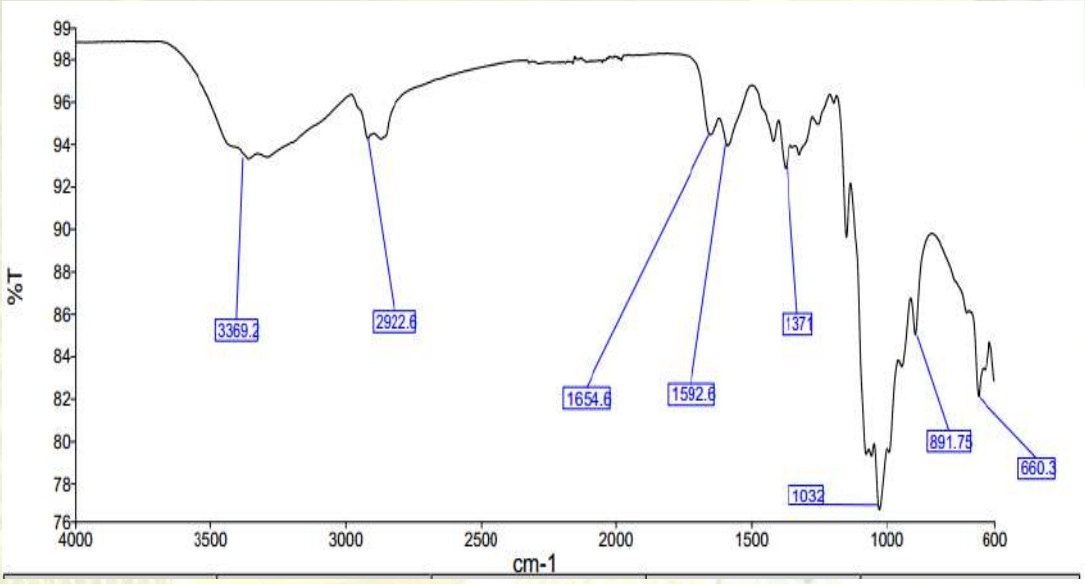
XITIN

Dastlab, ma’lum miqdordagi individlardan iborat na’muna deminerallash maqsadida HCl ning kuchsiz konsentratsiyadagi eritmasi bilan ishlandi. So‘ngra oqsil tabiatli moddalardan tozalash uchun NaOH eritmasi bilan, rang beruvchi

ISSN 3030-3907

moddalardan tozalash maqsadida etanol yordamida ishlandi. Bunda har bir bosqichdan so‘ng na’muna neytral muhitgacha yuvildi va quritildi.

Quyida tadqiqotlarimiz davomida *Acheta deserta Pall.* asosida olingan xitinning IQ-spektri keltirilgan:



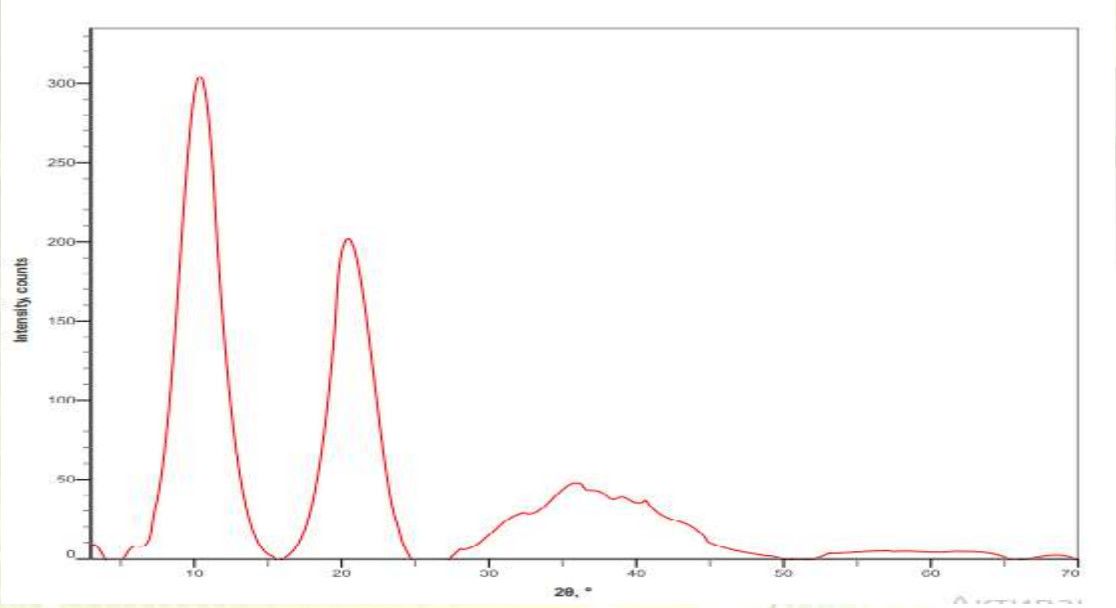
3-rasm. Acheta deserta Pall. asosida olingan xitinning IQ-spektri

Ajratib olingan xitin moddasining IQ spektrida uning molekulasida mavjud bo‘lgan, 3369 sm^{-1} sohada molekulalararo vodorod bog‘lanish hosil qilgan –OH, 2922 sm^{-1} sohada metilen guruhlarning assimetrik valent tebranishlaridan hosil bo‘lgan yutilish chiziqlarini, 1654 sm^{-1} sohada $NHCOCH_3$ tarkibidagi C=O guruhining valent tebranishi (amid I), 1592 sm^{-1} sohada $NHCOCH_3$ tarkibidagi N-H bog‘ining deformatsion tebranishlari (amid II), 1425 sm^{-1} sohada $–CH_2OH$ dagi $–CH_2–$ guruhining deformatsion tebranishi, 1371 sm^{-1} sohada $NHCOCH_3$ tarkibidagi $–CH_3$ guruhining simmetrik deformatsion tebranishi, 1032 sm^{-1} sohada C–O–C glikozid bog‘ning simmetrik va assimmetrik valent tebranishlari, 891 sm^{-1} sohada piranoza xalqadagi C–H bog‘larning valent tebranishlaridan hosil bo‘lgan yutilish chiziqlarini ko‘rish mumkin. Ushbu ma’lumotlar adabiyotlarda keltirilgan boshqa xomashyolardan olingan xitin moddasi IQ spektlari bilan o‘zaro taqqoslanganda juda o‘xshash ekanligi aniqlandi.

Spektrdagi amid (I) guruhga xos bo‘lgan 1654 sm^{-1} sohada bo‘linmagan yutilish chiziqlarining mavjudligi (3-rasm) *Acheta deserta Pall.*dan ajratib olingan xitin moddasi kristall holda, β-xitinga xos bo‘lgan polimorf shaklda ekanligini bilish mumkin.

Bundan tashqari *Acheta deserta Pall.*dan olingan xitin moddasi diffraktogrammasida (4-rasm) β-xitinga xos bo‘lgan 9,8º va 19,9º da ikkita intensiv cho‘qqilar hosil bo‘lganini ko‘rish mumkin.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Acheta deserta Pall. asosida olingan xitinning rentgen fazaviy diffraktogrammasi

Diffraktogrammada o‘tkir uchli cho‘qqilarning kuzatilganligini moddaning yuqoriroq darajada kristall strukturali va vodorod bog‘lanishlarga (kuchli molekulalararo va ichki molekulyar) ega ekanligini bildiradi.

XULOSA.

Tadqiqotimizda *Acheta deserta Pall.* dan xitin biopolimeri klassik usul yordamida ajratib olindi. Bunda yuvilgan va quritilgan xomashyo deminerallash, deproteinlash, depigmentatsiyalash bosqichlari orqali tozalandi. 20 gramm na’munadan 8,296 % unum bilan 1,6692 gramm xitin moddasi olindi.

Ajratib olingan xitin biopolimerining polimorf shakli uning IQ spektrini o‘rganish va uni adabiyot ma’lumotlariga taqqoslash orqali isbotlandi. Bunda spektrdagi amid (I) guruhga xos bo‘lgan 1654 sm^{-1} sohada bo‘linmagan yutilish chiziqlarining mavjudligi *Acheta deserta Pall.*dan ajratib olingan xitin moddasi kristall holda, **β-xitin**ga xos bo‘lgan polimorf shaklda ekanligi aniqlandi.

Shuningdek, *Acheta deserta Pall.*dan olingan xitin moddasi rentgen fazaviy diffraktogrammasida 9,8º va 19,9º da ikkita intensiv cho‘qqilar kuzatilganligi uning **β-xitin**ga xos bo‘lgan polimorf shaklda ekanligini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. В.П.Варламов, А.В.Ильина, Б.Ц.Шагдарова, А.П.Луньков, И.С. Мысякина. Хитин/хитозан и его производные: фундаментальные и прикладные аспекты. Успехи биологической химии, т. 60, 2020, 317-368 с.

2. И.И.Осовская, Дополнительные главы технологии полимерных материалов. Санкт-Петербург 2021.

3. Sh.Karimov, A.Xaitbayev. Xitozan ajratib olish usullarini optimallash. FarDU ilmiy xabarlar. 2022-yil 6-son. 472-475 bet.

ISSN 3030-3907

4. Новиков В.Ю. Химический гидролиз хитина и хитозана/ В.Ю. Новиков //Современные перспективы в исследовании хитина и хитозана: материалы седьмой международной конференции /ВНИРО.– Спб.–2003.– С.38-43.
5. Современные достижения и перспективы в исследовании хитина и хитозана/ В.М.Быкова, Л.И. Кривошеина, Е.А.Ежов и др.//Труды ВНИРО Т.143. Прикладная биохимия и технология гидробиотнов.–М.: ВНИРО.– 2004– С.33-41.
6. M.Kaya, T.Baran, I.Saman, M.Asan Ozusaglam, Y.Selim Cakmak and A. Ment. Physicochemical characterization of chitin and chitosan obtained from resting eggs of Ceriodaphnia Quadrangular (Branchiopoda: Cladocera: Daphniidae) // Journal of Crustacean Biology. 2014. Volume 34, Issue 2, – pp. 283-288.

ISSN 3030-3907

AMIN ABSORBSIYA ASOSIDA CO_2 NI USHLAB QOLISH JARAYONINI BOSHQARISH

Maxmadaminov Asliddin G‘anisher o‘g‘li
Toshkent kimyo-texnologiya instuti
Safarov Qilichbek Akmal o‘g‘li,
Toshkent kimyo-texnologiya instuti
E-mail: maxmadaminov.asliddin@mail.ru

Annotatsiya. Global iqlim o‘zgarishi insoniyat oldida turgan eng dolzarb ekologik va texnologik muammolardan biridir. Issiqxona gazlari, ayniqsa karbonat angidrid (CO_2), atmosferada to‘planib, global haroratning ko‘tarilishiga, ekstremal iqlim hodisalari va ekologik muvozanatning buzilishiga olib kelmoqda [1]. Kimyo va energetika tarmoqlari, xususan issiqlik elektrostansiyalari hamda sement zavodlari CO_2 emissiyasining asosiy manbalari hisoblanadi. Hozirgi kunda amin asosida absorbsiyalash jarayoni CO_2 emissiyasini kamaytirishda qo‘llaniladigan eng ilg‘or texnologiyalardan biri hisoblanadi [2]. Lekin ushbu texnologiyada energiya yo‘qotilishi nisbatan yuqoriligi sababli jarayonni optimal boshqarish orqali energiya iste’molini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Ushbu maqolada amin asosidagi CO_2 ni ushlash tizimi uchun taklif etilgan yangi boshqarish tizimi konfiguratsiyasi keltirilgan. Tizim oltita boshqaruv konturidan tashkil topgan bo‘lib, kaskad boshqarish strategiyasi asosida tashkil etilgan. Asosiy boshqarish konturi tizimdan ushlanadigan CO_2 darajasini rostlashga yo‘naltirilgan bo‘lsa, yordamchi boshqaruv konturi esa MEA (monoetanolamin) eritmasi va chiqayotgan CO_2 oqimi o‘rtasidagi molyar nisbatni belgilangan qiymat asosida rostlaydi.

Kalit so‘zlar. absorbsiya, desorbsiya, monoetanolamin, bufer rezervuari, amin eritmasi, kaskad boshqaruv,

Аннотация. Глобальное изменение климата является одной из самых острых экологических и технологических проблем, стоящих перед человечеством. Парниковые газы, особенно углекислый газ (CO_2), накапливаются в атмосфере, что приводит к повышению глобальной температуры, экстремальным погодным явлениям и нарушению экологического баланса [1]. Основными источниками выбросов CO_2 являются химическая и энергетическая отрасли, в частности тепловые электростанции и цементные заводы. В настоящее время процесс абсорбции на основе аминов является одной из самых передовых технологий, используемых для сокращения выбросов CO_2 [2]. Однако поскольку потери энергии в этой технологии относительно высоки, потребление энергии можно значительно сократить за счет оптимального управления процессом. В данной статье представлена предлагаемая новая конфигурация системы управления для системы

ISSN 3030-3907

улавливания CO_2 на основе амина. Система состоит из шести контуров управления и организована по каскадной стратегии управления. Основной контур управления предназначен для регулировки уровня CO_2, улавливаемого из системы, в то время как вспомогательный контур управления регулирует молярное соотношение между раствором МЭА (моноэтаноламина) и исходящим потоком CO_2 на основе заданного значения.
Ключевые слова. Абсорбция, десорбция, моноэтаноламин, буферная емкость, раствор амина, каскадное управление,
Abstract. Global climate change is one of the most pressing environmental and technological challenges facing humanity. Greenhouse gases, especially carbon dioxide (CO_2), accumulate in the atmosphere, leading to global warming, extreme weather events, and disruption of the ecological balance [1]. The chemical and energy sectors, in particular thermal power plants and cement plants, are the main sources of CO_2 emissions. Currently, the amine-based absorption process is one of the most advanced technologies used to reduce CO_2 emissions [2]. However, due to the relatively high energy losses in this technology, it is possible to significantly reduce energy consumption by optimizing the process control. This article presents a new control system configuration proposed for an amine-based CO_2 capture system. The system consists of six control loops and is organized based on a cascade control strategy. The main control loop is aimed at adjusting the level of CO_2 captured from the system, while the auxiliary control loop adjusts the molar ratio between the MEA (monoethanolamine) solution and the outgoing CO_2 stream based on a set value.
Keywords. Absorption, desorption, monoethanolamine, buffer reservoir, amine solution, cascade control,

1. KIRISH.

So‘nggi yillarda global iqlim o‘zgarishi, energiya xavfsizligi va barqaror rivojlanishga bo‘lgan ehtiyoj fonida, past uglerodli texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Yevropa Ittifoqi bu borada 2050 yilgacha mo‘ljallangan Yevropa Strategik Energetika Texnologiyalari Rejasi (SET-Plan) doirasida ilg‘or texnologik yechimlarni innovatsion rivojlantirish va keng ko‘lamda tatbiq etishni maqsad qilgan (EC, DG Energy, 2015). Rejaning asosiy maqsadi Yevropani iqlim neytral iqtisodiyotga aylantirish hamda barqaror energiya tizimini shakllantirishdir.

O‘zbekiston ham global iqlim muammolariga qarshi kurashish yo‘lida o‘z pozitsiyasini mustahkamlab bormoqda. Xususan, mamlakat 2021 yilda Parij kelishuvini ratifikatsiya qilgan va 2030 yilgacha issiqxona gazlari chiqindilarini 2020 yil darajasiga nisbatan 35 foizga kamaytirishni maqsad qilgan. Buning

ISSN 3030-3907

huquqiy asosi sifatida "Atmosfera havosini muhofaza qilish to‘g‘risida"gi Qonun yangidan qabul qilindi. Ushbu qonun atmosferaga chiqindilar miqdorini nazorat qilish, monitoring tizimlarini kuchaytirish va ifloslantiruvchi korxonalarga nisbatan javobgarlikni belgilashda muhim rol o‘ynaydi. Biroq, uglerod kvotalari yoki karbon soliqlari kabi iqtisodiy mexanizmlarning yo‘qligi, hali bu borada amalga oshiriladigan ishlarning ko‘pligini ko‘rsatadi.

Iqlim neytralligiga erishishda karbonat angidrid (CO_2) ni ushlab qolish va saqlash texnologiyalari (CCS) muhim texnologik yechimlardan biri hisoblanadi. Hozirgi vaqtda mavjud bo‘lgan CO_2 ni ushlab qolish texnologiyalari orasida gaz-suyuqlik yutish, kimyoviy sirkulyatsiya (kalsiy zanjiri), kriogen ajratish, membrana texnologiyalari va biologik fiksatsiya kabi usullar mavjud. Shu bilan birga, yonishdan keyingi CO_2 ni amin yordamida ushlash texnologiyasi sanoat miqyosida eng keng tadbiq etilayotgan va istiqbolli texnologiyalardan biri sifatida e’tirof etilmoqda.

Ammo, amaldagi texnologiyalarning energiya sarfi yuqori bo‘lishi va iqtisodiy jihatdan samarasizligi ularning keng ko‘lamda joriy etilishini cheklamoqda. Shu sababli, CO_2 ni ushlab qolish tizimlarining moslashuvchanligi va samaradorligi o‘rtasidagi optimallikni ta’minlash texnologik rivojlanishning asosiy yo‘nalishiga aylangan.

Eksperimet qism va natijalar. Samarali boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqish va joriy etish jarayoni, energiya va ekologik sifatini oshirishga, shuningdek, elektr stansiyalarining yuklamasidagi o‘zgarishlar va tizim buzilishlariga tezkor javob berishga imkon beradi. CO_2 ni ushlash jarayonining texnologik sxemasi va boshqarish tizimi, 1-rasmda taqdim etilgan bo‘lib, u ikki ustunli struktura va qo‘shimcha uskunalar bilan ishlaydi. Ustunlardan biri yutish jarayoni, ikkinchisi esa desorbsiya jarayonini boshqaradi, shu bilan birga bufer rezervuarlar va issiqlik almashinuvchilari qo‘shilgan.

Absorbsiya jarayoniga kiritiladigan tutun gazlari tarkibida 10-12% CO_2 miqdorda bor deb faraz qilinadi. Yutuvchi eritma sifatida 30% massaviy kontsentratsiyali MEA eritmasi qo‘llanilib, u yutish kolonnasidan tutun gaziga qarama-qarshi yo‘nalishda harakatlanadi. Tozalangan tutun gazi, past CO_2 konsentratsiyasiga ega holda atmosferaga chiqariladi. CO_2 bilan to‘yingan amin esa absorbsiya kolonnasidan chiqarilib, oqimli issiqlik almashinuvchiga yuboriladi va desorberga yuborilishidan oldin isitiladi.

Desorberda CO_2 ning desorbsiyasi amalga oshadi, bu yerda CO_2 gazining ajralib chiqishi jarayoni sodir bo‘ladi. Desorberning pastki qismida erituvchi reboylerda isitish jarayoni davom etadi, va uning bir qismi chiqarib tashlanadi, qolgan qismi esa oqimli issiqlik almashinuvchiga va keyinchalik bufer rezervuariga

ISSN 3030-3907

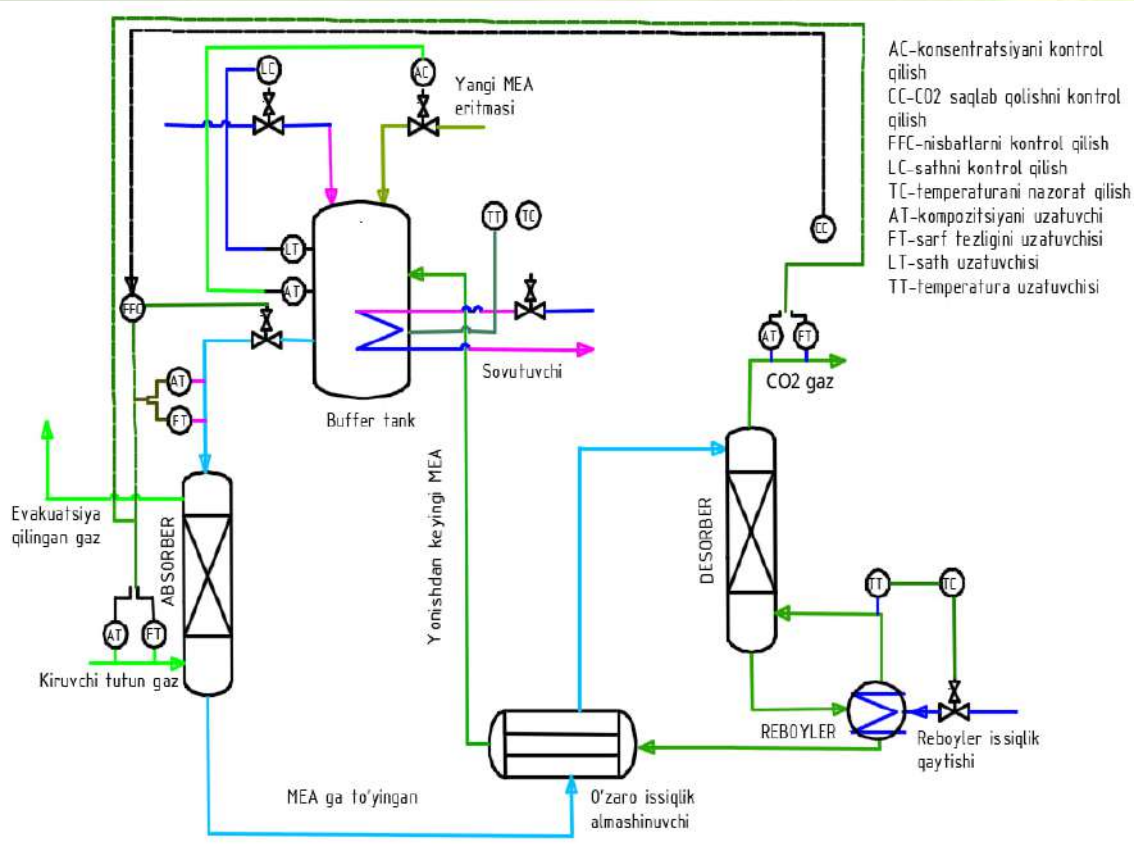
yo‘naltiriladi. MEA eritmasining qismi bufer rezervuarida sovutiladi va absorbsiya kolonnasiga qayta uzatiladi, shuning uchun yutish-desorbsiya tsikli yopiladi.

Barqaror ishlash sharoitlarida, CO_2 ni ushlash massasi 5 600 kg/soatni tashkil etadi, karbonat angidrid ushlash darajasi esa 85% bo‘lib, reboilerning energiya sarfi taxminan 2,1 MW ni tashkil etadi. Ushbu jarayon samaradorligini oshirish uchun yangi markazlashmagan boshqarish tizimi ishlab chiqilgan bo‘lib, u absorbsiya-desorbsiya tizimiga asoslanadi. Bu tizimda, kaskad boshqarish tuzilmasi orqali, karbonat angidridni ushlash darajasini nazorat qilish va MEA hamda CO_2 ni molyar nisbatini boshqarish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Kaskad boshqarish konfiguratsiyasi, MEA va CO_2 oqimlariga kirish molyar nisbatidagi buzilishlarga tezkor javob berib, ularning karbonat angidrid ushlash darajasiga ta’sirini kamaytirishga va tezda samarali to‘g‘rilashga imkon beradi. Bundan tashqari, reboyler harorati issiqlik sarfi orqali boshqariladi. Absorbsiya kolonnasiga kiruvchi kam miqdorda MEA eritmasining harorati, sathi va kontsentratsiyasi maxsus boshqaruv konturlari yordamida optimallashtiriladi, bu esa jarayonni yanada sifatli va barqaror qiladi.

Ushbu ilmiy-texnik maqola, karbonat angidrid ushlash tizimlarining samaradorligini oshirish va boshqaruv jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan muhim yondoshuvlarni taklif etadi. Kaskad boshqaruv tizimi va uning imkoniyatlari, energiya sarfini kamaytirish va atrof-muhitga zarar yetkazilishini minimallashtirishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Amin absorbsiya asosida CO_2 ni ushlab qolish jarayoni texnologik sxemasi.

Ushbu ishda karbonat angidrid ushlash jarayonining asosiy kaskad boshqaruv strategiyasining samaradorligi ilgari ishlab chiqilgan dinamik model asosida tahlil qilingan. Modelni ishlab chiqish va boshqaruv tizimi samaradorligini baholash jarayoni Matlab va Simulink dasturiy vositalari yordamida simulyatsiya orqali amalga oshirilgan.

Matematik modellashtirish

Matematik model qisman differensial tenglamalar asosida tuzilgan bo‘lib, ular umumiy massa, komponent va energiya balanslari tenglamalarini ifodalaydi. Ushbu tenglamalar suyuqlik va gaz fazalari uchun absorbsiya va desorbsiya ustunlari bo‘yicha hisoblanadi. Bundan tashqari, qo‘shimcha texnologik elementlar, jumladan issiqlik oqimini kamaytirish yo‘li bilan almashinish qurilmalari va bufer rezervuar (desorberdan absorbsiya kolonnasiga qayta uzatiladigan kam miqdorda eritmani saqlash) uchun oddiy differensial tenglamalar ishlatilgan. Massa va issiqlik uzatilish jarayonlarini baholash uchun sirt nazariyasi qo‘llangan. Kimyoviy reaksiya ta’siri massa uzatilish tezligiga ta’sir etishi va o‘tkazish tenglamalariga kuchaytirish orqali kiritilgan. Ishlab chiqilgan modelning muhim qismlaridan biri algebraik tenglamalar bo‘lib, ular massa uzatilish koeffitsienti, effektiv interfatsial yuzasi, issiqlik uzatilishi va suyuqlik ushlash tajribaviy bog‘lamalarini hamda gaz va suyuqlik fazalarining fizik va kimyoviy

ISSN 3030-3907

xossalarini ifodalaydi. Bular qatoriga diffuziya koeffitsientlari, amin eritmasidagi CO_2 eruvchanligi, zichlik, yopishqoqlik va o‘ziga xos issiqlik sig‘imi kabi parametrlar kiradi. Umuman olganda, kimyoviy elementlar konsentratsiya profillari, suyuqlik va gaz oqim profillari, suyuqlik va gaz fazalaridagi harorat profillari hamda absorbsiya-desorbsiya kolonnalari va qo‘shimcha texnologik uskunalarda issiqlik almashinuvi jarayonlari chuqur o‘rganilgan.

3. Boshqaruv metodologiyasi

Amin asosidagi karbonat angidridni ushlash uchun mo‘ljallangan absorbsiya-desorbsiya kallonallarni ishlashini rostlab turish zarur. Bu karbonat angidridni ushlab qolish samaradorligini va sifatni ta’minlab, energiya sarfini kamaytirish va turli tashqi ta’sirlarga qaramasdan, tizim barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Markazlashmagan boshqarishda har bir jarayon yoki qurilma uchun alohida PI yoki PID konturi ishlatiladi. Bu konturlar mustaqil bo‘lib, har biri o‘z parametrlarini boshqaradi va markaziy boshqaruvga bog‘liq emas. Tizim modulli bo‘lib, nosozliklarga chidamli va boshqaruv soddalashtiriladi.

Boshqarish tizimi loyihasida taklif etilgan ko‘p konturli markazlashmagan boshqarishning asosiy maqsadi — tashqi g‘alayonlarga barham berib, karbonat angidridni ushlash darajasini (CC) belgilangan qiymatda barqaror saqlashdan iborat. Karbonat angidridni ushlash darajasi (CC) desorberdan chiqayotgan CO_2 massaviy oqimining absorberga kiritilgan CO_2 massaviy oqimiga nisbati orqali aniqlanadi. Bu ko‘rsatkich tizimda CO_2 ni qanday darajada samarali ushlab qolish mumkinligini ifodalaydi. Tenglama quyidagicha yoziladi:

$$CC = \frac{CO_{2_-tashqi}}{CO_{2_-ichki}} \cdot 100[\%]$$

Karbonat angidridni ushlash darajasi (CC) butun karbonatlarni ushlash kollonasini ishlash samaradorligini baholovchi asosiy ko‘rsatkich sifatida ko‘rib chiqildi. Bu ko‘rsatkich asosan CO_2 emissiyasining o‘zgarishlari sharoitida tahlil qilinadi. Odatda, CC qiymati 85% atrofida bo‘ladi. G‘alayonlanishning asosiy sabablari biri, yonishdan keyingi bosqichidagi karbonat angidridni ushlash kollonasida eng ko‘p uchraydigan buzilishlardir.

CO_2 ni tutib qolish jarayoninig uzatish funksiyasi.

CO_2 gazlarni tutib qolish jarayonida gaz fazasidan suyuqlik fazasiga massa almashinuvi sodir bo‘ladi. Ushbu jarayonni matematik jihatidan tavsiflash uchun uzatish funksiyasi ishlatiladi. Uzatish funksiyasi tizimning kirish (gaz kontsentratsiyasi) va chiqish (tutib qolingan CO_2 kontsentratsiyasi) signallari orasidagi munosabatni ifodalaydi.

Matematik modelni tuzish uchun quyidagi asosiy parametrlar qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

- C_{in} – gaz oqimining kirish kontsentratsiyasi (mol/m^3),

•C_{out} – gaz oqimining chiqish kontsentratsiyasi (mol/m^3),

•α_e - massa almashinuvi koeffitsiyenti (1/s),

•A - interfasial maydon (m^2),

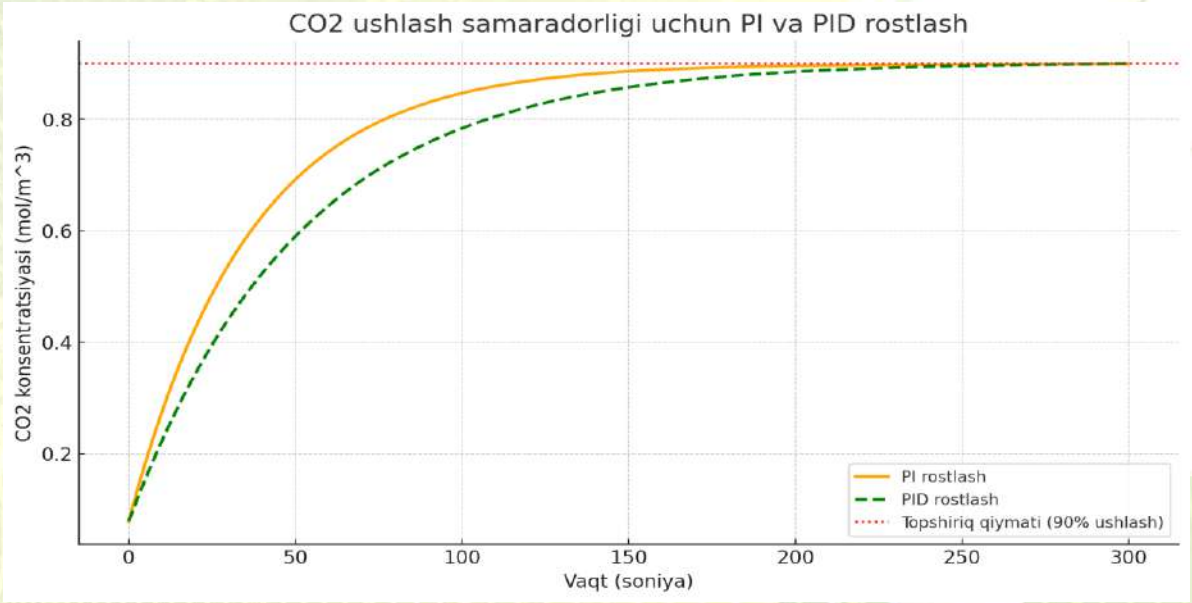
•P_r - gaz fazasining bosimi (Pa),

•V_r – gaz oqimining tezligi (m/s),

•Δ H – yutish jarayonidagi issiqlik o‘zgarishi (J/mol).

Uzatish funksiyasini quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:

$$G(s) = \frac{C_{out}}{C_{in}} = \frac{\alpha_e \cdot A \cdot \Delta H}{s \cdot P_r + v_r}$$



Bu yerda:

•G(s) – uzatish funksiyasi,

•S – Laplas operatori (kompleks chastotasi)

Uzatish funksiyasi tizimining dinamik xususiyatlarini tavsiflaydi va uning vaqt bo‘yicha javobini aniqlash uchun ishlatiladi. Bu funksiya tizimining tezkorligini, barqarorligini va rostlash sifatini baholashda asosiy ahamiyatiga ega.

Kaskad boshqaruv tizimi

Bunday buzilishlarning oldini olish uchun kaskad boshqarish kontseptsiyasi va boshqarish tizimi tuzilmasi tanlandi. Bu yondashuv g‘alayonlanishlarni erta bosqichda bartaraf qilishda samarali bo‘lishi mumkin. Asosiy boshqarish konturi – karbonatlarni ushlash darajasini (CC) belgilangan qiymatda ushlab turish vazifasini bajaradi. Pastki boshqarish konturi – kam miqdorda MEA va kirishdagi CO_2 ning molyar oqimlari nisbatini asosiy boshqarishni belgilagan nuqtaga mos ravishda boshqaradi.

Ishlash prinsipi:

ISSN 3030-3907

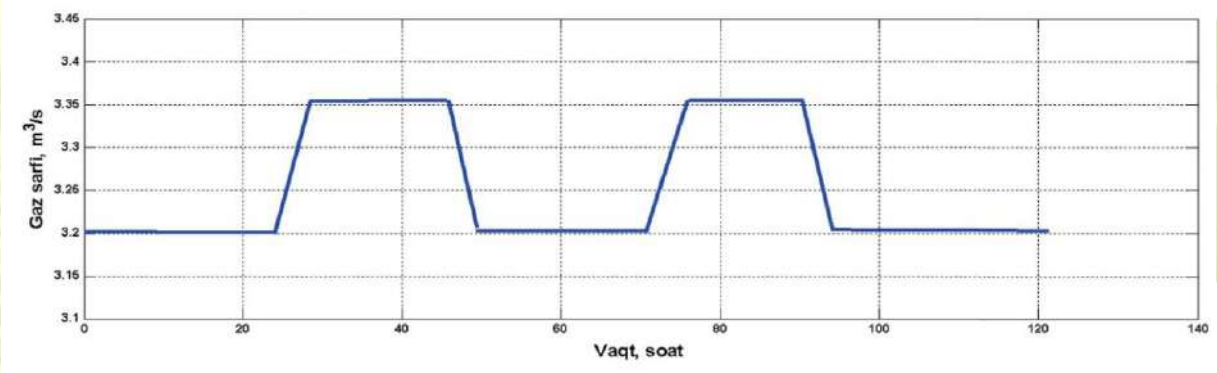
Ushbu boshqarish tuzilmasida absorberga kirishdagi CO_2 emissiyasining yoki kam miqdorda MEA oqimi va kontsentratsiyasidagi buzilishlarni past kontur erta aniqlaydi va boshqaradi. Bu esa asosiy konturga buzilishlarning ta’sirini kamaytirib, karbonat angidridni ushlash darajasini barqaror saqlashga yordam beradi.

Qo‘shimcha (bufer) bak: Yonishdan keyingi bosqichidagi karbonat angidridni ushlash kallonasini asosiy qismlari — absorber va desorber o‘rtasida bufer bak o‘rnatildi. Bu absorber va desorber o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni kamaytiradi.

4. NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Taqdim etilgan ko‘p konturli markazlashtirilmagan boshqarish tizimi uzilishlarga qarshi barqarorlik qobiliyatini sinovdan o‘tkazish uchun tekshirildi. Eng asosiy g‘alayonlanish sifatida karbonat angidridni ushlash inshootiga kiradigan tutun gazining oqim tezligi o‘zgarishi ko‘rib chiqiladi. Bu o‘zgarish yuqori bosqichdagi elektr stansiyasi ishidagi uzilishlar natijasida yuzaga keladi.

CO_2 kirish oqimi uchun davriy o‘zgarish senariysi ishlab chiqilgan bo‘lib, unda tez ko‘tarilish bosqichi, +5% ortib, doimiy qiymatga erishish va so‘ngra boshlang‘ich darajaga qaytadigan pasayish bosqichi mavjud. Ushbu davriy g‘alayonlanish shakli 2-rasmda keltirilgan.



XULOSA. MEA suvli eritmasi sorbent sifatida ishlatilgan post-yonish CO_2 ushlash jarayoni uchun tezlikka asoslangan model ishlab chiqildi. Absorbsiya va desorbsiya kolonkalari uchun pilot miqyosda tasdiqlangan model asosida, sanoat miqyosidagi CO_2 ushlash jarayonini simulyatsiya qilish uchun kattalashtirish amalga oshirildi. Modelda ikkita qo‘shimcha texnologik birlik amalga oshirildi. Regeneratsiya qilingan erituvchini saqlash uchun bufer idishi va issiqlik almashinuvi uchun o‘zaro faoliyat issiqlik almashtirgichPI texnologiyasiga asoslangan boshqaruv tizimi ishlab chiqildi. Boshqaruv tizimining asosiy maqsadi jarayon samaradorligini ta’minlash, ya’ni erituvchini qayta tiklash uchun minimal energiya talab qilgan holda yuqori CO_2 tutib qolish darajasini (CC %) saqlashdan iborat edi. CC % ni boshqarish o‘zaro issiqlik almashinuvchi talabini boshqarish

ISSN 3030-3907

orqali amalga oshirildi. Maqsad CC % ni o‘rtacha 85 % darajasida ushlab turish edi.

FOYDALINGAN ADABIYOTLAR

1. Yoro, K.O.; Daramola, M.O. CO_2 Emission Sources, Greenhouse Gases, and the Global Warming Effect. In *Advances in Carbon Capture*; Woodhead Publishing: Sawston, UK, 2020.

2. Turakulov, Z., Kamolov, A., Eshbobaev, J., Turakulov, A., Norkobilov, A., & Boboyorov, R. (2023). Modeling and Simulation of Chemical Absorption Methods for CO2 Separation from Cement Plant Flue Gases. Engineering Proceedings, 56(1), 142. https://doi.org/10.3390/ASEC2023-15352.

3. Miroshnichenko, D., Shalygin, M., & Bazhenov, S. (2023). Simulation of the Membrane Process of CO_2 Capture from Flue Gas via Commercial Membranes While Accounting for the Presence of Water Vapor. *Membranes*, *13*(8), 692. doi:10.3390/membranes13080692

ISSN 3030-3907

TIBBIYOTDA LOTIN TILI: TERMINOLOGIYANING SHAKLLANISHI VA AHAMIYATI

Amonturdiyev Og‘abek Alisherovich
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Davolash fakulteti 153- guruh talabasi
Boboqulov Mirsaid Muzaffar o‘g‘li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Davolash fakulteti 153- guruh talabasi
Isroilova Dilnoza Djurabek qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Davolash fakulteti 153- guruh talabasi
Xushboqova Mohira O‘rol qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Davolash fakulteti 153- guruh talabasi
Davurova Soxiba Usanboyeva
Samarqand davlat tibbiyot universiteti lotin tili kafedrasi assistanti
E-mail: soxiba.davurova@sammu.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada lotin tilining tibbiy terminologiya tizimidagi o‘rni, uning tarixiy shakllanish bosqichlari va zamonaviy tibbiyotdagi ahamiyati tahlil qilingan. Tadqiqot davomida anatomik, klinik va farmatsevtik terminlarning etimologik xususiyatlari hamda xalqaro tibbiy muloqotdagi roli o‘rganilgan. Muallif lotin tilini "o‘lik til" sifatida emas, balki shifokorlarning professional mantiqiy fikrlashini shakllantiruvchi vosita sifatida baholaydi va ta'lim jarayonini takomillashtirish bo‘yicha takliflar beradi.

Kalit so‘zlar: Lingua Latina, terminologiya, Nomina Anatomica, grek-lotin dubletlari, farmatsevtika, xalqaro unifikatsiya, tibbiy ta'lim.

Аннотация. В данной статье анализируется роль латинского языка в системе медицинской терминологии, этапы его исторического формирования и значение в современной медицине. В ходе исследованияизучены этимологические особенности анатомических, клинических ифармацевтических терминов, а также их роль в международноймедицинской коммуникации. Автор оценивает латынь не как «мертвыйязык», а как инструмент, формирующий профессиональное логическоемышление врачей, и предлагает рекомендации по совершенствованиюобразовательного процесса.

Ключевые слова: Lingua Latina, терминология, Nomina Anatomica,греко-латинские дублеты, фармацевтика, международная унификация, медицинское образование.

Abstract. This article analyzes the role of the Latin language in the system of medical terminology, its historical formation stages, and its significance in modern medicine. The research investigates the etymological characteristics of anatomical, clinical, and pharmaceutical terms and their role in international medical

ISSN 3030-3907

communication. The author evaluates Latin not as a "dead language" but as a tool that shapes the professional logical thinking of physicians and offers recommendations for improving the educational process.

Keywords: Lingua Latina, terminology, Nomina Anatomica, Greek-Latin doublets, pharmaceutics, international unification, medical education.

KIRISH.

Insoniyat sivilizatsiyasi tarixida har bir fanning o‘z muloqot tili bo‘lgani kabi, tibbiyot fani ham o‘zining universal tiliga ehtiyoj sezgan. Miloddan avvalgi davrlarda qadimgi Gretsiyada Gippokrat va Aristotel tomonidan asos solingan tibbiy tushunchalar keyinchalik Rim imperiyasi davrida lotin tili bilan sintezlashdi. Rimlik shifokor Aulus Cornelius Celsus va yunon tabibi Claudius Galen asarlari orqali lotin tili tibbiyotning rasmiy tili maqomini oldi. O‘rta asrlar va Uyg‘onish davriga kelib, barcha ilmiy kashfiyotlar, anatomiya bo‘yicha fundamental asarlar (masalan, Andreas Vezaliyning "De humani corporis fabrica" asari) aynan lotin tilida yozildi. Bu an'ana bugungi kungacha tibbiyotning "genetik kodi" sifatida yetib keldi.

Hozirgi globallashuv davrida har kuni minglab ilmiy maqolalar nashr etiladi va yangi kasalliklar tavsiflanadi. Agar har bir xalq tibbiy terminlarni faqat o‘z ona tilida qo‘llaganida, dunyo tibbiyoti o‘rtasida ulkan "lingvistik to‘siq" yuzaga kelgan bo‘lar edi. Lotin tili esa bu muammoni hal qiluvchi yagona vositadir. Masalan, "miokard infarkti" yoki "osteoporoz" kabi terminlar ingliz, o‘zbek, rus yoki xitoy tilidagi shifokor uchun bir xil tushunchani anglatadi. Bu universal tushunchalar bazasi xalqaro tajriba almashish, tibbiy adabiyotlarni o‘qish va xorijiy davlatlarda tibbiy amaliyot o‘tash uchun asosiy ko‘prik vazifasini o‘taydi.

Bugungi kunda ko‘p savollar tug‘iladi: "Nega biz o‘lik tilda gapirishimiz yoki o‘qishimiz kerak?". Javob oddiy: lotin tili shifokorda professional tafakkurni shakllantiradi. Tibbiy terminologiya orqali bo‘lajak shifokor kasallikning nafaqat nomini, balki uning joylashuvi, xarakteri va kechishini tushunadi. Masalan, *Appendicitis acuta* termini orqali biz darhol "o‘tkir yallig‘lanish" jarayonini anglaymiz. Lotin tili shifokorga aniqlik, ixchamlik va intizomni o‘rgatadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi lotin tilining zamonaviy tibbiy amaliyotdagi funksional imkoniyatlarini o‘rganish va uning terminologik bazasini tahlil qilishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Tibbiy terminologiya — bu shunchaki so‘zlar yig‘indisi emas, balki qat’iy matematik mantiqqa asoslangan tizimdir. O‘rganilgan adabiyotlar va manbalar shuni ko‘rsatadiki, tibbiy so‘zlarning deyarli 90% qismi lotin va grek o‘zaklaridan tashkil topgan. Xalqaro va klassik adabiyotlar, xususan J. Stelzerning "Medical Latin" va Terminologia Anatomica qo‘mita hisobotlarida ta'kidlanishicha, talaba

ISSN 3030-3907

yoki mutaxassis bitta lotincha o‘zakni (masalan, *Cardio-* yoki *Gastro-*) bilish orqali yuzlab terminlarning ma’nosini osonlikcha tushunib olishi mumkin.

Mavjud ilmiy adabiyotlarda terminologiya uchta asosiy yo‘nalishga bo‘lib o‘rganiladi:

Anatomik nomenklatura: Inson tanasining statik holati.

Klinik terminologiya: Patologik jarayonlar va kasalliklar dinamikasi.

Farmatsevtik terminologiya: Dori vositalari va kimyoviy birikmalar nomenklaturasi.

Arnaudov va boshqa olimlarning tadqiqotlarida lotin tilining filologik va mantiqiy funksiyasi alohida qayd etilgan. Masalan, *Arteria* so‘zi qadimgi grekchadan olingan bo‘lib, "havo tashuvchi" degan ma’noni anglatgan (chunki qadimgi olimlar murdani yorganda arteriyalarni bo‘sh ko‘rib, ularda havo yuradi deb o‘ylashgan). Garchi mazmun o‘zgargan bo‘lsa-da, termin o‘zining tarixiy va tizimli shaklini saqlab qolgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu ilmiy tadqiqot ishida mavzuni har tomonlama yoritish maqsadida kompleks metodologik yondashuv qo‘llanildi. Xususan, nazariy tahlil, qiyosiy-tarixiy, etimologik hamda struktur-morfologik tahlil metodlaridan samarali foydalanildi.

Nazariy tahlil orqali tibbiy terminologiyaning shakllanishi, rivojlanish bosqichlari va zamonaviy tibbiyotdagi o‘rni ilmiy adabiyotlar asosida o‘rganildi. Qiyosiy-tarixiy metod yordamida lotin tilining boshqa tillar, xususan, ingliz, rus va o‘zbek tibbiy terminologiyasiga ta’siri hamda terminlarning tarixiy evolyutsiyasi tahlil qilindi.

Etimologik tahlil doirasida lotincha terminlarning kelib chiqishi, ularning dastlabki ma’nosi va vaqt o‘tishi bilan semantik o‘zgarishlari chuqur o‘rganildi. Bu esa terminlarning mazmun-mohiyatini to‘g‘ri anglash va ularni amaliyotda to‘g‘ri qo‘llash imkonini berdi.

Tadqiqot obyekti sifatida zamonaviy tibbiy terminologiyaning uchta asosiy tarmog‘i tanlab olindi:

- anatomik nomenklatura (*Nomina Anatomica*)
- klinik terminologiya
- farmatsevtik retseptura

Mazkur yo‘nalishlar doirasida lotincha terminlarning xalqaro tibbiy aloqa vositasi sifatidagi o‘rni, ularning standartlashuvi va universalligi tahlil qilindi. Ayniqsa, terminlarning turli tillarga transformatsiyasi va xalqaro tibbiy hujjatlar almashinuvidagi ahamiyati alohida e’tiborga olindi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, terminlarning morfologik tuzilishi batafsil o‘rganilib, ularning so‘z yasash modellari — prefiksatsiya, suffiksatsiya va kompozitsiya (o‘zaklar birikishi) asosida tahlil qilindi. Bu esa tibbiy terminlarni tizimli ravishda o‘zlashtirish va ularni semantik jihatdan to‘g‘ri talqin qilish imkonini beradi.

Bundan tashqari, tadqiqot jarayonida zamonaviy pedagogik yondashuvlar ham inobatga olinib, tibbiyot talabalariga lotin tilini o‘rgatishda innovatsion texnologiyalar, jumladan, sun’iy intellekt vositalaridan foydalanish imkoniyatlari ham nazariy jihatdan asoslab berildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Anatomik terminologiya: Tibbiyotning tizimli asosi

Anatomik terminologiya lotin tilining tibbiyotdagi eng qadimgi va barqaror qatlamidir. Uning asosi Nomina Anatomica (Xalqaro anatomik nomenklatura) bo‘lib, inson tanasidagi barcha organlar, suyaklar va to‘qimalarning yagona nomini belgilaydi. Anatomik terminlar asosan ikki komponentdan tashkil topadi: ot (organ nomi) va sifat (uning xususiyati yoki joylashuvi).

Masalan:

Vena cava superior — Yuqori kavak vena.

Musculus rectus abdominis — Qorinning to‘g‘ri mushagi.

Ushbu tizimning afzalligi shundaki, u tana a’zolarining topografik joylashuvini aniq koordinatalar asosida tavsiflaydi. Lotincha sifatlarning darajalanishi (masalan, *major* — katta, *maximus* — eng katta) anatomiyada iyerarxik aniqlikni ta’minlaydi.

Klinik terminologiya: Kasalliklar va diagnostika tili

Klinik terminologiya asosan lotin va grek tillarining sintezidan iborat. Agar anatomiya asosan lotincha bo‘lsa, klinika va patologiya sohasida grekcha o‘zaklar ustunlik qiladi, ammo ular lotincha grammatika (kelishiklar va qo‘shimchalar) asosida birlashadi. Bu yerda terminoelementlar (so‘z yasovchi qismlar) muhim rol o‘ynaydi. Eng ko‘p qo‘llaniladigan klinik qo‘shimchalar tahlili natijalari quyidagicha:

-*itis*: Yallig‘lanish jarayonini bildiradi (Hepatitis, Bronchitis).

-*oma*: O‘simta yoki shishni anglatadi (Carcinoma, Myoma).

-*pathia*: Kasallikning umumiy nomi (Cardiopathia).

-*ectomia*: Organ yoki to‘qimani jarrohlik yo‘li bilan olib tashlash (Appendectomia).

Klinik terminologiyaning boyligi shifokorga birgina so‘z bilan bemorning ahvolini to‘liq tavsiflash imkonini beradi. Masalan, *Cholecystitis* so‘zi "o‘t pufagining yallig‘lanishi" degan murakkab jumlani bitta tushunchaga jamlaydi.

Farmatsevtik nomenklatura va retseptura madaniyati

ISSN 3030-3907

Lotin tili farmatsevtika sohasida dori vositalarining tarkibi va ularni tayyorlash usullarini standartlashtirish uchun xizmat qiladi. Retsept yozish jarayoni o‘ziga xos qat’iy qoidalarga ega bo‘lib, u imperativ (buyruq) shaklidagi fe’llar va genitivus (qaratqich kelishigi) shaklidagi otlar tizimiga qurilgan.

Har bir retsept an’anaviy tarzda "Recipe" (Ol!) so‘zi bilan boshlanadi. Bu qismda dori shakllari (*Solutio, Unguentum, Pilula*) va ularni qabul qilish qoidalari (*Da. Signa.* — Ber. Belgila.) lotin tilida ko‘rsatiladi. Bu nafaqat an’ana, balki

xalqaro xavfsizlik chorasidir. Dunyoning har qanday farmatsevti lotin tilida yozilgan retseptni o‘qib, dori miqdorini (dozasini) va tarkibini tushunishga majburdir.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Xulosa qilib aytganda, lotin tili — bu tibbiyotning asosi, tili va ruhiyatidir. U insoniyat tomonidan yaratilgan eng mukammal va tizimli ilmiy tillardan biri bo‘lib qolmoqda. Tadqiqot natijalarining umumiy tahlili shuni ko‘rsatadiki, lotin tili anatomik nomenklaturada inson tanasining universal xaritasini yaratgan bo‘lsa, klinik terminologiyada kasalliklarni qisqa va lo‘nda tavsiflash imkonini beradi.

Xalqaro integratsiya nuqtai nazaridan, lotin tili "neytral" va "standart" til sifatida dunyo shifokorlari o‘rtasida lingvistik tushunmovchiliklar va tibbiy xatolarning oldini oladi. Tibbiy deontologiya masalalarida esa, masalan, "xavfli o‘simta" deyish o‘rniga *Blastoma* yoki *Neoplasma malignum* terminlarining qo‘llanilishi shifokorlik sirini saqlash va bemor psixologiyasini asrashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Bugungi tibbiy ta'limda lotin tilini o‘qitish soatlarini qisqartirish tendensiyasi kuzatilayotgan bir paytda, quyidagi takliflar ilgari suriladi: oliy ta'lim muassasalarida lotin tilini faqat grammatik emas, balki klinik va amaliy yo‘nalishda o‘qitishni kuchaytirish lozim. Terminologiyani mantiqiy tushunish o‘rniga shunchaki mexanik yodlash bilimning mustahkam bo‘lmasligiga olib keladi. Bo‘lajak shifokorlar uchun ushbu tilni o‘rganish nafaqat kasbiy ehtiyoj, balki tibbiy madaniyatning oliy ko‘rinishidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Azizov, A. A., & Madaminov, S. (2019). *Lotin tili va tibbiy terminologiya asoslari*. Toshkent: "O‘qituvchi" nashriyoti.
2. Baxronov, S. (2021). *Tibbiyot xodimlari uchun lotin tili va terminologiya*. Toshkent: "Yangi asr avlodi".
3. Yo‘ldoshev, I., & Raximov, T. (2018). *Anatomik va klinik terminlar lug‘ati*. Toshkent: Tibbiyot akademiyasi nashriyoti.
4. Stelzer, J. (2017). *Medical Latin: A Guide to Professional Terminology*. Oxford University Press.

ISSN 3030-3907

5. Federative Committee on Anatomical Terminology (FCAT). (1998).
6. Stuttgart: Thieme. Arnaudov, G. (2015). *Terminologia Medica Polyglotta (Lotin, ingliz, rus tillarida)*. Sofia: Medicina i Fizkultura.
7. WHO (World Health Organization). International Classification of Diseases (ICD-11) – www.who.int/classifications/icd
8. PubMed Central (PMC). The Role of Latin in Modern Medical Education.– www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc

ISSN 3030-3907

UDK 664.6

BUTUN DONLI (JAYDARI) UNDAN NON ISHLAB CHIQARISHNING JORIY HOLATI VA ISTIQBOLLARI

Fattoyeva Maftuna Qahramon qizi

Buxoro davlat texnika universiteti " Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi va servis" kafedrasi tayanch doktoranti,

Email: maftuna.fattoyeva1995@gmail.com

Ergasheva Xusnirabo Bobonazarovna

Buxoro davlat texnika universiteti " Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi va servis" kafedrasi professori, texnika fanlar nomzodi.

Annotatsiya. Mazkur ishda butun donli un va undan tayyorlangan non mahsulotlarining oziqaviy va funksional ahamiyati ilmiy asosda tahlil qilingan. Rafinatsiyalangan mahsulotlar iste'molining ortishi natijasida yuzaga keladigan nutrient tanqisligi va uning metabolik kasalliklar bilan bog'liqligi asoslab berilgan. Donning qobiq va murtak qismlarida jamlangan biologik faol moddalar, xususan oziq tolalari, vitaminlar va minerallarning inson salomatligiga ijobiy ta'siri yoritilgan. Shuningdek, bug'doy-javdar asosidagi butun don mahsulotlarining past glikemik indeksga ega ekanligi va ularning profilaktik ahamiyati ko'rsatib berilgan.

Kalit so'zlar: butun donli un; non mahsulotlari texnologiyasi; funksional ovqatlanish; oziq tolalari; biologik faol moddalar; sog'lom ovqatlanish; bug'doy-javdar noni; glikemik indeks; semirish; qandli diabet; donni kompleks qayta ishlash

Аннотация. В данной работе на научной основе проведён анализ пищевой и функциональной значимости цельнозерновой муки и хлебобулочных изделий, изготовленных из неё. Обоснована проблема дефицита нутриентов, возникающего вследствие увеличения потребления рафинированных продуктов, а также его взаимосвязь с развитием метаболических заболеваний. Показано, что биологически активные вещества, сконцентрированные в оболочке и зародыше зерна, в частности пищевые волокна, витамины и минеральные вещества, оказывают положительное влияние на здоровье человека. Кроме того, установлено, что цельнозерновые продукты на основе пшеницы и ржи характеризуются низким гликемическим индексом и обладают выраженным профилактическим эффектом.

Ключевые слова: цельнозерновая мука; технология хлебобулочных изделий; функциональное питание; пищевые волокна; биологически активные вещества; здоровое питание; хлеб из пшеницы и ржи; гликемический индекс; ожирение; сахарный диабет; комплексная переработка зерна

ISSN 3030-3907

Abstract. This study provides a scientific analysis of the nutritional and functional significance of whole-grain flour and bakery products derived from it. The problem of nutrient deficiency resulting from increased consumption of refined products, as well as its association with the development of metabolic disorders, is substantiated. It is highlighted that biologically active compounds concentrated in the bran and germ of the grain—particularly dietary fibers, vitamins, and minerals—have a positive impact on human health. Moreover, it is demonstrated that whole-grain products based on wheat and rye exhibit a low glycemic index and possess significant preventive effects.

Keywords: whole-grain flour; bakery product technology; functional nutrition; dietary fibers; biologically active compounds; healthy nutrition; wheat- and rye-based bread; glycemic index; obesity; diabetes mellitus; comprehensive grain processing

KIRISH.

Hozirgi kunda butun dunyoda non va non mahsulotlari sanoati oldidagi dolzarb vazifa – bu xom ashyo resurslaridan oqilona foydalanish texnologiyalarini qo‘llash, shuningdek, oziq qiymatini oshiruvchi va energiya qiymati kam non va non mahsulotlari turlarini kengaytirishdir. Bu esa funksional ovqatlanish va sog‘lom oziq-ovqat bo‘yicha zamonaviy talablarga mos keladi. Hayotning intensifikatsiyasi, atrof-muhitning ifloslanishi, inson organizmidagi fizik harakatlar va zararli ta’sirlarga qarshi barqarorlikning pasayishi essensial nutrientlar bo‘yicha muvozanatsizlikka olib keladi. Shu bois, suv va tuproq ifloslangan, shuningdek radioaktiv ifloslanishga duchor bo‘lgan hududlar uchun donning qobig‘i aleyron qatlami va murtagi olinmasdan tayyorlangan un ishlab chiqish hamda non tayyorlash va iste’mol qilish alohida qiziqishga ega.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Zamonaviy xaridor mahsulotlarning tarkibiga tobora ko‘proq e’tibor qaratmoqda. Odamlar sog‘liqni saqlash uchun nafaqat ovqat miqdori, balki sifati ham muhimligini tushuna boshladilar. Eng yaqqol misollardan biri butun mahsulotlarga va birinchi navbatda dag‘al tortilgan undan tayyorlangan nonga o‘tish bo‘ldi. Butun donli unning foydasi butun dunyo diyetologlari tomonidan tan olingan va aynan shu uni tobora talabgir qilmoqda.

Rafinadlangan mahsulotlarning iste’molini old qatorga qo‘yish, sanoat rivojlangan mamlakatlar, jumladan O‘zbekiston aholisining zamonaviy ratsionda ballast moddalar va qimmatli mikroelementlar miqdorining kamayishiga olib keladi. Shu bois, «sivilizatsiya kasalliklari» keng tarqalmoqda: semirish, qandli diabet, yomon hujayrali shishalar, ateroskleroz, disbakterioz, ishemik yurak kasalligi va boshqalar. Bu nutrientlarni zarur miqdorda qoplashga, donning barcha morfologik-anatomik qismlarini o‘z ichiga olgan mahsulotlar yordam beradi,

ISSN 3030-3907

ayniqsa — donli bug‘doy-javdar noni, undagi oziq tolalari samarali sorbent hisoblanadi. Butun donli nonni iste’mol qilish orqali organizm shlak, kanserogen va zaharli moddalardan tozalanadi, modda almashinuvi normallashadi, ichak motorikasi yaxshilanadi, ortiqcha xolesterin chiqariladi.

Butun donli un butun dondan – qobiq va murtakni olib tashlamasdan ishlab chiqariladi. Tashqi qatlamlari olib tashlanadigan oq undan farqli o‘laroq, u tabiiy ozuqa moddalarining butun majmuasini saqlaydi.

Aynan qobiq va murtakda organizmning to‘laqonli oziqlanishini ta’minlaydigan B guruhi vitaminlari, minerallar va kletchatka mavjud. Shuning uchun to‘liq donli unning foydasi nafaqat uning to‘yimliligida, balki muvozanatli tarkibida hamdir: oqsillar, yog‘lar va uglevodlarning tabiiy nisbatlari o‘zgarishsiz qoladi.

Yildan-yilga ko‘proq odamlar non, makaron va butun dondan tayyorlangan bo‘tqalarni tanlamoqda. Asosiy sabablari:

- sog‘lom ovqatlanishga qiziqishni oshirish;
- sifat sertifikatiga ega bo‘lgan yangi ishlab chiqaruvchilarning paydo bo‘lishi;
- shifokorlar va nutritsionistlarning tavsiyalari;
- kayfiyatga sezilarli ta’sir.

Butun donli un ishlab chiqarish oq un ishlab chiqarishga qaraganda murakkabroq, ammo o‘sib borayotgan talab bu xarajatlarni qoplaydi. Novvoyxonalar va do‘konlar ta’kidlashicha: butun dondan tayyorlangan non va pishiriqlar barqaror talabga ega, mijozlar esa sifat uchun pul to‘lashga tayyor. Ishlab chiqaruvchilar uchun bu nafaqat foydali yo‘nalish, balki strategik ustunlik hamdir – chunki xaridorlar tobora talabchan bo‘lib bormoqda.

Xalqaro don uyushmasi ma’lumotlariga ko‘ra, so‘nggi besh yil ichida butun don mahsulotlari bozori hajmi 30 foizga oshgan. Tabiiy qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha Yevropa va Osiyo yetakchilik qilmoqda.

O‘zbekistonda ham ushbu segmentga qiziqish ortib bormoqda: Bugungi kunda un ishlab chiqaruvchi korxonalarga xususiy novvoyxonalar va restoranlar tomonidan buyurtmalar ko‘payib borayotganligi non pishiruvchi korxonalarning hunarmandchilik retseptlariga o‘tayotganini qayd etmoqda.

Butun dondan tayyorlangan non nafaqat Yevropada, balki uning hududidan tashqarida ham keng ommalashgan. Rossiya bozorida u alohida o‘rinni egallaydi. Donli non ishlab chiqarishning afzalliklaridan biri – bu xarajatlarning nisbatan pastligidir. Ushbu texnologiya yuqori rentabellikka ega deb hisoblansa-da, non tannarxiga donni yuvish, tozalash va maydalash (dispergirlash) uchun zarur bo‘lgan uskunalarni xarid qilish va ulardan foydalanish bilan bog‘liq xarajatlar ta’sir ko‘rsatadi

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda non va non-bulka mahsulotlari assortimenti tibbiy nuqtai nazardan yomonlashmoqda. Bu quyidagilar bilan bog‘liq:

- tarkibida kamida 10 g/100 g oziq tolalari (kletchatka) bo‘lgan bug‘doy-javdar non ishlab chiqarish asossiz ravishda qisqarmoqda;
- shu bilan birga, rafinatsiyalangan bug‘doy unidan tayyorlangan non ulushi ortib bormoqda.

Bunday holat ratsionning oziqaviy qiymatini pasaytiradi, chunki bunday nonda kletchatka, vitaminlar va mineral moddalar kam bo‘ladi.

Sog‘lom ovqatlanish konsepsiyasiga ko‘ra, bug‘doy va javdar donlari aralashmasidan tayyorlangan non iste’molini oshirish zarur. Bu shu bilan izohlanadiki, javdar bir qator oziqaviy ko‘rsatkichlar bo‘yicha bug‘doydan ustundir:

- ko‘proq oziq tolalarini saqlaydi, bu esa ichak faoliyatini yaxshilaydi;
- B guruhi vitaminlariga boy;
- ko‘proq mikroelementlar (temir, magniy va boshqalar) mavjud;
- glikemik indeksi past, bu semirish va qandli diabetning oldini olishda muhim ahamiyatga ega.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Shunday qilib, bug‘doy-javdar va butun donli non ishlab chiqarish va iste’molini kengaytirish aholi ovqatlanishini yaxshilash hamda «sivilizatsiya kasalliklari»ning oldini olishda muhim yo‘nalish hisoblanadi.

Sifatli butun donli unni qanday tanlash mumkin

- Tarkibini tekshiring – unda «100% to‘liq donli bug‘doy» deb yozilgan bo‘lishi kerak.
- Rangga e’tibor bering: u qordek oq emas, balki qaymoqdek jigarrang bo‘lishi kerak.
- Hidi – yengil, non hidi, begona aralashmalarsiz.
- Sertifikatlangan xomashyodan foydalanadigan tasdiqlangan yetkazib beruvchilardan xarid qiling.

Agar uning samaradorligi tasdiqlanmaganida, «sog‘lom ovqatlanish» modasi yo‘q bo‘lib ketishi mumkin edi. So‘nggi yillarda don mahsulotlarini muntazam iste’mol qilish diabet, insult va semirish xavfini kamaytirishini ko‘rsatadigan o‘nlab tadqiqotlar nashr etildi. Shuning uchun tabiiy unga bo‘lgan qiziqish reklama kampaniyasi emas, balki ongli tanlov natijasidir. Odamlar kayfiyatdagi haqiqiy farqni ko‘rishadi va bu holat bozorni barqaror qiladi.

Butun donli unning foydasi mashhur shior doirasidan tashqariga chiqadi. Bu ilmiy va amaliyotda isbotlangan haqiqat: butun don organizmni tabiiy moddalar bilan to‘yintiradi, ovqat hazm qilishni yaxshilaydi va sog‘liqni saqlashga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

Agar siz ongli ravishda ovqatlanishni istasangiz – oddiy tanlovdan boshlang. Butun donli un – bu tabiiy oziq-ovqatga, shunchaki to‘yintiradigan emas, balki haqiqiy oziqlantiradigan narsaga qaytishdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Аманов, Б. Н. (2017). Новое хлебобулочное изделие с повышенными показателями качества. Хлебопечение России, (3), 20-22.
2. Amanov, B. N., Ergasheva, H. B., Baqoyeva, S. S., & Jabborova, D. R. (2025). NON-TRADITIONAL RAW MATERIALS IN PASTA PRODUCTION TECHNOLOGY. AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION AND LEARNING, 3(10), 713-720.
3. Ауэрман, Л. Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л. Я. Ауэрман. - 9-е изд., перераб. и доп. - СПб. : Профессия, 2002. - 416 с.-ISBN 5-93913-032-1.
4. Бакулина, О. Н. Функциональные ингредиенты для воплощения Концепции здорового питания [Текст] / О. Н. Бакулина, О. В. Бзюк // Пищевые ингредиенты. Сырье и добавки. - 2005. - № 2. - С. 30-31.

ISSN 3030-3907

NO-TERMAL PLAZMA YORDAMIDA SARATON HUJAYRALARIDAGI PD-L1 OQSILINING OKSIDATIV MODIFIKATSIYASI: IMMUN NAZORAT NUQTASI OQSILLARI ORASIDAGI O‘ZARO TA’SIRNING BUZILISHI VA OQIBATLARI.

Toshpo‘latova Zulfizar,
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti Kimyo fakulteti,
Tabiiy birikmalar va amaliy kimyo kafedrasi 2-kurs magistranti
Tel: +998957677103
E-mail: zulfizartoshpulatova03@gmail.com
Toshov Hamza
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti Kimyo fakulteti,
Tabiiy birikmalar va amaliy kimyo kafedrasi dotsenti (PhD)
Razzokov Jamoliddin
“TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti huzuridagi Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti direktori,
Tel:+998901162320

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot no-termal plazma ta’sirida saraton hujayralari ishlab chiqaradigan PD-L1 oqsilining oksidativ modifikatsiyasi va uning immun nazorat nuqtasi mexanizmlariga ta’sirini molekulyar darajada tahlil qilishga bag‘ishlangan. No-termal plazma tomonidan hosil qilinadigan reaktiv kislorod va azot zarralari oqsillarning kimyoviy strukturasi va konformatsiyasiga ta’sir ko‘rsatib, ularning biologik funksiyalarini o‘zgartirishi aniqlangan. PD-L1 oqsilining oksidlanishi natijasida uning PD-1 retseptori bilan bog‘lanish affiniteti pasayadi, bu esa T-limfotsitlar faolligining tiklanishiga olib keladi va saraton hujayrasi o‘limiga sabab bo‘ladi. Tadqiqot natijalari no-termal plazmaning immunoterapiya bilan kombinatsiyada qo‘llanishi saratonni davolashda istiqbolli yo‘nalish ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: No-termal plazma, PD-L1, PD1, saraton, immun nazorat oqsillari, soyabon namunalash metodi.

Аннотация. Данное исследование посвящено молекулярному анализу окислительной модификации белка PD-L1, продуцируемого раковыми клетками, под воздействием неравновесной (не-термальной) плазмы и её влияния на механизмы иммунных контрольных точек. Установлено, что реактивные формы кислорода и азота, генерируемые не-термальной плазмой, воздействуют на химическую структуру и конформацию белков, изменяя их биологические функции. В результате окисления белка PD-L1 снижается его

ISSN 3030-3907

аффинность связывания с рецептором PD-1, что приводит к восстановлению активности Т-лимфоцитов и, как следствие, к гибели раковых клеток. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения не-термальной плазмы в комбинации с иммунотерапией для лечения онкологических заболеваний.

Ключевые слова: не-термальная плазма, PD-L1, PD-1, рак, белки иммунных контрольных точек, метод зонтичного семплирования.

Abstract. This study is devoted to the molecular-level analysis of oxidative modification of the PD-L1 protein produced by cancer cells under the influence of non-thermal plasma and its impact on immune checkpoint mechanisms. It has been established that reactive oxygen and nitrogen species generated by non-thermal plasma affect the chemical structure and conformation of proteins, thereby altering their biological functions. Oxidation of the PD-L1 protein reduces its binding affinity to the PD-1 receptor, which leads to the restoration of T-lymphocyte activity and consequently induces cancer cell death. The results of this study indicate that the combined application of non-thermal plasma and immunotherapy represents a promising approach for cancer treatment.

Keywords: non-thermal plasma, PD-L1, PD-1, cancer, immune checkpoint proteins, umbrella sampling method.

KIRISH.

So‘nggi o‘n yilliklarda saraton kasalliklarini davolashda immunoterapiya eng istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida shakllandi. Ayniqsa, immun nazorat nuqtasi oqsillari mexanizmlarini nishonga oluvchi yondashuvlar klinik amaliyotda muhim o‘rin egallamoqda. Ushbu tizim T-limfotsitlar faolligini tartibga soluvchi murakkab signal uzatish yo‘llaridan iborat bo‘lib, uning asosiy komponentlaridan biri PD-1 (Programmed Death-1) retseptori va uning ligandi PD-L1(Programmed Death Ligand 1) hisoblanadi [1]. PD-L1 oqsili saraton hujayralari yuzasida yuqori darajada ishlab chiqarilib, PD-1 bilan o‘zaro ta’sir orqali T-hujayralarning proliferatsiyasi va sitotoksik faolligini to‘xtatadi, natijada saraton hujayralari immun nazoratdan qochib ko‘payishda davom etadi[2, 3]. Immun nazorat nuqtasi ingibitorlari asosida ishlab chiqilgan dori vositalari, xususan, PD-1/PD-L1 bloklovchi antitanalar [4], turli xil saraton turlarini davolashda sezilarli klinik natijalar ko‘rsatgan bo‘lsa-da, ularning samaradorligi barcha bemorlarda bir xil emasligi, shuningdek, rezistentlik, ya’ni ta’sirga chidamlilik rivojlanishi kabi muammolar saqlanib qolmoqda. Shu sababli, PD-L1 funksiyasini modifikatsiya qilishning alternativ va qo‘shimcha usullarini izlash dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi [5].

ISSN 3030-3907

No-termal plazma (NTP) biotibbiyotda yangi va istiqbolli texnologiya sifatida shakllanmoqda [6]. U past haroratda ishlovchi ionlashgan gaz bo‘lib, biologik to‘qimalarga zarar yetkazmasdan, ularning molekulyar tarkibiga ta’sir ko‘rsatish imkonini beradi. NTP ta’sirida hosil bo‘ladigan reaktiv kislorod va azot zarralari (RKZ va RAZ) hujayra ichida oksidlovchi muhitni yuzaga keltirib, biomolekulalarning, xususan oqsillarning strukturaviy va funksional o‘zgarishlariga olib keladi [7, 8]. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ROS va RNS oqsillarning aminokislota qoldiqlarini oksidlab, ularning uch o‘lchamli konformatsiyasini o‘zgartiradi va biologik faolligini pasaytiradi. Bu jarayon, ayniqsa, immun nazorat nuqtasi oqsillariga nisbatan qo‘llanilganda, ularning retseptor bilan bog‘lanish xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin [9, 10]. Shu nuqtai nazardan, PD-L1 oqsilining oksidativ modifikatsiyasi uning PD-1 bilan o‘zaro ta’sirini buzishi va natijada immun javobni tiklashi mumkinligi ilmiy jihatdan asoslangan gipoteza sifatida ilgari surilmoqda. Bundan tashqari, plazma-aktivlashtirilgan muhit (plasma-activated medium, PAM) orqali amalga oshirilgan eksperimental tadqiqotlar saraton hujayralarida apoptoz jarayonini induktsiya qilish va hujayra proliferatsiyasini susaytirish mumkinligini ko‘rsatgan. Bu esa no-termal plazmaning faqat to‘g‘ridan-to‘g‘ri emas, balki bilvosita mexanizmlar orqali ham saratonga qarshi ta’sir ko‘rsatishini anglatadi.

Shu bilan birga, zamonaviy hisoblash usullari, xususan molekulyar dinamika simulyatsiyalari va erkin bog‘lanish energiyasini hisoblash metodlari PD-1/PD-L1 kompleksining barqarorligini chuqur o‘rganish imkonini bermoqda. Ushbu yondashuvlar oksidativ modifikatsiyaning oqsil-oqsil o‘zaro ta’sirini molekulyar darajada tushuntirishda muhim ahamiyat kasb etadi [11]. Yuqoridagilardan kelib chiqib, mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi no-termal plazma ta’sirida PD-L1 oqsilining oksidativ modifikatsiyasini o‘rganish, uning strukturaviy o‘zgarishlarini tahlil qilish hamda ushbu o‘zgarishlarning PD-1/PD-L1 o‘zaro ta’siriga va immun javobga ta’sirini aniqlashdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

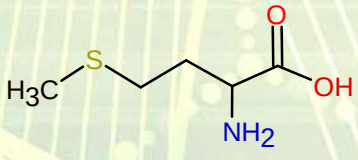
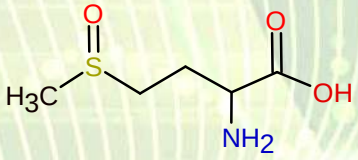
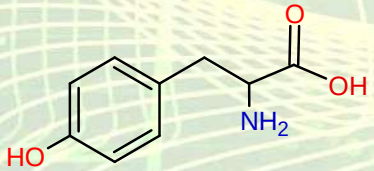
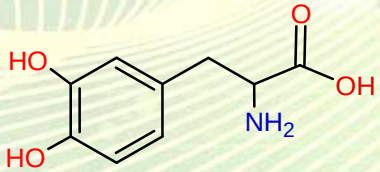
Mazkur tadqiqotda PD-1/PD-L1 kompleksining strukturaviy barqarorligi hamda oksidativ modifikatsiyaning uning bog‘lanish xususiyatlariga ta’sirini aniqlash maqsadida molekulyar dinamika simulyatsiyalari va erkin energiya hisoblash usullari qo‘llanildi. Tadqiqotning dastlabki bosqichida PD-1/PD-L1 kompleksining uch o‘lchamli kristall strukturasi Protein Data Bank ma’lumotlar bazasidan yuklab olindi. Tanlangan strukturaga mos identifikatsiya raqami *4ZQK* bo‘lib, u PD-1 va PD-L1 o‘rtasidagi bog‘lanishni molekulyar darajada ifodalovchi eksperimental model hisoblanadi [12].

ISSN 3030-3907

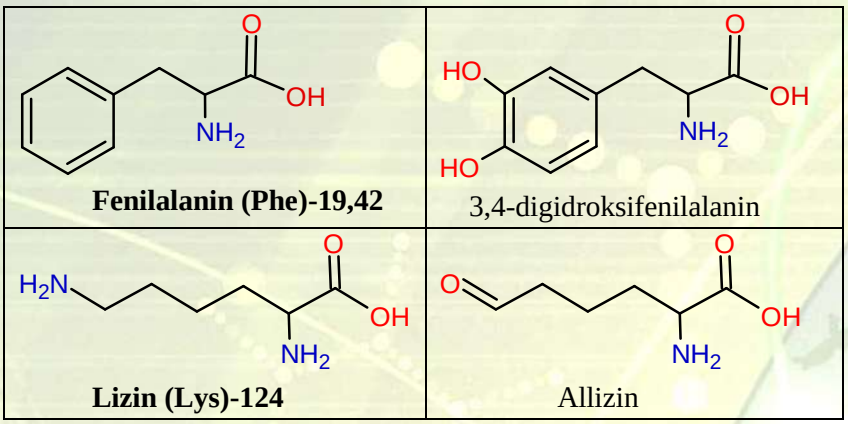
Olingan struktura dastlabki tayyorlash bosqichida GROMACS dasturiy paketi yordamida ishga tushirildi. Oqsil modeli *dodacahedron* simulyatsiya qutisiga joylashtirildi va tizimning chegaraviy sharoitlari belgilandi. Shundan so‘ng tizimga suv molekulalari qo‘shilib, fiziologik sharoitga yaqin muhit yaratildi. Elektr neytrallikni ta’minlash va ion kuchini muvozanatlash maqsadida tegishli miqdorda qarshi ionlar kiritildi. Tizim energetik jihatdan barqaror holatga keltirilishi uchun energiya minimizatsiyasi amalga oshirildi. Ushbu bosqichda potensial energiya minimumga tushguncha davom etib, strukturadagi nofiziologik yaqinlashuvlar bartaraf etildi. Minimallashtirilgan tizim keyingi bosqichda muvozanatlash jarayonidan o‘tkazildi va undan so‘ng asosiy molekulyar dinamika simulyatsiyasi bajarildi. Simulyatsiya umumiy davomiyligi 500 nanosekundni tashkil etib, bu vaqt oralig‘i oqsilning konformatsion o‘zgarishlarini ishonchli baholash uchun yetarli hisoblanadi. Simulyatsiya yakunlangach, trayektoriyalar chuqur tahlil qilindi. Strukturaviy barqarorlikni baholash uchun RMSD (Root Mean Square Deviation) analizi qo‘llanildi, bu orqali vaqt davomida oqsilning global konformatsion o‘zgarishlari aniqlangan. Oqsildagi tebranishlarni o‘rganish maqsadida RMSF (Root Mean Square Fluctuation) hisoblandi, bu esa individual aminokislotaning harakatchanligini ko‘rsatdi. Bundan tashqari, oqsil ichidagi va oqsil-oqsil o‘zaro ta’sirlaridagi vodorod bog‘lari soni H-bond analizi orqali baholandi. Oqsilning erituvchi bilan ta’sirlashuv yuzasi esa SASA (Solvent Accessible Surface Area) metodi yordamida aniqlanib, strukturaviy o‘zgarishlarning sirt xususiyatlariga ta’siri o‘rganildi.

Keyingi bosqichda PD-L1 oqsilining oksidativ modifikatsiyasi amalga oshirildi. Buning uchun ViennaPTM 2.0 onlayn platformasidan foydalanilib, tanlangan aminokislota qoldiqlarida oksidlanish modifikatsiyalari kiritildi. Umumiy hisobda 9 ta aminokislota oksidlangan shaklga o‘tkazildi (Jadval 1) va hosil qilingan yangi strukturaga OX1 deb nom berildi.

1-Jadval

asl 4ZQK dagi aminokislotalar	Modifikatsiyalangan shakllari
 **Metionin (Met)-36,59,115**	 Metionin sulfoksid
 **Tirozin** (Tyr)-56,112,123	 3,4-digidroksifenilalanin

ISSN 3030-3907



Fenilalanin (Phe)-19,42 3,4-digidroksifenilalanin

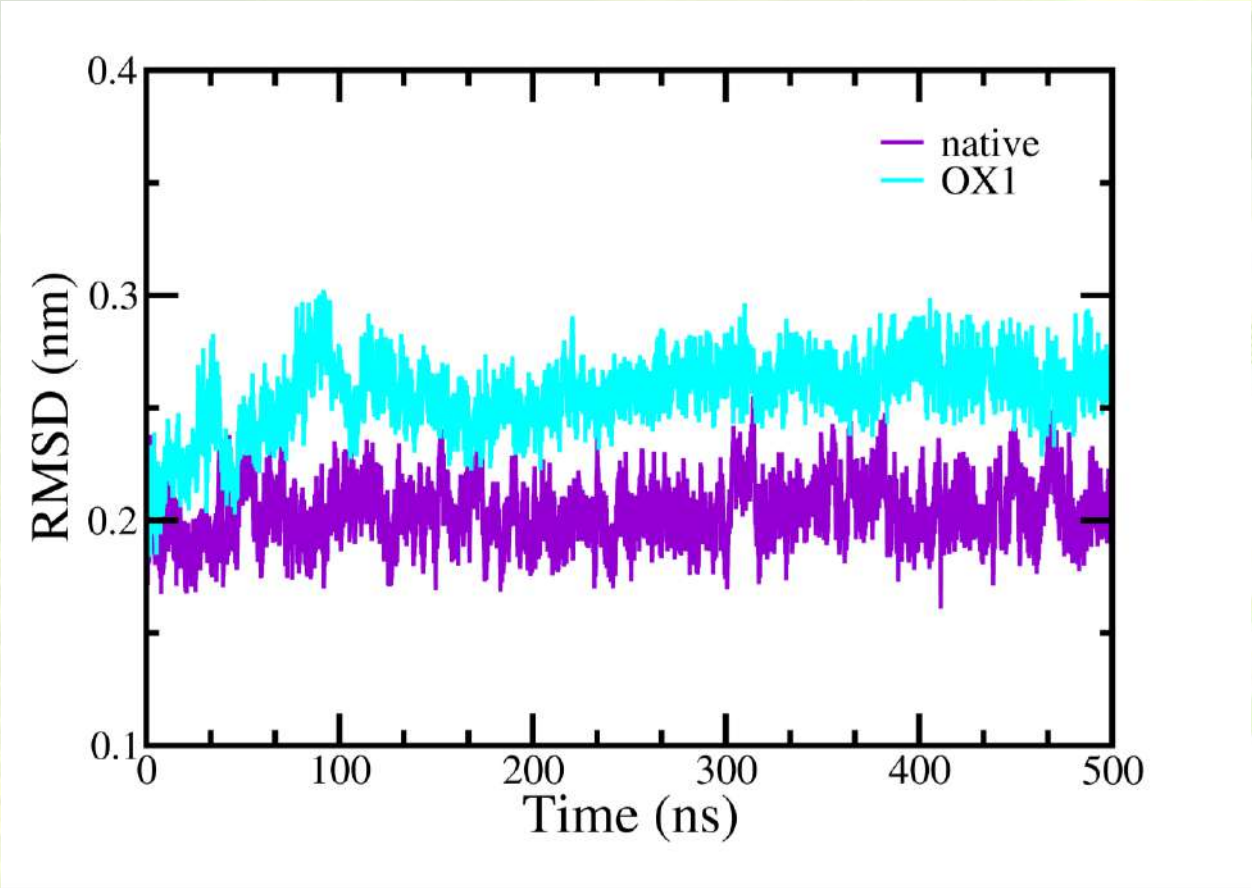
Lizin (Lys)-124 Allizin

Ushbu modifikatsiyalangan struktura ham yuqorida bayon etilgan tartibda energiya minimizatsiyasi, suvli muhitda solvatatsiya va ionlash bosqichlaridan o‘tkazildi hamda 500 nanosekund davomida molekulyar dinamika simulyatsiyasi bajarildi. Har ikkala, ya’niasl va oksidlangan (OX1) strukturalar uchun olingan trayektoriyalar bir xil metodlar asosida tahlil qilinib, natijalar o‘zaro solishtirildi. Tadqiqotning yakuniy bosqichida PD-1 va PD-L1 o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir kuchini kvantitativ baholash maqsadida soyabon namunalash metodi (umbrella sampling) qo‘llanildi. Har ikkala struktura uchun tortish (pulling) jarayoni amalga oshirilib, ligand va retseptor o‘rtasidagi masofa bo‘yicha bir qator oynalar (windows) hosil qilindi. Har bir oynada tizim muvozanatga keltirilib, potensial o‘rtacha kuch (PMF) profili hisoblandi. Natijada bog‘lanish erkin energiyasi qiymatlari aniqlanib, asl va oksidlangan holatlar o‘rtasidagi farq tahlil qilindi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Molekulyar dinamika simulyatsiyalari natijalari PD-1/PD-L1 kompleksining vaqt davomida strukturaviy harakatlarini chuqur tahlil qilish imkonini berdi. RMSD natijalari shuni ko‘rsatdiki, tabiiy strukturada kompleks nisbatan barqaror konformatsiyani saqlab qolgan bo‘lsa, oksidlangan OX1 modelida RMSD qiymatlarining ortishi kuzatildi. Bu holat oksidativ modifikatsiya oqsilning global strukturaviy barqarorligini pasaytirganini ko‘rsatadi (Rasm 1).

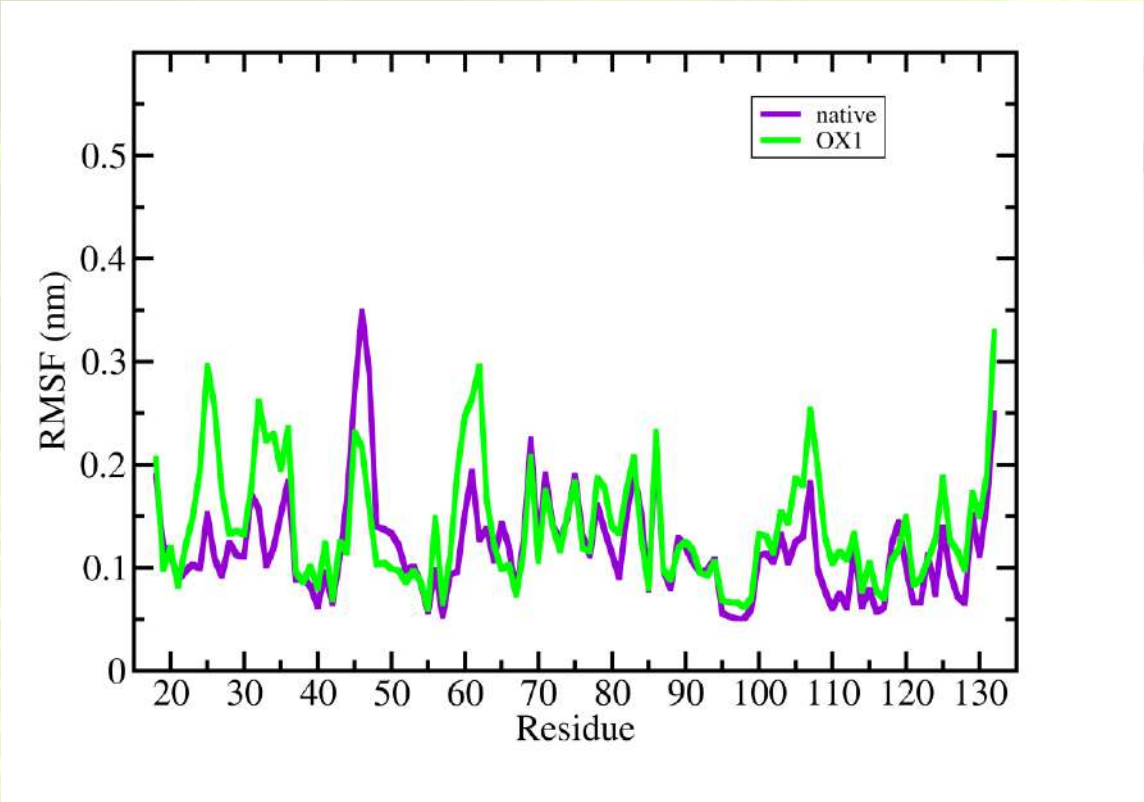
ISSN 3030-3907



1-Rasm . PD-L1 oqsilning RMSD natijalari (Binafsha rangdagi asl PD-L1 va ko‘k rangdagi oksidlangan PD-L1)

RMSF tahlili individual aminokislotalar darajasida sezilarli o‘zgarishlarni aniqlash imkonini berdi. Oksidlangan struktura uchun ayniqsa bog‘lanish interfeysiga yaqin hududlarda fluktuatsiya darajasining oshishi kuzatildi. Bu esa PD-L1 ning PD-1 bilan o‘zaro ta’sirga kirishuvchi sohalari strukturaviy jihatdan beqarorlashganini anglatadi (Rasm 2).

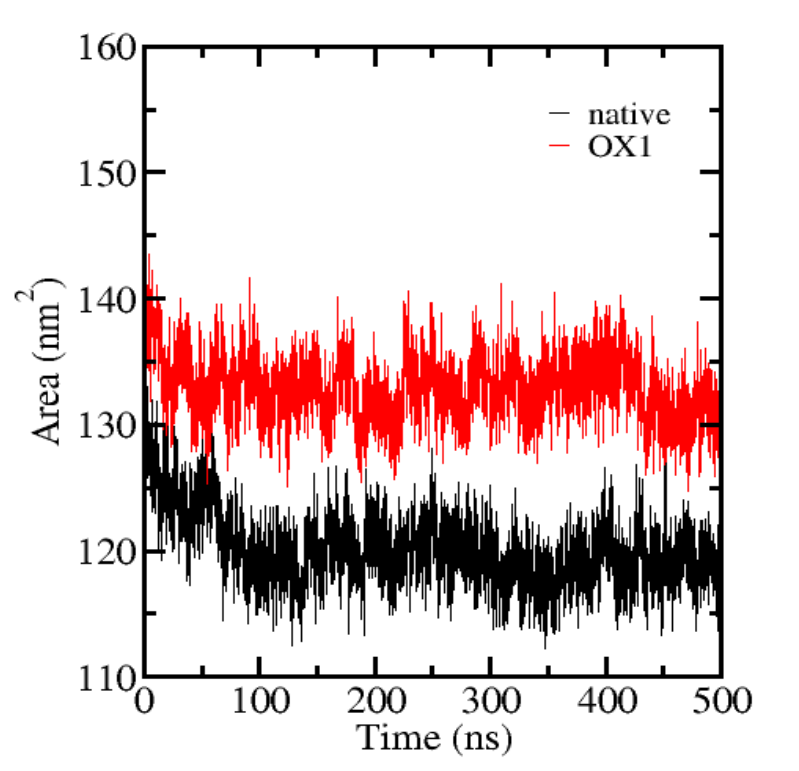
ISSN 3030-3907



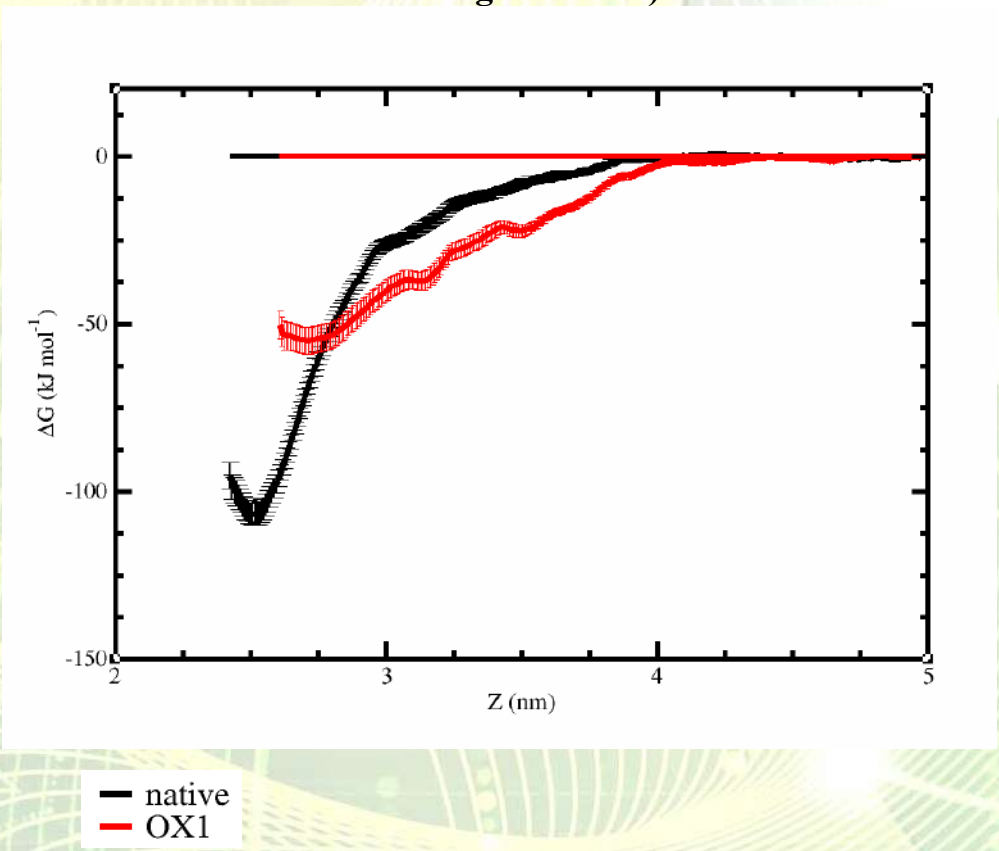
2-Rasm PD-L1 oqsilning RMSF natijalari (Binafsha rangdagi asl PD-L1 va yashil rangdagi oksidlangan PD-L1)

Rasm 3da ko‘rsatilgan SASA natijalari oksidlangan struktura yuzasining erituvchi bilan o‘zaro ta’siri kuchayganini ifodaladi. Bu esa oqsilning qisman ochilishi yoki konformatsion bo‘shashishi bilan izohlanadi. Bunday o‘zgarishlar bog‘lanish interfeysining geometriyasini o‘zgartirib, ligand-reseptor tanlovchanligini kamaytirishi mumkin.

ISSN 3030-3907



3-Rasm. SASA natijalari. (Qora rangdagi asl PD-L1 va qizil rangdagi oksidlangan PD-L1)



Rasm 4. PD-L1 va PD-1 o‘rtasidagi bog‘lanish erkin energiyalar qiymati.

Umbrella sampling natijalari ushbu kuzatuvlarni kvantitativ jihatdan tasdiqladi. Hisoblangan potensial o‘rtacha kuch profillari asosida aniqlangan bog‘lanish erkin energiyasi qiymatlari oksidlangan struktura uchun sezilarli

ISSN 3030-3907

darajada yuqoriligi aniqlandi. Erkin energiyaning ortishi PD-1/PD-L1 kompleksining beqarorlashganini va bog‘lanish affinitetining kamayganini anglatadi (Rasm 4).

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, oksidativ modifikatsiya PD-L1 oqsilining strukturaviy yaxlitligini o‘zgartirib, uning funksional faoliyatini susaytiradi. Ayniqsa, bog‘lanish interfeysida yuzaga kelgan konformatsion o‘zgarishlar PD-1 bilan samarali o‘zaro ta’sirni cheklaydi. Bu esa immun nazorat nuqtasi mexanizmining buzilishiga va T-hujayralar faolligining tiklanishiga olib kelishi mumkin. Shu nuqtai nazardan, no-termal plazma orqali induktsiyalangan oksidativ modifikatsiya an’anaviy immunoterapiyaga muqobil yoki qo‘shimcha yondashuv sifatida qaralishi mumkin. Ayniqsa, dori vositalariga rezistent bo‘lgan holatlarda, oqsilni to‘g‘ridan-to‘g‘ri kimyoviy modifikatsiya qilish orqali uning funksiyasini buzish yuqori samaradorlikka ega bo‘lishi ehtimoli mavjud.

XULOSA.

Mazkur tadqiqotda PD-1/PD-L1 kompleksining strukturaviy va energetik xususiyatlari no-termal plazma ta’sirida yuzaga keluvchi oksidativ modifikatsiya nuqtai nazaridan kompleks tarzda o‘rganildi. Molekulyar dinamika simulyatsiyalari natijalari shuni ko‘rsatdiki, asl holatdagi kompleks nisbatan yuqori darajada strukturaviy barqarorlikni saqlab qoladi, oksidlangan shaklda esa sezilarli konformatsion o‘zgarishlar kuzatildi. Xususan, RMSD va RMSF tahlillari orqali aniqlanganidek, oksidativ modifikatsiya oqsilning global va lokal barqarorligini pasaytirib, ayniqsa bog‘lanish interfeysiga yaqin sohalarda tebranishlarning ortishiga olib keldi. Vodorod bog‘lari va erituvchi bilan ta’sirlashuv yuzasi (SASA) ham ushbu xulosalarni qo‘llab-quvvatlab, oksidlangan struktura uchun ichki va o‘zaro ta’sirlarning zaiflashganini ko‘rsatdi. Bu esa PD-1 va PD-L1 o‘rtasidagi molekulyar tanib olish jarayonining buzilishiga sabab bo‘luvchi muhim omil hisoblanadi. Soyabon namunalash usuli yordamida hisoblangan bog‘lanish erkin energiyasi qiymatlari esa oksidlangan kompleksda sezilarli darajada ortganini ko‘rsatib, uning termodinamik jihatdan berqarorlashganini tasdiqladi.

Olingan natijalar asosida xulosa qilish mumkinki, oksidativ modifikatsiya PD-L1 oqsilining strukturaviy yaxlitligini buzadi va uning PD-1 retseptori bilan o‘zaro ta’sirini susaytiradi. Tadqiqot natijalari no-termal plazmaning immunoterapiya bilan kombinatsiyalangan holda qo‘llanilishi saratonni davolashda yangi va istiqbolli strategiya bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Kelgusida ushbu yondashuvni eksperimental va klinik darajada chuqurroq o‘rganish, shuningdek, turli oksidativ modifikatsiya shakllarining ta’sirini solishtirish muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib qoladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Han, Y., D. Liu, and L.J.A.j.o.c.r. Li, *PD-1/PD-L1 pathway: current researches in cancer*. 2020. **10**(3): p. 727.
2. Chen, L. and X.J.T.J.o.c.i. Han, *Anti–PD-1/PD-L1 therapy of human cancer: past, present, and future*. 2015. **125**(9): p. 3384-3391.
3. Topalian, S.L., C.G. Drake, and D.M.J.C.c. Pardoll, *Immune checkpoint blockade: a common denominator approach to cancer therapy*. 2015. **27**(4): p. 450-461.
4. Sunshine, J. and J.M.J.C.o.i.p. Taube, *Pd-1/pd-l1 inhibitors*. 2015. **23**: p. 32-38.
5. Sharma, P. and J.P.J.S. Allison, *The future of immune checkpoint therapy*. 2015. **348**(6230): p. 56-61.
6. Braný, D., et al., *Cold atmospheric plasma: A powerful tool for modern medicine*. 2020. **21**(8): p. 2932.
7. Graves, D.B.J.P.o.P., *Low temperature plasma biomedicine: A tutorial review*. 2014. **21**(8).
8. Keidar, M., et al., *Cold atmospheric plasma in cancer therapy*. 2013. **20**(5).
9. Bauer, G., et al., *Cold atmospheric plasma and plasma-activated medium trigger RONS-based tumor cell apoptosis*. 2019. **9**(1): p. 14210.
10. Utsumi, F., et al., *Selective cytotoxicity of indirect nonequilibrium atmospheric pressure plasma against ovarian clear-cell carcinoma*. 2014. **3**(1): p. 398.
11. van Gunsteren, W.F.J.C.O.i.S.B., *Molecular dynamics studies of proteins*. 1993. **3**(2): p. 277-281.
12. Zak, K.M., et al., *Structure of the complex of human programmed death 1, PD-1, and its ligand PD-L1*. 2015. **23**(12): p. 2341-2348.

ISSN 3030-3907

ДФГТ, МФГТ КОРРОЗИЯ ИНГИБИТОРЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ ВА ХОССАЛАРИ

Махаммадиев Ойбек Рамазон ўгли
Турабджонова Саодат Шавкатовна
Хакимова Гузал Рахматовна
Тошкент давлат техника университети PhD., доцент
Тошкент кимё-технология институти катта ўқитувчи
E-mail: muxammadiyevo@mail.ru

Аннотация. Ушбу мақолада реакция учун олинган дастлабки моддаларнинг қисқача тавсифи, тадқиқот объектлари хисобланган бирикмаларнинг синтези, олиниш шароитлари, олинган бирикмаларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, реакция унумининг дастлабки моддалар нисбати, ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги графиклар кўринишида келтирилган.

Калит сўзлар: коррозия ингибиторлари, физик-кимёвий хусусиятлари, коррозион мухит, ҳарорат, моддалар нисбати.

Аннотация. В данной статье в виде графиков представлено краткое описание исходных веществ, полученных для реакции, синтез соединений, рассматриваемых в качестве объектов исследования, условия приготовления, физико-химические свойства полученных соединений, отношение выхода реакции к исходным веществам, зависимость от температуры и времени.

Ключевые слова: ингибиторы коррозии, физико-химические свойства, коррозионная среда, температура, соотношение веществ.

Annotation. In this article, a brief description of the initial substances obtained for the reaction, the synthesis of the compounds considered as research objects, conditions of preparation, physico-chemical properties of the obtained compounds, the ratio of the reaction yield to the initial substances, dependence on temperature and time are presented in the form of graphs.

Keywords: corrosion inhibitors, physico-chemical properties, corrosion environment, temperature, ratio of substances.

КИРИШ.

Бугунги кунда жаҳонда металлар коррозиясига қарши таркибида азот, фосфор ва олтингугурт тутган гетероатомли, амин гуруҳи тутган ароматик ва алифатик бирикмалар шунингдек полисиликатлар ва комплекс бирикмалар асосида сувда ва нефтда эрувчи органик ҳамда ноорганик моддалар асосида самарадор бўлган ингибиторлар ишлаб чиқиш бўйича тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Шундан келиб чиқиб олиш технологияси мураккаб, таннархи қиммат, заҳарли бўлган ингибиторлар ўрнига, маҳаллий хомашёлар ва саноат иккиламчи маҳсулотлари асосида икки ва ундан ортиқ компонентлардан

ISSN 3030-3907

ташкил топган, экологик хавфсиз, атроф муҳитга кам зарар етказадиган композит ингибиторлар олишга алоҳида эътибор қаратилмоқда[1].

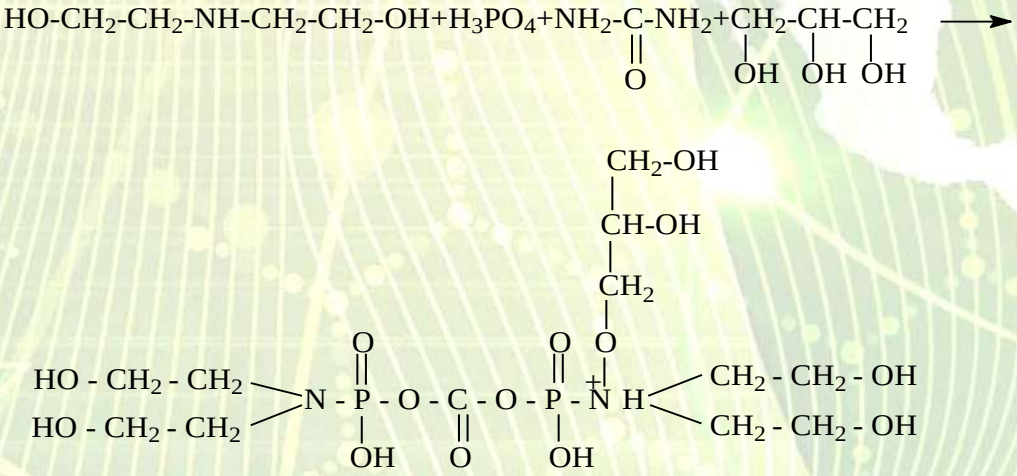
ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ.

Этаноламинлар ва этилендиамин асосида сувда эрувчан композит коррозия инибиторлари синтез қилиб олинди. Синтез жараёнининг оптимал параметрлари, физик-кимёвий хоссалари ўрганилди. Олинган бирикмаларни турли хил муҳитлардаги ингибиторлик хусусиятлари, самарадорлик кўрсаткичлари ўрганилди.

ДФГК бирикмасининг олиниши

Аралаштиргич, қайтар совутгич ва термометр билан жиҳозланган ҳажми 50 см^3 бўлган юмалоқ тубли колбага 10.5 г (0,1 моль) диэтаноламин, 5,0 г (0,05 моль) ортофосфат кислота, 0.92 г (0,01 моль) глицерин жойлаштирилди. Аралашма суюқ бир жинсли гомоген аралашма ҳосил бўлгунча 110-120°C оралиғида қиздирилди сўнгра аралаштириб турган ҳолда 8.5 г (0,14 моль) мочевина қўшилди. Кейин аралашмадан аммиак гази ажралиши бутунлай тугамагунча ҳарорат 135°C да 2,5 соат вақт давомида бир жинсли масса ҳосил бўлгунча давом эттирилди. Сўнгра реакция аралашмаси совутилди ва қуйуқ тўқ сариқ рангли бирикма ҳосил бўлди. Маҳсулот унуми (86%). Физик-кимёвий хусусиятлари жадвалда (1-жадвал) да келтирилган [2,3].

Умумий ҳолда реакция схемасини қўйидагича ифодалаш мумкин:



1-жадвал

ДФГК маркали ингибиторнинг физик-кимёвий хоссалари

№	Агрегат ҳолати	pH	Зичлиги г/см^2	Эритувчиси
ДФГК	сарғиш рангли	6,5	1,42	сув

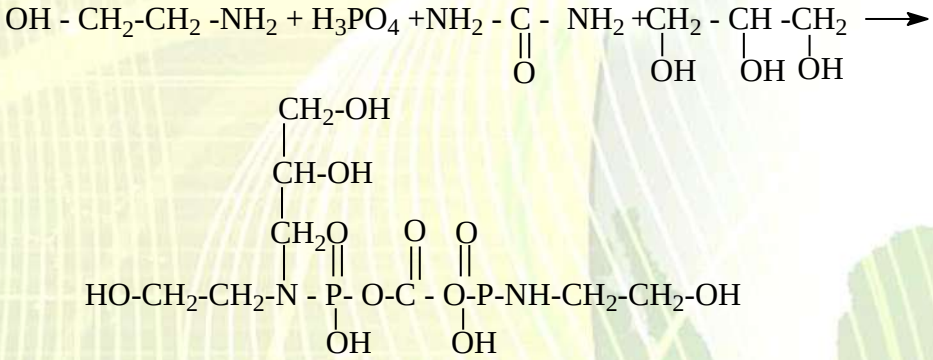
ISSN 3030-3907

	қиёмсимон модда			

МФГК бирикмасининг олиниши

Аралаштиргич, қайтар совутгич ва термометр билан жиҳозланган ҳажми 50 $см^3$ бўлган юмалоқ тубли колбага 6.1 г (0,1 моль) моноэтаноламин, 6,6 г (0,067 моль) ортофосфат кислота, 0.92 г (0,01 моль) глицерин жойлаштирилди. Аралашма суюқ бир жинсли гомоген аралашма ҳосил бўлгунча 110-120°С оралиғида қиздирилди сўнгра аралаштириб турган ҳолда 9.3 г (0,155 моль) мочевина қўшилди. Кейин аралашмадан аммиак гази ажралиши бутунлай тугамагунча ҳарорат 140°С да 2 соат вақт давомида бир жинсли масса ҳосил бўлгунча давом эттирилди. Сўнгра реакция аралашмаси совутилди ва оч сариқ рангли парашоксимон бирикма ҳосил бўлди. Маҳсулот унуми (85%). Физик-кимёвий хусусиятлари жадвалда (2-жадвал) да келтирилган [4,5].

Умумий ҳолда реакция схемасини кўйидагича ифодалаш мумкин:

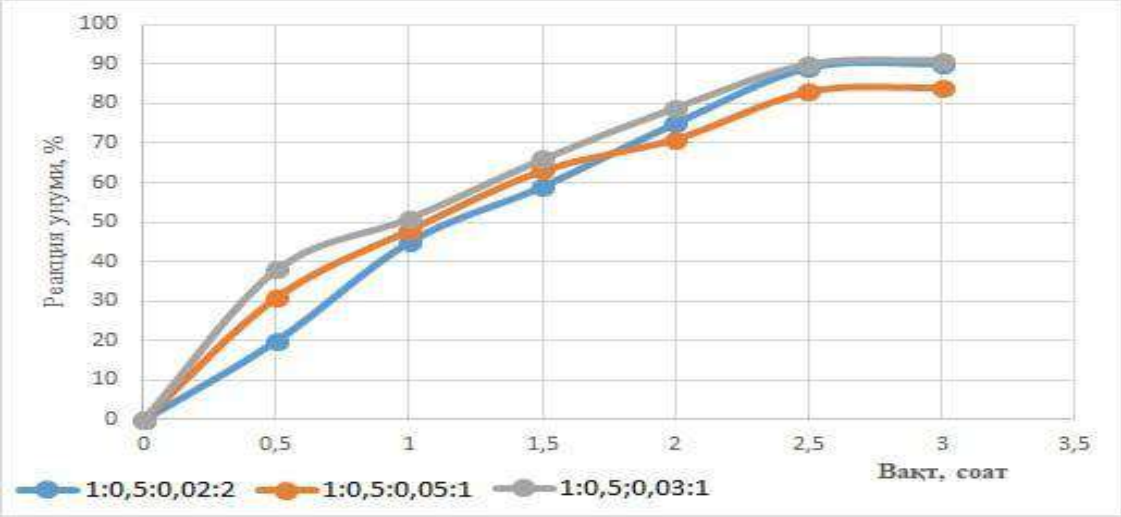


2-жадвал

МФГК маркали ингибиторнинг физик-кимёвий хоссалари

№	Агрегат ҳолати	pH	Зичлиги г/$см^2$	Эритувчиси
МФГК	оч сариқ рангли парашоксимон модда	6,1	1,29	сув

ISSN 3030-3907



1-расм. Реакция унумини дастлабки моллалар нисбати ва вақтга боғлиқлиги

Стеарамид ва натрий гипохлорит асосидаги стеариламин синтези ўрганилди. Ҳосил бўлган ёғ кислотаси аминининг эрувчанлиги ўрганилди. Маҳсулотнинг юқори унумига эришиш учун стеарамид ва натрий гипохлорит ўртасидаги ўзаро таъсирнинг кимёвий реакцияси ва оптимал вақт ўрганилди. Олинган стеариламиннинг метанол ва этанолда эрувчанлиги аниқланган. Ушбу тажрибада коррозия ингибитори сифатида фойдаланиш учун стеарамид ва натрий гипохлорит асосида стеариламин олинган.

Стеарамид ва натрий гипохлорит асосида стеариламин олиш. Дастлаб, стеарин кислотаси ва карбамиддан кислота амидини олиш учун оптимал шароитлар аниқланди. Стеарин кислотасининг 0,05 мол намунаси икки бўйинли колбага солинган ва 105-110°C га қадар қиздирилгандан сўнг, кислота эритмасига 0,1 мол карбамид қўшилган. Хар бир кейинги қисм олдинги қисм тўлиқ эритилгандан кейин қўшилади. Барча карбамид эриганидан сўнг, аралашма 30 дақиқа давомида 150°C да ушланади сўнгра реакция массаси 120°C га қадар совутилади ва қолдиқ кислотани нейтраллаш учун 5% ли сода эритмасига қуйилади.

30 дақиқа давомида 1:2 моль нисбатда ва 150ºC ҳароратда реакция маҳсулотидаги аралашмаларни йўқотиш учун эритма аралашмасидан стеарамид чўктирилади.

Реакция тенгламасини қўйдагича ёзиш мумкин:

$$R\text{-}COOH + (NH)_2CO = R\text{-}CONH_2 + NH_3 + CO_2$$

Бу ерда: $R= C_{17}H_{35}$.

ХУЛОСА.

Синтез қилинган ингибиторлар бўйича умумий ҳулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, тадқиқот объектлари хисобланган бирикмаларнинг

ISSN 3030-3907

синтези, реакция учун олинган дастлабки моддаларнинг қисқача тавсифи, олиниш шароитлари, олинган бирикмаларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, реакция унумининг дастлабки моддалар нисбати, ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги графиклар кўринишида келтирилган бўлиб, дастлабки моддалар нисбати 1:0,5:0,03:1, реакция вақти 3 соатга етганда махсулот унуми 90% ни ташкил этди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Чепкасова О. А., Селезнева А. А., Садилов А. И., Хмелев С. В. Коррозия металлов // Молодой учёный. Научный журнал № 23 (103) / 2015. С. 260-263.
2. Sokiyeva K, Shirinov Sh. Makhammadiyev O. Synthesis of hydrogel based on carboxymethylcellulose // UZBEK CHEMICAL JOURNAL. O‘zbekiston kimyo jurnali, 2025, №2
4. О.Р.Махаммадиев., Бекназаров Х.С., Сокиева К.У., Джалилов А.Т. Сравнение ингибиторов коррозии ЭФГК, ЭФГТ, ФЛОГАРТ И ФЛЕК // Universum– 25.09.2021. – № 9(90). – С. 401-408.
5. О.Р. Махаммадиев. «Маҳаллий хомашёлар асосида металл коррозиясининг олдини олувчи коррозия ингибиторларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш» Диссертация. Тошкент.: 2023 й. 56-70 б.
6. O.P. Махаммадиев. Investigation of steel surface morphology in 3D format using an atomic force microscope// UZBEK CHEMICAL JOURNAL. O‘zbekiston kimyo jurnali, 2023, №2

ISSN 3030-3907

ЭФГТ, ЭФГК КОРРОЗИЯ ИНГИБИТОРЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ ВА ХОССАЛАРИ

Валеева Наила Геннадеевна
Махаммадиев Ойбек Рамазон ўгли
Тошкент давлат техника университети
т.ф.н., доцент
PhD., доцент
E-mail: muxammadiyevo@mail.ru

Аннотация. Ушбу мақолада реакция учун олинган дастлабки моддаларнинг қисқача тавсифи, тадқиқот объектлари хисобланган ЭФГТ, ЭФГК бирикмаларининг синтези, олиниш шароитлари, олинган бирикмаларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, махсулот унумининг ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги график кўринишида келтирилган.

Калит сўзлар: коррозия ингибиторлари, физик-кимёвий хусусиятлари, ЭФГТ, ЭФГК, ҳарорат, моддалар нисбати.

Аннотация. В данной статье в графической форме представлено краткое описание полученного для реакции сырья, синтеза соединений ЭФГТ и ЭФГК, объектов исследования которых были рассчитаны, условий производства, физико-химических свойств полученных соединений, а также температурно-временной зависимости выхода продукта..

Ключевые слова: ингибиторы коррозии, физико-химические свойства, ЭФГТ, ЭФГК, температура, соотношение веществ.

Annotation. In this article, a brief description of the raw materials obtained for the reaction, the synthesis of EFGT, EFGK compounds, the research objects of which were calculated, the conditions of production, the physical and chemical properties of the obtained compounds, and the temperature and time dependence of the product yield are presented in graphic form.

Keywords: corrosion inhibitors, physico-chemical properties, EFGT, EFGK, temperature, ratio of substances.

КИРИШ.

Республикамизда маҳаллий хомашёлар ва саноат иккиламчи маҳсулотлари асосида композициялар ва кўпфункцияли самарадор ингибиторлар ишлаб чиқишда маълум илмий ва амалий натижаларга эришилмоқда. Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Харакатлар стратегиясида “Маҳаллий хомашё ресурсларини чуқур қайта ишлаш асосида, юқори қўшимча қийматли тайёр маҳсулот ишлаб чиқаришни янада жадаллаштириш, сифат жиҳатдан янги маҳсулотлар олиш технологияларини ўзлаштириш ва такомиллаштириш” бўйича амалга

ISSN 3030-3907

ошириладиган муҳим вазифалар ва бажариладиган тизимли ишлар белгилаб берилган. Бу борада металл буюмлари коррозиясини олдини олувчи олигомер типдаги композит бирикмалар олиш бўйича амалий изланишлар олиб борилган. Бу эса саноат чиқиндилари асосида янги типдаги ингибитор бирикмалар олиш технологияларини ишлаб чиқиш ҳамда амалиётга жорий этишда муҳим аҳамият касб этади[1].

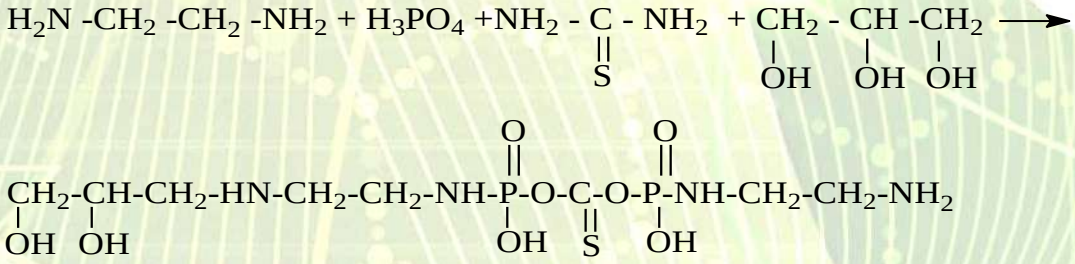
ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ.

Этаноламинлар ва этилендиамин асосида сувда эрувчан композит коррозия инибиторлари синтез қилиб олинди. Синтез жараёнининг оптимал параметрлари, физик-кимёвий хоссалари ўрганилди. Олинган бирикмаларни турли хил муҳитлардаги ингибиторлик хусусиятлари, самарадорлик кўрсаткичлари ўрганилди.

ЭФГТ бирикмасининг олиниши

Аралаштиргич, қайтар совутгич ва термометр билан жиҳозланган ҳажми 50 см^3 бўлган юмалоқ тубли колбага 6 г (0,1 моль) этилендиамин, 9,9 г (0,1 моль) ортофосфат кислота, 1.15 г (0,0125 моль) глицерин жойлаштирилди. Аралашма суюқ бир жинсли гомоген аралашма ҳосил бўлгунча ҳарорат 120-130°С оралиғида қиздирилди сўнгра аралаштириб турган ҳолда 7.6 г (0,1 моль) тиокарбамид қўшилди. Кейин аралашмадан аммиак гази ажралиши бутунлай тугамагунча ҳарорат 180°С да 1-1,5 соат вақт давомида бир жинсли масса ҳосил бўлгунча давом эттирилди. Сўнгра реакция аралашмаси совутилди ва қаттиқ сариқ рангли бирикма ҳосил бўлди. Маҳсулот унуми (87%). Физик-кимёвий хусусиятлари жадвалда (1-жадвал) да келтирилган [2;3].

Умумий ҳолда реакция схемасини қўйидагича ифодалаш мумкин:



1-жадвал

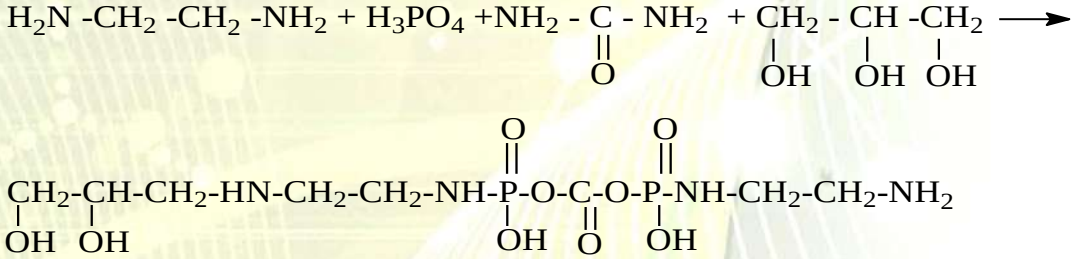
ЭФГТ маркали ингибиторнинг физик-кимёвий хоссалари

№	Агрегат ҳолати	pH	Зичлиги г/см^2	Эритувчиси
ЭФГТ	Сариқ рангли парашоксимон модда	5,8	1,31	сув

ISSN 3030-3907

ЭФГК бирикмасининг олиниши

Аралаштиргич, қайтар совутгич ва термометр билан жиҳозланган ҳажми 50 $см^3$ бўлган юмалоқ тубли колбага 6 г (0,1 моль) этилендиамин, 9,8 г (0,10 моль) ортофосфат кислота, 0.92 г (0,01 моль) глицерин жойлаштирилди. Аралашма суюқ бир жинсли гомоген аралашма ҳосил бўлгунча 90-110°С оралиғида қиздирилди сўнгра аралаштириб турган ҳолда 6.6 г (0,11 моль) мочевина қўшилди. Кейин аралашмадан аммиак гази ажралиши бутунлай тугамагунча ҳарорат 135°С да 1,5 соат вақт давомида бир жинсли масса ҳосил бўлгунча давом эттирилди. Сўнгра реакция аралашмаси совутилди ва қаттиқ тўқ сариқ рангли бирикма ҳосил бўлди. Маҳсулот унуми (84%). Физик-кимёвий хусусиятлари жадвалда (2-жадвал) келтирилган [3;4]. Умумий ҳолда реакция схемасини кўйидагича ифодалаш мумкин:

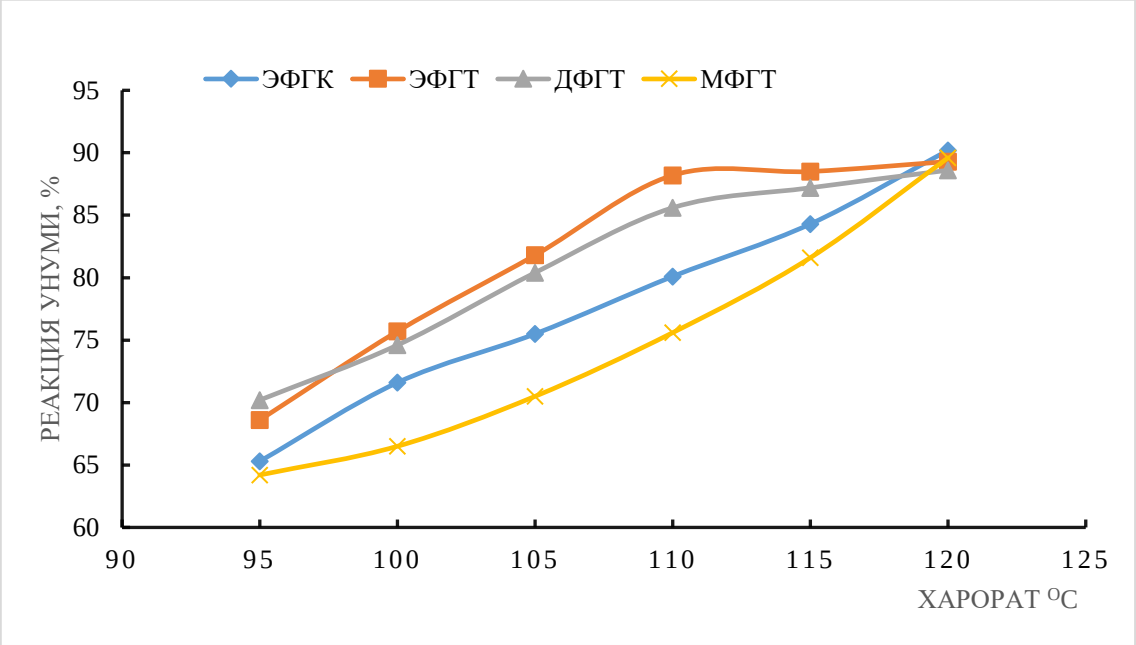


2-жадвал

ЭФГК маркали ингибиторнинг физик-кимёвий хоссалари

№	Агрегат ҳолати	pH	Зичлиги г/$см^2$	Эритувчиси
ЭФГК	оч сариқ рангли парашоксимон модда	6,3	1,27	сув

ISSN 3030-3907

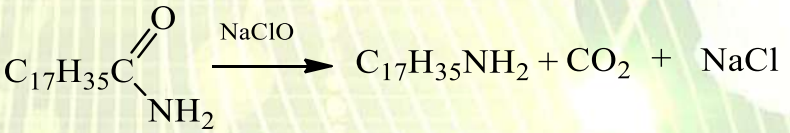


1-расм. Ингибиторлар реакция унумини хароратга боғлиқлиги

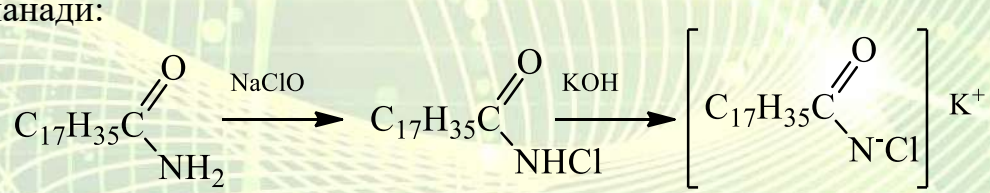
Графикда ингибиторлар реакция унумининг ҳароратга боғлиқликлари келтирилган бўлиб, маҳсулот ҳосил бўлишида энг оптимал нисбат, вақт ва ҳарорат ўрганишлар натижасида аниқланган.

Олинган стеарамид асосида стеариламин олиш жараёни қуйидагича:

Карбон кислоталарнинг амидларини ишқорий металлар гипогалогенитлари таъсирида юзага келадиган CO_2 нинг ажралиб чиқиши билан, бирламчи аминларга айланиши (Хоффман қайта гуруҳланиши, Хоффманга кўра амидларнинг реакцияси):

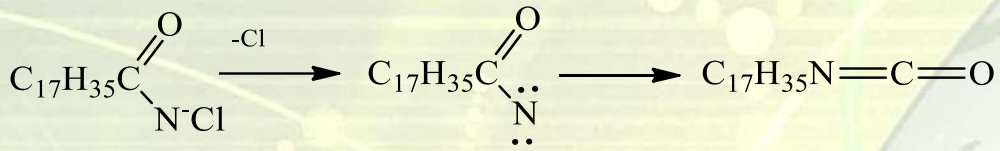


Сувли гипогалогенит эритмасига амид қўшилади, сўнгра 40-80 ° С гача қиздирилади ва шу билан реакция тугалланади. Юқори ёг кислоталари амидларидан аминлар олиш унумини ошириш учун реакция спиртли эритмада олиб борилади. Олинган уретанлар осонлик билан аминларга гидролизланади. Ишқорлар таъсирида беқарор туз ҳосил қилувчи N-галогенамиднинг Хоффман реакцияси бўйича биринчи босқичи қуйидагича ифодаланади:

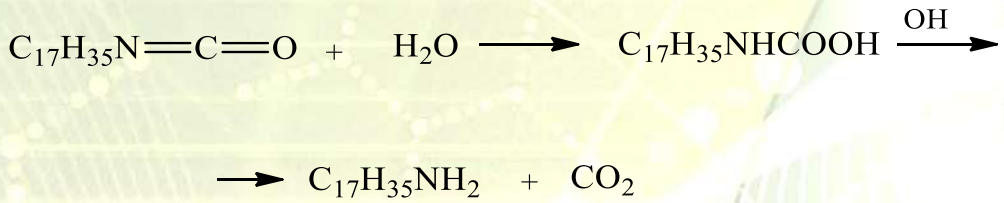


ISSN 3030-3907

Хоффман реакциясининг тезликни аниқловчи босқичи, нитрен ҳосил қилиш учун галогенни ажратиш, изоциянатга қайта гуруҳланиш орқали стабиллашадиган босқич қуйидагича кўрсатилган:



Иккинчи босқич, изоциянат орқали H_2O билан ўзаро таъсирлашганда аминга айланади:



Олинган оч сариқ суюқлик сувга қўшилади. Натижада чўкма тушади. Ушбу чўкма филтрланади, бир неча марта дистилланган сув билан ювилади ва ҳосил бўлган оқ кристаллар қуритилади.

3-жадвал

Ёғ кислотаси аминининг эрувчанлиги

Эритувчилар 100 мл	Эрувчанлиги г/мл	Эритувчилар 100 мл	Эрувчанлиги г/мл
метанол	80	бензин	-
этанол	65	газоконденсат	-
бензол	40	толуол	-
гексан	20	сув	-

Стеарамид ва натрий гипохлорит асосида олинган стеариламин хона ҳароратида 50-54°C да эриш нуқтасига эга бўлган мўрт кристаллдир. Аниқланишича, стеарамиднинг натрий гипохлорит билан реакция жараёнида маҳсулот унумдорлиги, маҳсулот унумини назарий ҳисоблашнинг 80% ини ташкил этади ва бу кўрсаткичга эришиш учун оптимал вақт 3 соатни ташкил қилади.

ХУЛОСА.

Синтез қилинган ингибиторлар бўйича хулоса ўрнида шуни айтиш мумкинки, тадқиқот объектлари хисобланган бирикмаларнинг синтези, реакция учун олинган дастлабки моддаларнинг қисқача тавсифи, олиниш шароитлари, олинган бирикмаларнинг физик-кимёвий хусусиятлари, реакция унумининг ҳарорат ва вақтга боғлиқлиги график кўринишида

ISSN 3030-3907

келтирилган бўлиб, ҳарорат 120°C да, реакция вақти 3 соатга етганда махсулот унуми 88% ни ташкил этди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Н. Г. Россина., Н. А. Попов., М. А. Жилякова., А. В. Корелин. Методы исследований коррозионных процессов // Уральский федеральный университет 2019. Учебно-методическое пособие. С. 43-45.
2. Sokiyeva K, Shirinov Sh. Makhammadiyev O. Synthesis of hydrogel based on carboxymethylcellulose // UZBEK CHEMICAL JOURNAL. O‘zbekiston kimyo jurnali, 2025, №2
3. О.Р.Махаммадиев. Испытание новых синтезированных ингибиторов в технологической воде и газовом конденсате// Development of science– avgust 2025/8. Volume 3 – С. 9-14.
4. О.Р. Махаммадиев. «Маҳаллий хомашёлар асосида металл коррозиясининг олдини олувчи коррозия ингибиторларини олиш технологиясини ишлаб чиқиш» Диссертация. Тошкент.: 2023 й. 56-70 б.
5. О.Р. Махаммадиев. Investigation of steel surface morphology in 3D format using an atomic force microscope// UZBEK CHEMICAL JOURNAL. O‘zbekiston kimyo jurnali, 2023, №2

ISSN 3030-3907

KONVOLYUTSION NEYRON TARMOQ ASOSIDA TIBBIY TASVIRLARNI TASNIFLASH

D.T.Muhamediyeva
«Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti» milliy tadqiqot universiteti
E-mail: dilnoz134@rambler.ru
G.A.Usnatdinova.
«Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti» milliy tadqiqot universiteti
E-mail: guliyaxmetovnaaa@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) yordamida tibbiy tasvirlarni avtomatik tasniflash bo‘yicha tadqiqot natijalari keltiriladi. Tadqiqotda TensorFlow kutubxonasidan foydalangan holda rasmlarni trening va test to‘plamlariga ajratish, ularni standart o‘lchamga keltirish, normalizatsiya qilish hamda ko‘p qatlamli CNN modelini yaratish va o‘qitish amaliyotlari bajarildi. Model o‘quv jarayonida turli konvolyutsion qatlamlar, pooling, dropout va softmax funksiyalaridan foydalandi. Eksperimentlar natijasida model sinov to‘plamida yuqori aniqlik ko‘rsatkichiga erishdi va confusion matrix hamda classification report yordamida baholandi. Olingan natijalar CNN texnologiyasining tibbiy tasvirlarni yuqori aniqlikda tasniflash imkoniyatiga ega ekanligini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari klinik diagnostika jarayonlarida sun’iy intellektdan foydalanish samaradorligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar. Konvolyutsion neyron tarmoq, tasvirlarni tasniflash, tibbiy diagnostika, mashinaviy o‘qitish, sun’iy intellekt, deep learning, MRI tasvirlari, normalizatsiya, CNN modeli.

Аннотация. В данной научной работе представлены результаты исследования автоматической классификации медицинских изображений с использованием сверточной нейронной сети (CNN). В исследовании были выполнены операции разделения изображений на обучающую и тестовую выборки, масштабирования до стандартного размера, нормализации, а также создания и обучения многослойной модели CNN с использованием библиотеки TensorFlow. В процессе обучения модель использовала различные сверточные слои, пулинг, дропаут и функции softmax. В результате экспериментов модель достигла высокой точности на тестовой выборке и была оценена с помощью матрицы ошибок и отчета о классификации. Полученные результаты показывают, что технология CNN способна классифицировать медицинские изображения с высокой точностью. Результаты исследования подтверждают эффективность

ISSN 3030-3907

использования искусственного интеллекта в процессах клинической диагностики.

Ключевые слова: сверточная нейронная сеть, классификация изображений, медицинская диагностика, машинное обучение, искусственный интеллект, глубокое обучение, МРТ-изображения, нормализация, модель CNN.

Abstract. This scientific work presents the results of research on automatic classification of medical images using a convolutional neural network (CNN). In the study, the operations of dividing images into training and test sets, scaling them to a standard size, normalization, and creating and training a multilayer CNN model were performed using the TensorFlow library. The model used various convolutional layers, pooling, dropout, and softmax functions in the training process. As a result of the experiments, the model achieved high accuracy on the test set and was evaluated using a confusion matrix and classification report. The results obtained show that CNN technology has the ability to classify medical images with high accuracy. The results of the research confirm the effectiveness of using artificial intelligence in clinical diagnostic processes.

Keywords: Convolutional neural network, image classification, medical diagnostics, machine learning, artificial intelligence, deep learning, MRI images, normalization, CNN model.

KIRISH.

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt va chuqur o‘rganish texnologiyalarining rivojlanishi tibbiyotda yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlarga asoslangan tasvirlarni qayta ishlash usullari yordamida turli kasalliklarni erta aniqlash, avtomatik diagnostika va tibbiy qarorlarni qo‘llab-quvvatlash tizimlari keng joriy etilmoqda. Tibbiy tasvirlar, jumladan MRI, KT, rentgen formatidagi ma’lumotlar asosida yuritilayotgan diagnostika jarayonida inson omilini kamaytirish va aniqlikni oshirish dolzarb masalalardan biridir [1-3].

Ushbu maqolada TensorFlow platformasi asosida tibbiy tasvirlarni CNN yordamida tasniflashga qaratilgan algoritm ishlab chiqildi. Model tasvirlarni avtomatik o‘qib, o‘lchamlarini moslashtiradi, normalizatsiya qiladi va chuqur o‘rganish orqali turli toifalarga ajratadi. Tadqiqot jarayonida ma’lumotlar to‘plami trening va test segmentlariga bo‘lindi, model o‘qitildi va yakuniy natijalar statistika (accuracy, loss), classification report va confusion matrix yordamida baholandi. Olingan natijalar CNN usuli tibbiy tasniflashda samarali vosita ekanligini tasdiqlaydi [4-7].

Ushbu tadqiqotning maqsadi — konvolyutsion neyron tarmoq arxitekturasidan foydalanib tibbiy tasvirlarni avtomatik ravishda tasniflash modelini ishlab chiqish, uni TensorFlow platformasida o‘qitish va baholash orqali

ISSN 3030-3907

sun’iy intellekt yordamida diagnostika jarayonlarining samaradorligini oshirishdir. Model yordamida kasallik turlarini aniqlashda yuqori aniqlikka erishish, inson omilini kamaytirish va erta tashxis qo‘yish imkoniyatlarini ilmiy asoslash tadqiqotning asosiy yo‘nalishini tashkil etadi [8-9].

Tadqiqot vazifalari quyidagilardan iborat: tibbiy tasvirlardan iborat ma’lumotlar to‘plamini tayyorlash va standarlashtirish; TensorFlow kutubxonasi asosida CNN arxitekturasini qurish; modelni o‘qitish va test qilish; klassifikatsiya metrikalari (accuracy, loss, classification report, confusion matrix) yordamida baholash; tajriba natijalarini tahlil qilish va CNN usullarining tibbiy tasniflashda qo‘llash imkoniyatlarini asoslab berish [10-12].

Tadqiqotda real tibbiy tasvirlar asosida optimallashtirilgan CNN modeli ishlab chiqildi hamda ma’lumotlarni avtomatik qayta ishlash, normalizatsiya va kategoriyalash mexanizmlari integratsiya qilindi. Ushbu model orqali sun’iy intellekt algoritmlarining klinik diagnostikaga moslashtirilishi tajribaviy ravishda isbotlandi. Shuningdek, model arxitekturasi va trening strategiyasining tanlovi tibbiy tasvirlarni yuqori aniqlik bilan tanib olish uchun samaradorligi bilan ajralib turadi [13-17].

Tadqiqot natijalari tibbiy diagnostika tizimlariga sun’iy intellekt texnologiyalarini tatbiq etishda muhim amaliy ahamiyatga ega. CNN modeli shifokorlarga vizual tahlil jarayonida yordam berishi, kasalliklarni erta bosqichda aniqlashni tezlashtirishi va xatolik ehtimolini kamaytirishi mumkin. Ushbu yechim kasalxonalar, diagnostika markazlari va telemeditsina platformalari uchun qo‘llanilishi hamda kelajakda klinik amaliyotga integratsiya qilinishi mumkin [18-20].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqotda tibbiy tasvirlarni avtomatik aniqlash uchun konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) arxitekturasi qo‘llanildi. Modelga kiruvchi ma’lumotlar to‘plami $D=\{(x_i,y_i\}_{i=1}^{N}$ ko‘rinishida bo‘lib, bu yerda x_i — rasm ma’lumoti, y_i esa mos toifa yorlig‘idir. Tasvirlar avval quyidagicha normallashtirildi [21-22]:

$$x_{i'}=\frac{x_i}{255}.$$

1.Konvolyutsiya jarayoni

Har bir konvolyutsiya qatlamida kirish tasvirdan xususiyatlar xaritasini olish jarayoni quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$f_{ij}^{(k)}=\sigma\left(\sum_m\sum_n x_{(i+m),(j+n)}\cdot w_{mn}^{(k)}+b^{(k)}\right),$$

bu yerda:

ISSN 3030-3907

$w^{(k)}$ - k-filtr vaznlari,

$b^{(k)}$ - siljish koeffitsiyenti,

$\sigma(\cdot)$ - ReLU aktivatsiya funksiyasi,

$$\sigma(x) = \max(0, x).$$

2. Pooling jarayoni

Max-Pooling operatsiyasi tasvirdagi eng muhim xususiyatlarni tanlab olish uchun ishlatiladi:

$$p_{ij} = \max_{(m,n)\in R} f_{(i+m),(j+n)},$$

bu yerda R pooling oynasini bildiradi.

3. Fully-Connected qatlam

Ko‘p o‘lchamli xususiyatlar xaritasini bir o‘lchamli vektorga aylantirilgan xususiyatlar to‘liq bog‘langan qatlamga uzatiladi:

$$z = W \cdot h + b,$$

bu yerda:

h-oldingi qatlam chiqishi

W, *b* – vazn va siljish parametrlari.

4. Softmax tasniflovchi

Chiqish qatlamida har toifa uchun ehtimollik quyidagicha hisoblanadi:

$$P(y = j|\ x) = \frac{e^{z_j}}{\sum_{k=1}^{K} e^{z_k}},$$

bu yerda K— sinflar soni.

5. Yo‘qotish funksiyasi (Categorical Cross-Entropy)

Modelning o‘qitilish jarayonida yo‘qotish funksiyasi:

$$L = -\sum_{i=1}^{N}\sum_{c=1}^{K} y_{ic} \log(\hat{y}_{ic}),$$

bu yerda:

y_{ic} -haqiqiy yorliq,

$\hat{y}_{ic}$ -model bashorati

6. Optimallashtirish (Adam optimizatori)

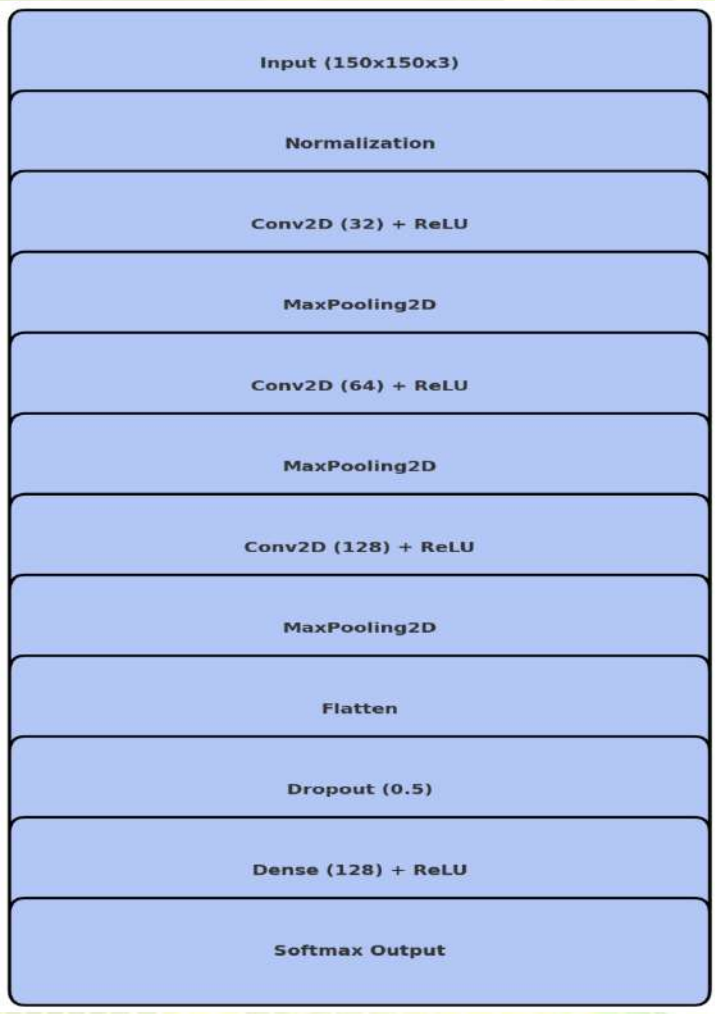
Gradientlar yordamida vaznlar yangilanadi:

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \alpha \cdot \frac{\hat{m}_t}{\sqrt{\hat{v}_t} + \varepsilon},$$

bu yerda α — o‘rganish tezligi (learning rate).

ISSN 3030-3907

Natijada CNN arxitekturasi orqali tasvirlardan avtomatik xususiyatlar ajratilib, Softmax tasniflagichi yordamida toifa ehtimollari hisoblandi. Model training va testing orqali baholandi (1-rasm).



1-rasm. Neyron to‘ri arxitekturasi

1-jadval

Arxitektura tavsifi

Qatlam	Funktsiya	Natija o‘lchami
Input	Tasvir kirish	150×150×3
Conv2D + ReLU	Xususiyatlarni ajratish	32 / 64 / 128 feature maps
MaxPooling2D	O‘lchamni kamaytirish	Spatial downsampling
Flatten	3D → 1D	Vektorlashtirish
Dropout (0.5)	Overfittingdan qo‘chish	Neyronlarni 50% tashlab ketish
Dense + ReLU	Yashirin qatlam	128 neyron
Dense + Softmax	Chiqish	Sinf ehtimolliklari

NATIJALAR

ISSN 3030-3907

Model 10 epoch davomida o‘qitildi va quyidagi ko‘rsatkichlarga erishildi:
Umumiy natija:

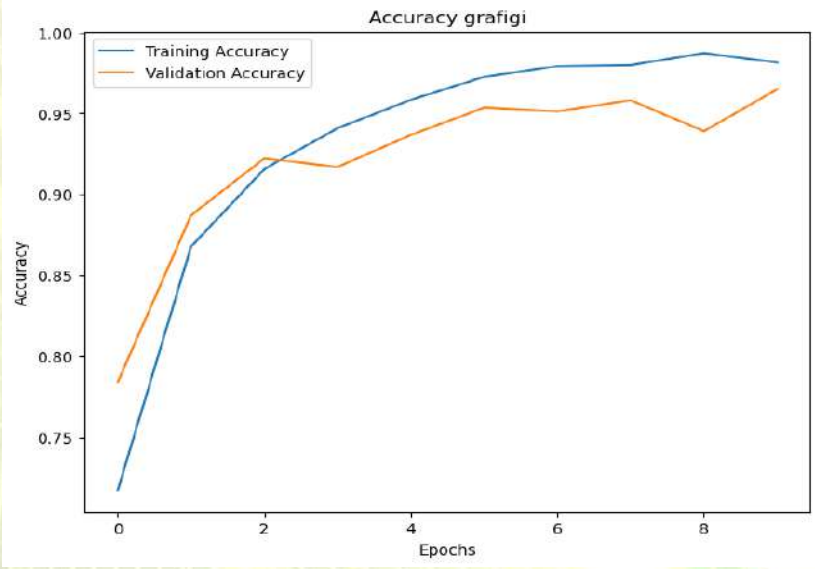
```
Classification Report:
              precision    recall  f1-score   support

      glioma       0.94      0.96      0.95       300
  meningioma       0.95      0.90      0.92       306
     notumor       0.99      1.00      0.99       405
   pituitary       0.97      1.00      0.98       300

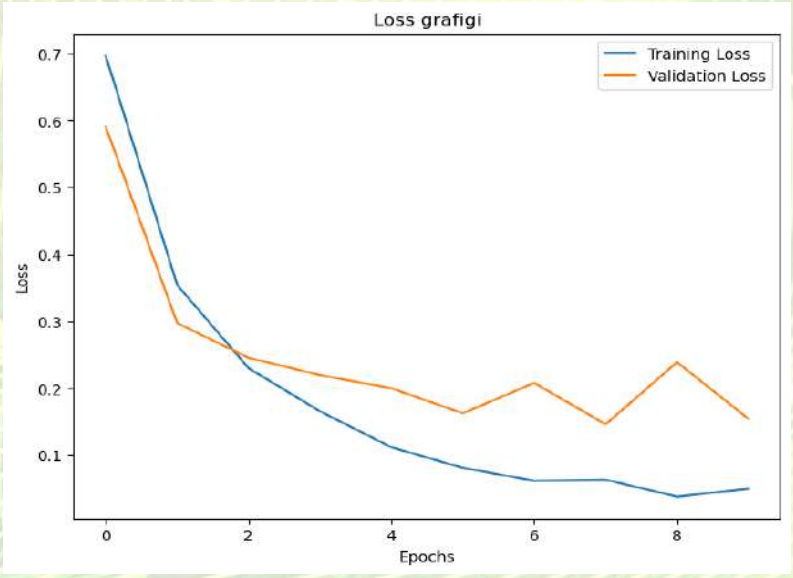
    accuracy                           0.96      1311
   macro avg       0.96      0.96      0.96      1311
weighted avg       0.96      0.96      0.96      1311

Traceback (most recent call last):
```

Ko‘rsatkich	Qiymat
Test Accuracy	**0.964**
Test Loss	0.1540<**0.30**)



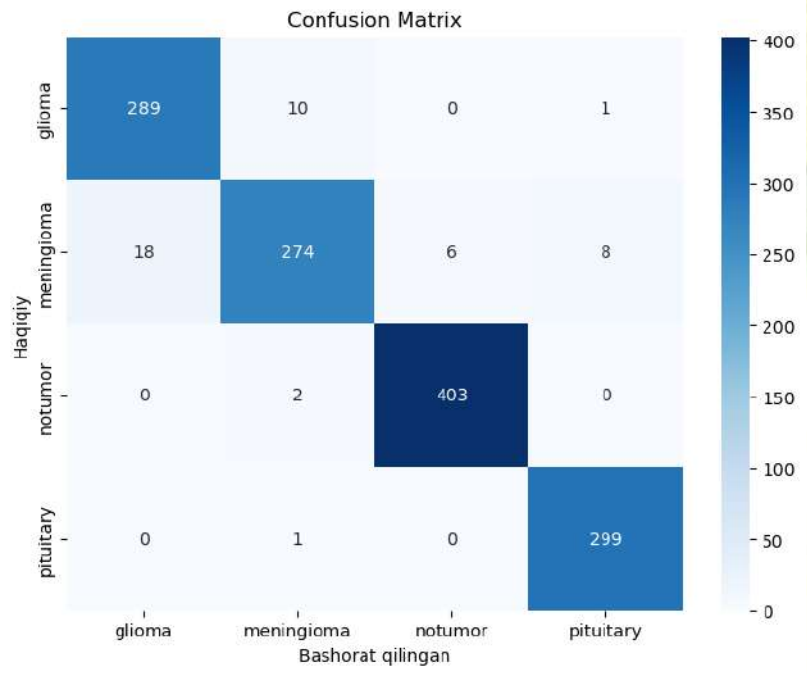
1-rasm Neyron to‘r natijalari



2-rasm. Neyron to‘ri natijalari

ISSN 3030-3907

Confusion Matrix modeli ko‘p sinfli tasniflashda to‘g‘ri ishlaganini ko‘rsatadi (3-rasm).



3-rasm. Confusion Matrix

Model sinov rasmida shunday natija berdi:

Bashorat: glioma,

Ehtimollik: 0.98.

Bu esa modelning magnet-rezonans tomografiya tasvirlarini yuqori ishonchlilik bilan tasniflash qobiliyatiga ega ekanini ko‘rsatadi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqotda magnet-rezonans tomografiya tasvirlari asosida miya o‘simtalarini avtomatik tasniflash uchun konvolyutsion neyron tarmog‘i arxitekturasiga asoslangan chuqur o‘rganish modeli ishlab chiqildi va baholandi. Model glioma, meningioma, pituitari o‘simtasi va sog‘lom miya tasvirlarini to‘rt toifaga ajratish bo‘yicha o‘qitildi. Eksperimental natijalar modelning yuqori aniqlik darajasiga erishganini ko‘rsatdi, bu esa ushbu yondashuvning tibbiy ko‘makchi tashxis tizimlarida qo‘llash uchun yetarlicha samarali ekanini tasdiqlaydi. CNN arxitekturasi magnet-rezonans tomografiya tasvirlaridan murakkab xususiyatlarni avtomatik ravishda ajratib olish va klinik ahamiyatga ega bo‘lgan naqshlarni aniqlashda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, chuqur o‘rganish modellaridan foydalanish diagnostika jarayonining tezligini oshirish, insoniy omilni kamaytirish va radiologlarning qaror qabul qilish imkoniyatlarini kengaytirishda katta ahamiyatga ega. Bu ayniqsa o‘simtalarni erta aniqlash va samarali davolash strategiyasini tanlashda muhim. Tadqiqot davomida ma’lumotlarni avtomatik yuklash, qayta ishlash va model samaradorligini vizual

ISSN 3030-3907

ko‘rsatish kabi funksiyalar muvaffaqiyatli amalga oshirildi. Confusion Matrix va tasniflash hisobotlari modelning barqaror ishlashini va barcha toifalarni yetarli darajada farqlay olishini tasdiqladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Belhi A., Bouras A. CNN features vs classical features for large-scale cultural image retrieval // *Proceedings of IEEE International Conference on Informatics, IoT, and Enabling Technologies.* – 2020. – P. 95–99. – DOI: 10.1109/ICIoT48696.2020.9089643.
2. Acevedo A., Merino A., Alférez S., Molina Á., Boldú L., Rodellar J. A dataset of microscopic peripheral blood cell images for development of automatic recognition systems // *Data in Brief.* – 2020. – Vol. 30. – P. 105474. – DOI: 10.1016/j.dib.2020.105474.
3. Alzu’bi A., Amira A., Ramzan N. Content-based image retrieval with compact deep convolutional features // *Neurocomputing.* – 2017. – Vol. 249. – P. 95–105. – DOI: 10.1016/j.neucom.2017.03.072.
4. Aronson A.R., Lang F.-M. An overview of MetaMap: historical perspective and recent advances // *Journal of the American Medical Informatics Association.* – 2010. – Vol. 17, No. 3. – P. 229–236. – DOI: 10.1136/jamia.2009.002733.
5. Caron M., Touvron H., Misra I., Jegou H., Mairal J., Bojanowski P., Joulin A. Emerging properties in self-supervised vision transformers // *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision.* – 2021.
6. Saraswati N. P. S. D., Pratiwi S. H., Sari E. A. Dyspnea management in patients with pneumonia and coronary artery disease: A case study // *Malahayati International Journal of Nursing and Health Science.* – 2024. – Vol. 7, No. 3. – P. 340–350.
7. Agrawal S., Chowdhary A., Agarwala S., Mayya V., Sowmya K.S. Content-based medical image retrieval system for lung diseases using deep CNNs // *International Journal of Information Technology.* – 2022. – Vol. 14, No. 7. – P. 3619–3627. – DOI: 10.1007/s41870-022-01007-7.
8. Tran X. D. va boshq. Viral and bacterial microorganisms in Vietnamese children with severe and non-severe pneumonia // *Scientific Reports.* – 2024. – Vol. 14, No. 1. – P. 120.
9. Kifle M., Yadeta T. A., Debella A., Mussa I. Determinants of pneumonia among under-five children at Hiwot Fana specialized hospital, Eastern Ethiopia: unmatched case-control study // *BMC Pulmonary Medicine.* – 2023. – Vol. 23, No. 1. – P. 293.

ISSN 3030-3907

10. Al-Dhabyani W., Gomaa M., Khaled H., Fahmy A. Dataset of breast ultrasound images // *Data in Brief.* – 2020. – Vol. 28. – P. 104863. – DOI: 10.1016/j.dib.2019.104863.
11. Nguyen P. T., Robinson P. D., Fitzgerald D. A., Marais B. J. The dilemma of improving rational antibiotic use in pediatric community-acquired pneumonia // *Frontiers in Pediatrics.* – 2023. – Vol. 11. – P. 1095166.
12. Folorunso S. O. va boshq. Multi-Label Learning Model for Diabetes Disease Comorbidity // *Journal of The Institution of Engineers (India): Series B.* – 2023. – Vol. 104, No. 5. – P. 1133–1145.
13. Lakhani P., Sundaram B. Deep learning at chest radiography: automated classification of pulmonary tuberculosis by using convolutional neural networks // *Radiology.* – 2017. – Vol. 284, No. 2. – P. 574–582.
14. Rahman T. va boshq. Transfer learning with deep convolutional neural network (CNN) for pneumonia detection using chest X-ray // *Applied Sciences.* – 2020. – Vol. 10, No. 9. – P. 3233.
15. Siddiqi R., Javaid S. Deep Learning for Pneumonia Detection in Chest X-ray Images: A Comprehensive Survey // *Journal of Imaging.* – 2024. – Vol. 10, No. 8. – P. 176.
16. Chakraborty S., Misra B., Mridha M. F. Enhancing Intelligent Medical Imaging to Revolutionize Healthcare // In: *Smart Medical Imaging for Diagnosis and Treatment Planning.* – Chapman and Hall/CRC, 2025. – P. 3–20.
17. Kermany D. S. va boshq. Identifying medical diagnoses and treatable diseases by image-based deep learning // *Cell.* – 2018. – Vol. 172, No. 5. – P. 1122–1131.
18. Chandranegara D. R. va boshq. Analysis of Pneumonia on Chest X-Ray Images Using Convolutional Neural Network Model iResNet-RS // *JOIV: International Journal on Informatics Visualization.* – 2024. – Vol. 8, No. 1. – P. 183–189.
19. Song Z. va boshq. An Improved Weighted Cross-Entropy-Based Convolutional Neural Network for Auxiliary Diagnosis of Pneumonia // *Electronics.* – 2024. – Vol. 13, No. 15.
20. Mardianto M. va boshq. Classification of Pneumonia from Chest X-ray images using Support Vector Machine and Convolutional Neural Network // *International Journal of Advanced Computer Science & Applications.* – 2024. – Vol. 15, No. 6.
21. Nithya T. M., Kanna P. R., Vanithamani S., Santhi P. An Efficient PM-Multisampling Image Filtering with Enhanced CNN Architecture for Pneumonia Classification // *Biomedical Signal Processing and Control.* – 2023. – Vol. 86. – P. 105296.
22. Gill K. S., Anand V., Gupta R. Transfer Learning and Feature Extraction of Chest X-ray Images for Deep Convolutional Neural Network (CNN)-based

ISSN 3030-3907

Pneumonia Detection // In: *2023 4th IEEE Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)*. – 2023. – P. 1–7. – IEEE.

ISSN 3030-3907

110/35/6 kV LI PODSTANSIYADAGI TRANSFORMATORLARNING ISH REJIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH.

B.X.Shaymatov
Buxoro davlat texnika unversiteti, Buxoro, O‘zbekiston
M.B.Xolmurodov
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston.
Тел.:(+99893)438-60-70,
Email: boboqul.shaymatov@mail.ru
I.I.Baxtiyorov
Buxoro davlat texnika unversiteti **Magistranti**
B.N.Aminov
Buxoro davlat texnika unversiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada 110/35/6 kVli podstansiyalarda o‘rnatilgan kuch transformatorlarining ish rejimlarini optimallashtirish masalalari ilmiy-texnik nuqtai nazardan tahlil qilindi. Transformatorlarning yuklanish darajasi, aktiv quvvat yo‘qotishlari, foydali ish koeffitsienti, sutkalik yuklama grafigi hamda issiqlik rejimlarining ekspluatatsion ishonchlilikka ta’siri o‘rganildi. Tadqiqotda transformatorning salt ishlash yo‘qotishlari, qisqa tutashuv (mis) yo‘qotishlari va umumiy energiya yo‘qotishlari asosida matematik model tuzildi.

Kalit so‘zlar. 110/35/6 kV podstansiya, kuch transformatori, ish rejimi, optimallashtirish, yuklama koeffitsienti, quvvat yo‘qotishlari, foydali ish koeffitsienti, issiqlik rejimi, energiya samaradorligi, ekspluatatsion ishonchlilik.

Аннотация. В данной статье рассмотрены научно-технические вопросы оптимизации режимов работы силовых трансформаторов на подстанциях 110/35/6 кВ. Исследованы степень загрузки трансформаторов, активные потери мощности, коэффициент полезного действия, суточный график нагрузки и влияние теплового режима на эксплуатационную надежность. В работе разработана математическая модель на основе потерь холостого хода, нагрузочных (медных) потерь и суммарных энергетических потерь трансформатора.

Ключевые слова: подстанция 110/35/6 кВ, силовой трансформатор, режим работы, оптимизация, коэффициент загрузки, потери мощности, КПД, тепловой режим, энергоэффективность, эксплуатационная надежность.

Abstract. This paper investigates scientific and technical aspects of optimizing the operating modes of power transformers at 110/35/6 kV substations. The transformer loading level, active power losses, efficiency, daily load curve, and the influence of thermal conditions on operational reliability are analyzed. A

ISSN 3030-3907

mathematical model is developed based on no-load losses, load (copper) losses, and total energy losses of the transformer.

Keywords. 110/35/6 kV substation, power transformer, operating mode, optimization, load factor, power losses, efficiency, thermal regime, energy efficiency, operational reliability.

KIRISH.

Komplekt transformator podstansiyalari (KTP) sanoat chastotasi 50 Gs va kuchlanishi 110, 35, 6 (10) kV bo‘lgan uch fazali o‘zgaruvchan tok elektr energiyasini qabul qilish va taqsimlash uchun mo‘ljallangan. KTP ochiq havoda o‘rnatish uchun mo‘ljallangan.

Elektr ta’minoti tizimida 110/35/6 kVli podstansiyalar hududiy elektr tarmoqlarni energiya bilan ta’minlashda asosiy bo‘g‘inlardan biri hisoblanadi. Ushbu podstansiyalarda transformatorlar iste’molchilarning yuklamasi o‘zgarishlariga mos ravishda uzluksiz ishlaydi va ularning ish rejimi butun tizimning ishonchliligi, energiya sifati hamda iqtisodiy samaradorligiga bevosita ta’sir qiladi. Moyli kuch transformatorlari uchun yuklanishi va issiqlik ta’siriga bardosh bera olishligi bo‘yicha amaliy yo‘riqnoma IEC 60076-7 standartida berilgan bo‘lib, unda ishchi harorati, yuklamasi va izolyasiyasining eskirishi o‘rtasidagi bog‘liqlik bayon qilingan. Shu standart yuklamani nominaldan yuqori olib borish holatlari uchun ham tavsiyalar mavjud [1,2,3,4,].

Transformator podstansiyasi (TP) - bu iste’molchilar o‘rtasida kuchlanishni o‘zgartirish (oshirish/pasaytirish) va elektr energiyasini (6–10 kV dan 0,4 kV gacha) taqsimlash maqsadida elektr tarmoqlari orqali iste’molchilarga tarqatish uchun elektr kuchlanishi va tokini qabul qilish va o‘zgartirishga mo‘ljallangan elektr inshootidir.

U turar-joy va sanoat ob’ektlarini ishonchli elektr ta’minotini ta’minlaydigan kuch transformatori, taqsimlash moslamalari va himoya moslamalaridan iborat.

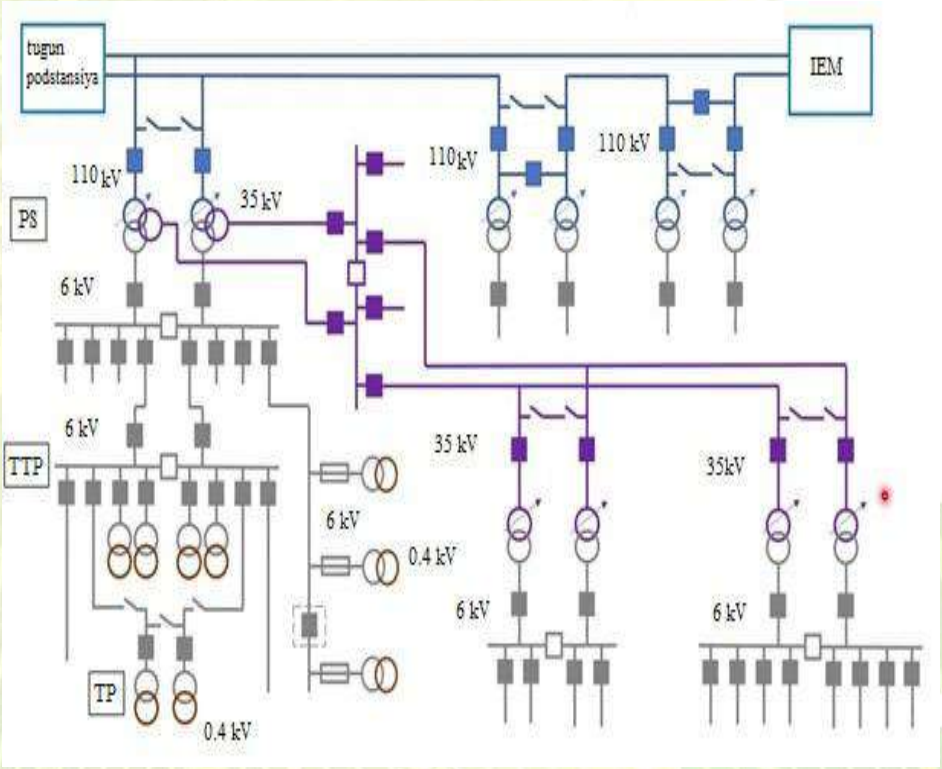
TADQIQOT METODOLOGIYASI. Optimallashtirish mezoni sifatida minimal energiya yo‘qotishlari va ruxsat etilgan yuklanish chegaralarida maksimal energetik samaradorlik tanlandi. Hisoblashlar asosida turli yuklama koeffitsientlarida transformatorlarning ishlash samaradorligi baholandi va eng maqbul ish rejimi aniqlashtirildi. Natijalarda yuklama koeffitsienti 0,6–0,75 oralig‘ida transformatorning energetik va texnik ko‘rsatkichlari nisbatan eng qulay ekani ko‘rsatildi. Shuningdek, parallel ishlayotgan transformatorlar sonini sutkalik yuklama asosida moslashtirish, yuklamani fazalar bo‘yicha taqsimlash va reaktiv quvvatni qoplash orqali yo‘qotishlarni kamaytirish imkoniyatlari asoslab berildi.

Elektr energiyasi yo‘qotishlarini minimallashtirish uchun uzoq masofalarga elektr energiyasi uzatish yuqori kuchlanishda amalga oshiriladi. Transformator

ISSN 3030-3907

podstansiyasi tokni o‘zgartiradi va kuchlanishni oxirgi iste’molchilarning ishchi kuchlanishiga tushiradi. Keyin elektr energiyasi turar-joy yoki sanoat tarqatish tarmoqlariga uzatiladi [1,2,3,4,].

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Transformatorlarning samaradorligini baholashda asosiy ikki yo‘qotish turi muhim: salt ishlash (core/no-load) yo‘qotishlari **va** yuklama bilan bog‘liq (load loss) yo‘qotishlar**.** AQSH energetika departamenti materiallarida core loss transformatorning no-load lossiga teng ekani, load loss esa alohida o‘lchanishi va hisobiy yuklama darajasiga keltirilishi e’tiborga olingan. Transformatorning samaradorligi bahosida load loss yuklamaning kvadratiga proporsional ravishda o‘zgarishi alohida qayd etilgan.



1-rasm. 110/35/6 kVli podstansiyadagi transformatorlarning elektr sxemasi.

Amaliyotda podstansiyalardagi ko‘plab transformatorlar sutka davomida notekis yuklanadi. Natijada ayrim davrlarda transformator salt ishlash yo‘qotishlari ustun bo‘lsa, ayrim paytlarda mis yo‘qotishlari ortib ketadi. Shu sababli transformatorning optimal ish rejimini tanlash texnik hamda iqtisodiy nuqtai nazardan muhim ilmiy-amaliy masala hisoblanadi. Bundan tashqari, transformatorning issiqlik modeli va haroratining eskirish tezligiga ta’siri yuklanishni faqat nominal quvvat bilan emas, balki harorat bo‘yicha ham boshqarish zarurligini ko‘rsatadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — 110/35/6 kVli podstansiyadagi transformatorlarning ish rejimini energiya yo‘qotishlari, yuklama darajasi va samaradorlik mezonlari asosida optimallashtirishdan iborat.

ISSN 3030-3907

Transformatorning turli yuklamalarda ishlash ko‘rsatkichlari uning yuklama koeffitsienti ortishi bilan aktiv quvvat yo‘qotishlarining o‘zgarishi quyidagi jadval asosida tahlil qilingan**.**

1-jadval.

№	k_y	S_{yuk} MVA	$\Delta P=P_0+P_k\cdot k_y^2$ kW	P_2, MW	η, %	k_y	ΔP kW
1	0.25	6.25	37.06	5.625	99.35	0.25	37.06
2	0.40	10.0	51.20	9.00	99.43	0.40	51.20
3	0.50	12.5	64.25	11.25	99.43	0.50	64.25
4	0.60	15.0	80.20	13.50	99.41	0.60	80.20
5	0.70	17.5	99.05	15.75	99.37	0.70	99.05
6	0.75	18.75	109.56	16.875	99.35	0.75	109.56
7	0.80	20.0	120.80	18.00	99.33	0.80	120.80
8	0.90	22.5	145.45	20.25	99.29	0.90	145.45
9	1.00	25.0	173.00	22.50	99.24	1.00	173.00

Jadvaldan ko‘rinadiki, transformatorning yuklamasi oshishi bilan aktiv quvvat yo‘qotishlar sezilarli ortadi. Ayniqsa, $\mathbf{k_y > 0.75}$ bo‘lganda mis yo‘qotishlar tez oshadi. SHu sababli transformatorni doimiy ravishda nominalga yaqin yoki undan yuqori yuklash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas [1,2,3,4,].

Transformator podstansiyaning yuklamasi sutka davomida o‘zgaruvchan deb qabul qilinadi va yuklama grafigini quyidagi jadval asosida tahlil qilinadi**.**

2-jadval.

Vaqt oralig‘i	YUklama MVA	k_y	Davomiyligi soat	Yo‘qotish kW	Energiya yo‘qotish kW
00:00–06:00	9	0.36	6	46.79	280.74
06:00–10:00	14	0.56	4	73.41	293.64
10:00–17:00	18	0.72	7	103.17	722.19
17:00–21:00	22	0.88	4	140.35	561.40
21:00–24:00	12	0.48	3	61.41	184.23

jadval uchun ma’lumot:

- 00:00–06:00 → 9 MVA
- 06:00–10:00 → 14 MVA
- 10:00–17:00 → 18 MVA
- 17:00–21:00 → 22 MVA
- 21:00–24:00 → 12 MVA

$$\Delta W_{sutka}=280.74+293.64+722.19+561.40+184.23=2042.2$$

Demak, bir transformatorning ko‘rib chiqilgan sutkalik rejimdagi umumiy energiya yo‘qotishi taxminan:

ISSN 3030-3907

$\Delta W_{sutka} \approx 2042.2$ kW/sutka yoki yiliga:

$\Delta W_{yil} \approx 2042.2 \times 365 = 745403$ kW/yil bo‘ladi.

Optimallashtirishning maqsad funksiyasi sifatida quyidagisi olindi:

$$F_{opt} = \min \sum_{i=1}^{n} (P_0 + P_k \cdot k_{y,i^2}$$

bu erda: n - sutkadagi yuklama oraliqlari soni;

t_i - i-oraliq davomiyligi.

$0.4 \leq k_y \leq 0.85$

$o_{hs} \leq o_{ruxsat}$

$S_{yuk} \leq S_{nom}$

Bu cheklovlar issiqlik rejimi, izolyasiyasining buzulishi va ruxsat etilgan ekspluatatsion yuklama talablari bilan asoslanadi. Bunday holda transformatorlar uchun yuklanishi va issiqlik ta’siriga bardosh bera olishligi bo‘yicha amaliy yo‘riqnoma IEC 60076-7 standartida berilgan talablarni ko‘rib chiqish tavsiya qiladi.

Kechki yuqori yuklama davrida ikki transformator parallel rejimda ishlatiladi, tungi va kam yuklamali davrda esa bitta transformator ishga qoldiriladi. Bu yondashuv salt ishlash yo‘qotishlarini kamaytiradi [1,2,3,4].

Fazalararo nosimmetriya qo‘shimcha qizish va mahalliy yo‘qotishlarni keltirib chiqaradi. Quvvat koeffitsienti oshirilsa, tok kamayadi va natijada mis yo‘qotishlari qisqaradi.

Transformatorning ish rejimini nazorat qilish va yuqori moy haroratini monitoring qilish yuklamani xavfsiz boshqarish imkonini beradi. Issiqlik modeli transformator resursini saqlashda muhim rol o‘ynaydi.

Hisob-kitoblar natijasida transformatorning ish rejimi bo‘yicha quyidagi ilmiy-amaliy xulosalar olindi:

1.Yuklama koeffitsienti **0.6–0.75** oralig‘ida transformatorning ish rejimi nisbatan barqaror va iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘ladi. Bu oraliqda samaradorlik yuqori, issiqlikga bardosh berishligi esa me’yoriy diapazonda saqlanadi.

2. $k_y > 0.8$ bo‘lganda mis yo‘qotishlari keskin oshadi, bu esa uzoq muddatda izolyasiya qarishini tezlashtirishi mumkin. IEC 60076-7 transformator yuklanishini issiqlik va bardoshlik nazaridan baholash kerakligini ko‘rsatadi.

3.Salt ishlash yo‘qotishlari doimiy bo‘lgani uchun kam yuklama vaqtlarida ortiqcha sonli transformatorlarni parallel ushlab turish maqsadga muvofiq emas.

Quvvat koeffitsientini yaxshilash va yuklamani tekis taqsimlash transformator yo‘qotishlarini kamaytirishda samarali omil bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

110/35/6 kVli podstansiyadagi kuch transformatorlarining ish rejimini optimallashtirish elektr ta’minoti tizimining texnik-iqtisodiy samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot natijasida quyidagi xulosalar olindi:

- transformatorning umumiy quvvat yo‘qotishlari salt ishlash va yuklama yo‘qotishlaridan tashkil topadi;
- yuklama oshishi bilan chulg‘amlarda yo‘qotishlari kvadrat qonun bo‘yicha ortadi;
- transformatorni uzoq muddat yuqori yuklamada ishlatish issiqlik tasirini kuchaytiradi;
- amaliy ekspluatatsiyada yuklama koeffitsienti 0.6–0.75 oralig‘i maqbul diapazon sifatida tavsiya etiladi;
- sutkalik yuklama grafigiga mos ravishda parallel ishlovchi transformatorlar sonini boshqarish, reaktiv quvvatni kompensatsiyasi va monitoring tizimlarini joriy etish energiya yo‘qotishlarini kamaytiradi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Shunday qilib, 110/35/6 kVli podstansiyalarda transformatorning ish rejimini optimallashtirish nafaqat energiya tejamkorligini, balki uskunalarning xizmat muddatini uzaytirish va elektr ta’minoti ishonchliligini oshirishga ham xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. IEC. IEC 60076-7:2018 — Power transformers – Part 7: Loading guide for mineral-oil-immersed transformers. Ushbu standart mineral moyli transformatorlar uchun yuklanish, ish harorati va termik qarish bo‘yicha yo‘riqnoma beradi.
2. U.S. Department of Energy. Implementing Guidance for Distribution Transformer. Hujjatda core loss no-load loss sifatida, load loss esa o‘lchov va hisobiy yuklamaga keltirish bilan izohlangan.
3. U.S. Department of Energy. Energy-efficiency standards for distribution transformers. Samaradorlik bahosida no-load loss doimiy, load loss esa yuklamaning kvadratiga bog‘liq ekani ko‘rsatilgan.
4. U.S. Department of Energy. GM0060 – Distribution and Building Level Transformers. Taqsimlovchi transformator yo‘qotishlari va samaraliroq boshqaruvning ta’siri haqida ma’lumot beradi.
5. IEEE Transformers Committee. Loading Guide C57.91 materials. Hot-spot harorati, qarish tezligi va termik model ahamiyatini yoritadi.
6. Shaymatov B.X., G‘afforov K.K. “Elektr stansiyalari, tarmoqlari va tizimlari elektr jihozlarining releli himoyasi” nomli o‘quv qo‘llanma. Toshkent.: 2023y.
7. Shaymatov B.X., G‘afforov K.K.“Elektr jixozlarini texnik diagnostika qilish va tamirlash” nomli o‘quv qo‘llanma. Toshkent.: 2023y.

ISSN 3030-3907

8. Shaymatov B.X., Xolmurodov M.B., «Yo‘nalishga kirish» fanidan darslik. Навоий:.2023 й
9. Shaymatov B.X. “Elektr mashina va transformatorlarni avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlari” fanidan o‘quv qo‘.Buxoro.: “Sadriddin Salim Buxoriy” Durdona nashriyoti, 2024y.

ISSN 3030-3907

UDK 621.311

SANOAT KORXONALARI ELEKTR ENERGIYA ISTE'MOLI YUKLAMA GRAFIKLARINING O'ZGARISHIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLAR

K.Sh.Kadirov
A.A To'xtashev
Sh. E.G'afforov
N.Y Berdaliyev
O'zbekistor Respublikasi fanlar akademiyasi
Energetika muammolari instituti,
Farg'ona davlat texnika universiteti
Toshkent davlat texnika universiteti Issiqlik elektr stansiyalari

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste'moli yuklama grafiklarining o'zgarishiga ta'sir etuvchi asosiy omillar kompleks tahlil qilindi. Tadqiqotda texnologik, tashkiliy, iqtisodiy, mavsumiy-iqlim va inson omillarining yuklama grafiklariga ta'siri statistik va korrelyatsion-regressiya usullari asosida baholandi. Yuklama grafigining cho'qqi qiymatini prognozlash uchun ko'p faktorli matematik model ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, taklif etilgan yondashuv asosida energiya iste'molini 8–10% ga, cho'qqi yuklamalarni esa 15–20% ga kamaytirish mumkin. Olingan natijalar sanoat korxonalarida energiya menejmenti tizimlarini takomillashtirish va energiya samaradorligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega..

Kalit so'zlar: elektr energiyasi, yuklama grafigi, sanoat korxonasi, energiya menejmenti, yuklama profili, energiya samaradorligi, cho'qqi yuklama, regressiya modeli, optimallashtirish.

Аннотатция. В данной статье проведен комплексный анализ факторов, влияющих на изменение графиков электрической нагрузки на промышленных предприятиях. В исследовании рассмотрено влияние технологических, организационных, экономических, сезонно-климатических и человеческих факторов с использованием статистических и корреляционно-регрессионных методов. Для прогнозирования пиковых нагрузок разработана многофакторная математическая модель. Результаты исследования показали, что применение предложенного подхода позволяет снизить энергопотребление на 8–10% и пиковые нагрузки на 15–20%. Полученные результаты имеют практическое значение для совершенствования систем энергетического менеджмента и повышения энергоэффективности промышленных предприятий.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: электроэнергия, график нагрузки, промышленное предприятие, энергоменеджмент, профиль нагрузки, энергоэффективность, пиковая нагрузка, регрессионная модель, оптимизация

Abstract. This paper presents a comprehensive analysis of the factors influencing electricity load profiles in industrial enterprises. The study evaluates the impact of technological, organizational, economic, seasonal-climatic, and human factors using statistical and correlation-regression methods. A multi-factor mathematical model is developed to predict peak load values. The results show that the proposed approach enables a reduction in energy consumption by 8–10% and peak loads by 15–20%. The findings provide practical value for improving energy management systems and enhancing energy efficiency in industrial enterprises.

Keywords: electricity, load profile, industrial enterprise, energy management, energy efficiency, peak load, regression model, optimization

KIRISH.

Zamonaviy sanoat korxonaları iqtisodiyotning asosiy energiya iste'molchilari hisoblanib, ular umumiy elektr energiyasi ishlab chiqarishning 40-60 foizini iste'mol qiladi. Globallashuv jarayonlari va sanoatning texnologik rivojlanishi energiya resurslariga bo‘lgan talabni doimiy ravishda oshirib bormoqda. Elektr energiyasi iste'molining yuklama grafiklari korxonaning ish rejimi, texnologik jarayonlari va iqtisodiy ko‘rsatkichlariga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Yuklama grafiklarining notekisligi energiya tizimlarida qo‘shimcha yo‘qotishlarga, uskunalarning erta eskirishiga va energiya xarajatlarining oshishiga olib keladi. Energiya ta'minoti tizimlarining ishonchliligi va barqarorligi ko‘p jihatdan iste'molchilarning yuklama grafiklarining prognozlanishi va boshqarilishiga bog‘liq bo‘lib, bu esa o‘z navbatida sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini belgilaydi.

Yuklama grafigi – bu vaqt birligida (soat, kun, oy, yil) elektr energiyasi iste'molining o‘zgarishini ifodalovchi egri chiziq bo‘lib, u korxonaning energiya rejimini tavsiflovchi asosiy ko‘rsatkich hisoblanadi.[1] Grafikning shakli va parametrlari ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ularni aniqlash va tahlil qilish energiya menejmenti tizimini samarali boshqarish uchun zarur shartdir. Sanoat korxonalarida energiya iste'molining notekisligi nafaqat korxonaning o‘ziga, balki umumiy energiya tizimiga ham salbiy ta'sir ko‘rsatadi. Cho‘qqi yuklamalari paytida energiya tizimida kuchlanishning pasayishi, chastotaning o‘zgarishi va avariyalarning kelib chiqish xavfi ortadi. Shu sababli, yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta'sir etuvchi omillarni chuqur o‘rganish va ularni boshqarish mexanizmlarini ishlab chiqish zamonaviy energietika va sanoat iqtisodiyotining dolzarb muammolaridan biridir.

ISSN 3030-3907

Ushbu maqolaning maqsadi sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste'moli yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta'sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash, ularning ta'sir mexanizmlarini tahlil qilish va yuklama grafiklarini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishdir. Tadqiqotning dolzarbligi quyidagi jihatlar bilan belgilanadi. Birinchidan, energiya resurslarining narxi oshib borayotgan sharoitda energiya samaradorligini oshirish iqtisodiy zaruratga aylandi. Ikkinchidan, yuklama grafiklarini optimallashtirish orqali energiya tizimlarining ishonchliligini oshirish mumkin. Uchinchidan, barqaror rivojlanish va ekologik talablar energiya iste'molini boshqarishga yangi yondashuvlarni talab qilmoqda. To‘rtinchidan, raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektning rivojlanishi yuklama grafiklarini prognozlash va boshqarish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ushbu tadqiqotda sanoat korxonalarining energiya iste'moli dinamikasini tushunish va uni boshqarishning ilmiy asoslari yaratiladi.

Elektr energiyasi yuklama grafiklarini o‘rganish masalalari ko‘plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan tadqiq qilingan. Rossiyalik olimlar V.V. Arsentev va A.P. Lisitsyn sanoat korxonalarida yuklama grafiklarini statistik tahlil qilish metodlarini ishlab chiqdilar. Ularning tadqiqotlarida yuklama grafiklarining asosiy ko‘rsatkichlari: yuklanish koeffitsienti, tekislik koeffitsienti, cho‘qqi koeffitsienti va boshqalar tahlil qilingan. Xorijiy tadqiqotlarda energiya menejmenti tizimlari va yuklama grafiklarini optimallashtirish masalalari keng yoritilgan.[2] Masalan, Yevropa Ittifoqi mamlakatlarida Smart Grid texnologiyalari doirasida yuklama grafiklarini dinamik boshqarish usullari joriy etilmoqda. O‘zbekistonda energiya samaradorligi masalalari professor B.T. Yo‘ldoshev, dotsent Sh.R. Rahimov va boshqa olimlar tomonidan o‘rganilgan [3]. Ularning ishlarida sanoat korxonalarida energiya resurslaridan samarali foydalanishning ilmiy-uslubiy asoslari ishlab chiqilgan. Biroq, sanoat korxonalarida yuklama grafiklariga ta'sir etuvchi omillarni kompleks tahlil qilish, ularning o‘zaro bog‘liqligini o‘rganish va optimallashtirish strategiyalarini ishlab chiqish bo‘yicha tadqiqotlar yetarli darajada olib borilmagan. Ushbu maqola aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

METODOLOGIYA. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarining elektr energiyasi iste’moli yuklama grafiklariga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash va ularning o‘zaro bog‘liqligini baholash maqsadida kompleks yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot bir nechta bosqichlardan iborat bo‘lib, ular statistik tahlil, korrelyatsion-regressiya tahlili, faktorli tahlil va matematik modellashtirish usullarini o‘z ichiga oladi. Dastlabki bosqichda sanoat korxonalarining real energiya iste’moli ma’lumotlari asosida vaqt qatorlari shakllantirildi. Ma’lumotlar yarim soatlik yoki soatlik intervallarda yig‘ilib, yuklama grafigining asosiy statistik ko‘rsatkichlari hisoblandi. Ushbu ko‘rsatkichlar quyidagilarni o‘z ichiga oladi.

ISSN 3030-3907

O‘rtacha yuklama qiymati:

$$P_{o'rt} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} P_i \quad (1)$$

Maksimal yuklama:

$$P_{max} = \max(P_i) \quad (2)$$

Yuklanish koeffitsienti:

$$K_{yuk} = \frac{P_{avg}}{P_{max}} \quad (3)$$

Maksimallik koeffitsienti:

$$K_{pik} = \frac{P_{max}}{P_{avg}} \quad (4)$$

Mazkur ko‘rsatkichlar yordamida yuklama grafigining notekisligi va energiya iste’molining samaradorligi baholandi. Keyingi bosqichda yuklama grafigiga ta’sir etuvchi omillarni aniqlash uchun korrelyatsion tahlil qo‘llanildi. Omillar sifatida ishlab chiqarish hajmi (Q), tashqi harorat (T), ishchi soni (N), investitsiya darajasi (I) va ish rejimi kabi ko‘rsatkichlar tanlandi. Har bir omil bilan yuklama grafigi o‘rtasidagi bog‘liqlik Pearson korrelyatsiya koeffitsienti orqali baholandi:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

Natijalar asosida kuchli bog‘liqlikka ega omillar aniqlanib, keyingi modellashtirish bosqichiga kiritildi. Tadqiqotning asosiy bosqichida yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini prognozlash uchun ko‘p faktorli regressiya modeli ishlab chiqildi. Model quyidagi ko‘rinishga ega:

$$P_{peak} = \beta_0 + \beta_1 Q + \beta_2 T + \beta_3 N + \beta_4 I$$

Bu yerda: P_{peak}– maksimal yuklama, Q–ishlab chiqarish hajmi; T– tashqi harorat; N – ishchi soni; I – investitsiya darajasi; β_i– model koeffitsientlari.

Model parametrlari eng kichik kvadratlar usuli (OLS) yordamida aniqlanib, modelning aniqligi determinatsiya koeffitsienti orqali baholandi:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

Faktorli tahlil yordamida omillar guruhlarga ajratilib, ularning yuklama grafigiga nisbiy ta’sir darajasi aniqlashtirildi. Ushbu usul orqali omillar o‘rtasidagi yashirin bog‘liqliklar va sinergik effektlar aniqlanib, energiya iste’molining umumiy strukturasiga ta’siri baholandi. Bundan tashqari, yuklama grafiklarini prognozlash va optimallashtirish uchun vaqt qatorlari tahlili va sun’iy intellekt usullari qo‘llanildi. Xususan, neyron tarmoqlar asosidagi prognozlash modeli yuklama grafigining kelajakdagi qiymatlarini aniqlashda foydalanildi. Prognoz

ISSN 3030-3907

natijalari asosida yuklama grafiklarini tekislash va cho‘qqi yuklamalarni kamaytirish bo‘yicha optimal boshqaruv strategiyalari ishlab chiqildi. Eksperimental tekshiruv bosqichida taklif etilgan metodika real sanoat korxonasi misolida sinovdan o‘tkazildi. Olingan natijalar nazariy modelning amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini tasdiqladi hamda yuklama grafiklarini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini oshirish mumkinligini ko‘rsatdi.

ASOSIY QISM. Yuklama grafiklariga ta'sir etuvchi asosiy omillarni tahlil qilishda eng muhim jihat ularni tizimli guruhlash va har bir guruhning ta'sir mexanizmini ochib berishdir. Texnologik omillar yuklama grafiklarining shakllanishida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Har bir sanoat tarmog‘ining o‘ziga xos texnologik jarayonlari mavjud bo‘lib, ular elektr energiyasi iste'molining xarakterini belgilaydi. Masalan, metallurgiya korxonalarida elektr pechlari va prokat stanlarining ishlashi katta quvvatli, lekin qisqa muddatli yuklamalarni keltirib chiqaradi. Kimyo sanoatida uzluksiz texnologik jarayonlar barqaror baza yuklamasini shakllantiradi. Mashinasozlik korxonalarida stanoklarning ish rejimi diskret yuklamalarni hosil qiladi. Uskunalarning texnik holati ham muhim omil hisoblanadi. Eski va samarasiz uskunalar energiya iste'molini oshiradi va yuklama grafiklarida notekisliklarga sabab bo‘ladi. Masalan, eskirgan elektrodvigatellarning ishga tushish toklari nominal tokdan 5-7 marta yuqori bo‘lib, grafikda keskin cho‘qqilarni keltirib chiqaradi. Avtomatlashtirish darajasi ham yuklama grafigiga ta'sir qiladi. Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (SCADA, PLC) yuklama grafiklarini tekislashga yordam beradi. Dasturlashtirilgan mantiqiy kontrollerlar quvvatli uskunalarni navbat bilan ishga tushirish orqali cho‘qqi yuklamalarini kamaytiradi.[5]

Tashkiliy omillar ham yuklama grafigining shakliga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Korxonaning ish rejimi yuklama grafigining kunlik va haftalik profilini belgilaydi. Bir smenali ish rejimi da yuklama kun davomida keskin o‘zgaradi, kechasi minimal qiymatga tushadi. Ikkita smenali ish rejimi da yuklama profili nisbatan tekisroq bo‘ladi. Uzluksiz ish rejimi da baza yuklamasi yuqori, cho‘qqilar nisbatan past bo‘ladi. Ishlab chiqarishni rejalashtirish ham muhim ahamiyatga ega. Ishlab chiqarish jarayonlarini ratsional rejalashtirish yuklama grafiklarini optimallashtirishga imkon beradi. Masalan, quvvatli uskunalarni energiya tizimining eng kam yuklangan vaqtlarida ishga tushirish cho‘qqi yuklamalarini kamaytiradi. Ta'mirlash va texnik xizmat ko‘rsatish jadvali ham ta'sir ko‘rsatadi. Rejali ta'mirlash ishlari vaqtida o‘tkazilmasa, uskunalar samarasiz ishlaydi va energiya iste'moli oshadi. Bundan tashqari, favqulodda ta'mirlash ishlari yuklama grafiklarida kutilmagan o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Iqtisodiy omillar korxonaning energiya iste'moli xatti-harakatini belgilaydi. Elektr energiyasi tariflari yuklama grafiklarining shakliga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Ko‘p qavatli tarif tizimi (kun/kecha, cho‘qqi/yarim cho‘qqi/baza) korxonalarni energiya iste'molini optimallashtirishga rag‘batlantiradi. Tariflarning o‘zgarishi yuklama grafiklarining shakliga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. Ishlab chiqarish hajmi va mahsulot turlari ham ta'sir qiladi. Ishlab chiqarish hajmining oshishi yoki kamayishi energiya iste'moliga proportsional ta'sir ko‘rsatmaydi. Mahsulot assortimentining o‘zgarishi ham yuklama profilini o‘zgartiradi, chunki turli mahsulotlarni ishlab chiqarish turli energiya sarfini talab qiladi. Investitsion siyosat ham muhim omildir. Yangi energiya samarador uskunalariga investitsiya kiritish yuklama grafiklarini yaxshilashga olib keladi.[6] Masalan, chastota o‘zgartirgichli elektrodvigatellarni o‘rnatish energiya iste'molini 20-40 foizga kamaytirishi mumkin.

Mavsumiy va iqlim omillari yuklama grafiklarida siklik o‘zgarishlarga sabab bo‘ladi. Tashqi haroratning o‘zgarishi quyidagi yo‘llar bilan yuklama grafigiga ta'sir qiladi. Qishda isitish tizimlarining ishlashi elektr yuklamasini oshiradi. Yozda konditsionerlar va ventilyatsiya tizimlarining ishlashi cho‘qqi yuklamalarini keltirib chiqaradi. Harorat o‘zgarishi uskunalar samaradorligiga ta'sir qiladi. Kun yorug‘ligi davomiyligi ham ta'sir ko‘rsatadi. Yorug‘lik kunning qisqarishi yoki uzayishi yoritish tizimlarining ishlash vaqtiga ta'sir qiladi. Bu ayniqsa yengil sanoat va oziq-ovqat korxonalarida sezilarli. Ob-havo sharoitlari ham bilvosita ta'sir ko‘rsatadi. Yomg‘ir, qor, shamol kabi ob-havo sharoitlari korxonaning tashqi kommunikatsiyalari va uskunalariga ta'sir ko‘rsatib, energiya iste'moliga bilvosita ta'sir qiladi.

Inson omillari ham yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta'sir qiladi. Xodimlarning malakasi energiya menejmenti bo‘yicha malakali mutaxassislarning mavjudligi yuklama grafiklarini samarali boshqarishga imkon beradi. Xodimlarning energiya tejash bo‘yicha xabardorligi va motivatsiyasi ham muhim rol o‘ynaydi. Boshqaruv qarorlari ham ta'sir ko‘rsatadi. Rahbariyatning energiya samaradorligiga qaratilgan strategik qarorlari yuklama grafiklarining uzoq muddatli o‘zgarishiga ta'sir ko‘rsatadi. Masalan, energiya auditini o‘tkazish va uning natijalariga ko‘ra chora-tadbirlar ishlab chiqish. Ishchi kuchining dinamikasi ham ta'sir qiladi. Xodimlar sonining o‘zgarishi, ish haqi siyosati, ijtimoiy omillar ishlab chiqarish rejimiga va natijada yuklama grafiklariga ta'sir qiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida yuklama grafiklariga ta'sir etuvchi omillarning nisbiy ahamiyati baholandi. Texnologik omillarning ta'sir darajasi 35-45 foizni tashkil etadi va ular uskunalarning quvvati va ish rejimi orqali ta'sir qiladi.[7] Tashkiliy omillarning ta'sir darajasi 20-30 foizni tashkil etadi va ular ish

ISSN 3030-3907

rejimi va rejalashtirish orqali ta'sir qiladi. Iqtisodiy omillarning ta'sir darajasi 15-25 foizni tashkil etadi va ular tariflar va investitsiyalar orqali ta'sir qiladi. Mavsumiy-iqlim omilllarining ta'sir darajasi 10-20 foizni tashkil etadi va ular harorat va yoritish ehtiyojlari orqali ta'sir qiladi. Inson omillarining ta'sir darajasi 5-10 foizni tashkil etadi va ular boshqaruv va xodimlar malakasi orqali ta'sir qiladi.

Korrelyatsion tahlil natijasida quyidagi bog‘liqliklar aniqlandi. Ishlab chiqarish hajmi bilan energiya iste'moli o‘rtasida kuchli ijobiy korrelyatsiya (r = 0,85-0,92) mavjud. Tashqi harorat bilan energiya iste'moli o‘rtasida mavsumiy xarakterdagi bog‘liqlik (qishda ijobiy, yozda murakkab) mavjud. Tarif darajasi bilan cho‘qqi yuklamasi o‘rtasida salbiy korrelyatsiya (tarif oshganda cho‘qqilar kamayadi) mavjud. Yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini prognozlash uchun ko‘p faktorli regressiya modeli ishlab chiqildi. Modelda cho‘qqi yuklamasi, ishlab chiqarish hajmi, tashqi harorat, ishchi soni va investitsiya darajasi o‘zgaruvchilari qatnashadi. Modelning aniqligi $R^2 = 0,87$ bo‘lib, bu omillarning tanlovi to‘g‘ri ekanligini ko‘rsatadi.

1-jadval

O‘zgaruvchi	Koefitsient β (taxminiy qiymat)	Birlik yoki o‘lchov birligi	Ta’sir ko‘rsatishi (taxminiy ta’sir, MW yoki o‘lchov birligiga nisbatan)	Izoh
Ishlab chiqarish hajmi	β1	o‘lchanadigan hajm (masalan, mln tonna yoki tegishli birlik)	ΔPeakLoad ≈ β1 × ΔIshlab chiqarish	Modelda o‘zgarishini ifodalaydi
Tashqi harorat	β2	°C	ΔPeakLoad ≈ β2 × ΔTemp	Harorat o‘zgarishi yuklamaga sezgirlik
Ishchi soni	β3	odamlar soni	ΔPeakLoad ≈ β3 × ΔIshchi	Ishchi soni o‘zgarishi yuklamani o‘zgartiradi
Investitsiya darajasi	β4	% yoki tegishli birlik	ΔPeakLoad ≈ β4 × ΔInvest	Investitsiya kamayishi/yuksalishi ta’siri
Naziriyat	β0 (yarim/noq)	(intercept)	—	Modelning boshlangan nuqtas

ISSN 3030-3907

Yuklama grafiklarini optimallashtirish yo‘llari texnik, tashkiliy va iqtisodiy chora-tadbirlarni o‘z ichiga oladi. Texnik chora-tadbirlar doirasida energiya samarador uskunalarni joriy etilishi muhimdir. Yuqori samarali elektrodvigatellarni o‘rnatish, chastota o‘zgartirgichlar yordamida dvigatellarni boshqarish, yorug‘lik diodli (LED) yoritish tizimlariga o‘tish, issiqlik izolyatsiyasini yaxshilash tavsiya etiladi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari ham muhimdir. SCADA tizimlari orqali energiya oqimlarini real vaqtda monitoring qilish, dasturlashtirilgan mantiqiy kontrollerlar yordamida uskunalarni optimallashtirilgan tartibda ishga tushirish, sun'iy intellekt algoritmlari yordamida yuklamani prognozlash va boshqarish samaradorlikni oshiradi.

NATIJA. Tashkiliy chora-tadbirlar doirasida ishlab chiqarishni rejalashtirishni yaxshilash muhimdir. Quvvatli uskunalarni energiya tizimining eng kam yuklangan vaqtlarida ishga tushirish, texnologik jarayonlarni sinxronlashtirish orqali cho‘qqi yuklamalarini kamaytirish, ta'mirlash ishlarini energiya iste'moli past bo‘lgan davrlarga rejalashtirish tavsiya etiladi. Energiya menejmenti tizimini joriy etilishi ham zarur. ISO 50001 standarti asosida energiya menejmenti tizimini yaratish, energiya auditini muntazam o‘tkazish, energiya ko‘rsatkichlarini monitoring qilish va tahlil qilish kerak. Iqtisodiy rag‘batlantirish chora-tadbirlari ham muhimdir. Tarif siyosatidan samarali foydalanish, ko‘p qavatli tariflar sharoitida energiya iste'molini optimallashtirish, cho‘qqi vaqtida energiya iste'molini kamaytirish orqali xarajatlarni qisqartirish, qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganish tavsiya etiladi. Investitsion loyihalarni baholash ham muhimdir. Energiya tejash loyihalarining iqtisodiy samaradorligini hisoblash, qaytish muddati va ichki daromad normasi ko‘rsatkichlari asosida loyihalarni tanlash, davlat dasturlari va grantlaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganish kerak.

2-jadval

Chora-tadbirlar turi	Asosiy tavsiyalar	Kutilgan energiya tejash	Kutilgan xarajatlar kamayishi	Kuzatiladigan ko‘rsatkichlar	Izoh
Texnik	Energiya samarador uskunalar, VFD, LED yoritish, issiqlik izolatsiyasi	8–12%	12–15%	Yuklama notekisligi, cho‘qqi kamayishi	SCADA/PLC qo‘llanishi bilan real vaqt monitoring rivojlanadi

ISSN 3030-3907

Tashkiliy	Ish rejimini optimallashtirish, sinxronlashtirish	5–15%	5–12%	Cho‘qqi yuklama kamayishi, baza yuklama barqarorligi	Ta'mirlash jadvali va ishlab chiqarishni rejalashtirish optimallashtiriladi
Iqtisodiy	Tarif siyosatini optimallashtirish, investitsiya baholash	3–8%	10–25%+ (investitsiya sifatida)	ROI/BBN, foyda darajasi	Qayta tiklanadigan energiya manbalari bo‘yicha ham mituimsiz variantlar ko‘rib chiqiladi

O‘tkazilgan statistik va regressiya tahlillari asosida yuklama grafigiga ta’sir etuvchi omillar o‘rtasidagi bog‘liqliklar aniqlandi. Ishlab chiqarish hajmi va elektr energiyasi iste’moli o‘rtasida kuchli ijobiy korrelyatsiya (r = 0,85–0,92) mavjudligi kuzatildi. Tashqi harorat bilan energiya iste’moli o‘rtasida mavsumiy xarakterga ega bog‘liqlik aniqlanib, qish mavsumida ijobiy, yoz mavsumida esa murakkab (nolinear) bog‘liqlik qayd etildi. Ko‘p faktorli regressiya modeli asosida yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini yuqori aniqlik bilan prognozlash imkoniyati yaratildi. Modelning determinatsiya koeffitsienti $R^2 = 0{,}87$ ni tashkil etib, bu tanlangan omillarning yuklama grafigiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

Taklif etilgan optimallashtirish chora-tadbirlari real sanoat korxonasi misolida sinovdan o‘tkazildi. Eksperimental natijalar quyidagilarni ko‘rsatdi:
umumiy energiya iste’moli 8,3% ga kamaydi;
energiya xarajatlari 12,9% ga qisqardi;
maksimal yuklama (cho‘qqi) 19,9% ga kamaydi;
yuklanish koeffitsienti 17,7% ga oshdi;
yuklama grafigining tekislik koeffitsienti 22,4% ga yaxshilandi.

Ushbu natijalar yuklama grafiklarini optimallashtirish orqali energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligini ko‘rsatadi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste’moli yuklama grafiklarining o‘zgarishiga ta’sir etuvchi omillar kompleks ravishda tahlil qilindi va ularning nisbiy ahamiyati aniqlashtirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, yuklama grafiklarining shakllanishida texnologik

ISSN 3030-3907

omillar ustun rol o‘ynaydi, biroq boshqa omillar bilan birgalikda ularning kompleks ta’siri umumiy energiya iste’moli dinamikasini belgilaydi.

Ishlab chiqilgan ko‘p faktorli matematik model yuklama grafigining cho‘qqi qiymatini prognozlashda yuqori aniqlikni ta’minladi va sanoat korxonalarida energiya iste’molini boshqarish uchun samarali vosita sifatida tavsiya etildi. Taklif etilgan optimallashtirish yondashuvi asosida energiya iste’molini 8–10% ga, cho‘qqi yuklamalarni esa 15–20% ga kamaytirish mumkinligi amaliy jihatdan isbotlandi.

Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida energiya menejmenti tizimlarini takomillashtirish, elektr energiyasidan oqilona foydalanish va energiya xarajatlarini kamaytirishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish usullaridan foydalangan holda yuklama grafiklarini prognozlash va real vaqt rejimida boshqarish tizimlarini ishlab chiqish istiqbolli yo‘nalish sifatida qaraladi..

ADABIYOTLAR

1. ARSENTEV, V. V. ENERGETICHESKOE OBSLUZHIVANIE PROMYSHLENNYH PREDPRIYATIY [MATN] / V. V. ARSENTEV, A. P. LISITSYN. – MOSKVA: ENERGOATOMIZDAT, 2019. – 384 S.
2. YO‘LDOSHEV, B. T. SANOAT KORXONALARIDA ENERGIYA RESURSLARIDAN SAMARALI FOYDALANISH [O‘QUV QO‘LLANMA] / B. T. YO‘LDOSHEV. – TOSHKENT: FAN VA TEXNOLOGIYALAR, 2020. – 256 B.
3. LISITSYN, A. P. ANALIZ I OPTIMIZATSIYA GRAFIKOV ELEKTRICHESKIH NAGRUZOK [MATN] / A. P. LISITSYN. – SANKT-PETERBURG: IZDATEL'STVO POLITEHNICHESKOGO UNIVERSITETA, 2018. – 198 S.
4. EUROPEAN COMMISSION. ENERGY EFFICIENCY IN INDUSTRIAL PROCESSES: BEST AVAILABLE TECHNIQUES [TEXT]. – BRUSSELS: PUBLICATIONS OFFICE OF THE EUROPEAN UNION, 2021. – 342 P.
5. RAHIMOV, SH. R. ENERGETIK MENEJMENT VA ENERGIYA AUDIT [MATN] / SH. R. RAHIMOV. – TOSHKENT: INNOVATSION RIVOJLANISH NASHRIYOTI, 2021. – 176 B
6. IEA. ENERGY EFFICIENCY 2023: ANALYSIS AND OUTLOOK TO 2025 [TEXT] / INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. – PARIS: IEA PUBLICATIONS, 2023. – 268 P.
7. O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASINING "ENERGIYANI TEJASH TO‘G‘RISIDA"GI QONUNI. – TOSHKENT, 2019

ISSN 3030-3907

KALSIY -BIOGEN ELEMENTINING ORGANIZIMDAGI AHAMIYATI

Norqulova Diyora Odil qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash fakulteti talabasi
E-mail: norqulovadiyora101@gmail.com
Muhammadiyeva Rayhona Kamol qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash fakulteti talabasi
Xamroyev Jobir Xolmurodovich
Zarmed Universiteti Samarqand kompusi, Katta o`qituvchi
Karjavov Abdixakim Raxmonovich
Samarqand davlat tibbiyot universiteti assistenti,
E-mail: arkarjavov@gmail.com
Samarqand viloyati

Annotatsiya. Ca-elementi organizmimizdagi muhim element bo‘lib u suyaklar va tishlarning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Yurak muskullar faoliyati, nerv impulslarini o‘tkazish, qon ivish jarayonida, garmonlar va fermentlar ishi, metabolism va hujayra ichidagi jarayonlarda ahamiyati katta. Kalsiy yetishmasligi birinchi bo‘lib suyakda emas balki miyada seziladi. Mushaklar kalsiyni yutganda - yurak ritmi ham o‘zgaradi, agarda ko‘payib ketsa yurakni to‘xtatib qoyishi ham mumkin. Kalsiy melotanin gormonini ishlab chiqarishni hamda ichki termostat vazifalarini bajaradi. Homilador ayollarda kalsiy yetishmasa - bola ona suyaklarini yeb o‘sadi.

Kalit so‘zlar: Kalsiy, organizm faoliyati, biogen elementlar, makroelementlar, suyak, tish, miya, qon, sutli mahsulotlar, osteoparoz, melotonin.

Аннотация. Кальций — важный элемент в нашем организме, и он является основным компонентом костей и зубов. Он играет значительную роль в работе сердечной мышцы, в проведении нервных импульсов, в процессе свертывания крови, в функционировании гормонов и ферментов, а также в метаболизме и внутриклеточных процессах. Недостаток кальция в первую очередь ощущается не в костях, а в мозге.

Когда мышцы поглощают кальций — меняется и сердечный ритм; если его количество чрезмерно увеличса, это даже может остановить сердце.

Кальций участвует в выработке гормона мелатонина и выполняет функции внутреннего термостата.

У беременных женщин при недостатке кальция ребёнок растёт за счёт «поглощения» кальция из костей матери.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Кальций, функции организма, биогенные элементы, макроэлементы, кости, зубы, мозг, кровь, молочные продукты, остеопороз, мелатонин.

Annotation. Calcium is an important element in our body and is the main component of bones and teeth. It plays a major role in the functioning of the heart muscles, the conduction of nerve impulses, blood clotting processes, the activity of hormones and enzymes, as well as metabolism and intracellular processes. Calcium deficiency is first felt not in the bones, but in the brain.

When muscles absorb calcium, the heart rhythm also changes; if its amount becomes excessive, it may even stop the heart. Calcium is involved in the production of the hormone melatonin and performs the functions of an internal thermostat.In pregnant women, if there is a calcium deficiency, the baby grows by using calcium taken from the mother's bones.

Keywords: Calcium, body functions, biogenic elements, macronutrients, bones, teeth, brain, blood, dairy products, osteoporosis, melatonin.

KRISH.

Kalsiy – tabiatda keng tarqalgan va hayot uchun muhim bo‘lgan kimyoviy elementdir. U yer qobig‘ida eng ko‘p uchraydigan elementlardan biridir shu bilan bir qatorda odam organizmida ham eng ko‘p tarqalgan elementlar - makroelementlar qatoriga kiradi. Agarda bu elementning miqdori organizmda kamayib ketsa jiddiy kasalliklarga olib kelishi mumkin.

Odam organizmining kalsiyga bo‘lgan ehtiyoji ozuqa va sut mahsulotlari orqali o‘zlashtiriladi. Odam organizmi gomeostaz holatini ta’minlab turish uchun unda har 24 soat davomida 1g Ca^{+2} ionlari o‘zlashtirilishi kerak. Kalsiy ionlarining o‘zlashtirilishi ingichka ichaklarning kislotalik tabiati yuqori bo‘limlarida sodir bo‘ladi. Odamning ichak sistemasida Ca^{+2} ni bog‘lovchi oqsil modda bo‘ladi. Ca - suyak to‘qimasining 99% qismi aynan shu elementning tuzlaridan tashkil topadi hamda uning mustahkamligi, zichligi va shaklini ta’minlaydi. Tishlarda kalsiy gidroksiapatit shaklida bo‘lib, tish emalini qattiq va chidamli qiladi. Kalsiy yetishmasa, emal yupqalashadi va kariyesga moyillik oshadi. Kalsiy suyak hujayralari. - osteoblast va osteoklast orqali suyakning qayta tiklanish jarayonini boshqaradi Kalsiy miyaga ham tasir qiladi, neyronlar faoliyati uchun muhim. U miyadagi xotira va o‘rganish jarayonlarini qo‘llab-quvvatlaydi. Ba’zi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yetarlicha kalsiy qabul qilmaslik kayfiyatning pasayishi va depressiya xavfini oshirishi mumkin. Shu bilan birga kalsiy terida qichishish, soch to‘kilishi, tirnoq sinishiga olib kelishi mumkin. Shuni bilish qiziqki , kalsiy bilan boyitilgan krem va lasyonlar teri hujayralarini

ISSN 3030-3907

yangilanishini tezlashtiradi. Kalsiy yurak mushaklarining qisqarish - bo‘shalish jarayonini boshqaruvchi asosiy ionlardan biridir. Har bir yurak zarbasida Ca^{+2} ionlari hujayra ichiga kirib aktin - miozin tolalarining bir-biri bilan bog‘lanishini taminlaydi. Agar kalsiy miqdori kamayib ketsa, yurak qisqarish kuchi pasayadi. aritmiyalar yuzaga keladi; ortib ektsa - yurakning haddan tashqari qisqarishi yoki hatto to‘xtashi mumkin. Nerv hujayralari almashadi va bu jarayon kalsiy ionlari yordamida amalga oshadi. Sinapslarda kalsiy neyron uchiga kirganda, u neyromediatorlarning ajralishiga sabab bo‘ladi , kalsiy yetishmasa impuls uzatish sekinlashadi, mushaklar sustlashadi, tirishishlar, uyquchanlik yoki nerv tizimi buzilishlari paydo bo‘ladi. Qon ivishida kalsiy 4-o‘rin tutadigan - “IV factor” deb ataluvchi muhim komponentdir. U ivish kaskadini faollashtiradi va protrombinning trombingacha aylanishida asosiy ro‘l o‘ynaydi. Kalsiy yetishmasa hatto kichik jaroxatda ham qon to‘xtamay uzoq vaqt oqib turadi. Kalsiy ko‘plab garmonlar, xususan, paratgarmon (PTH), kalsitonin va D vitamini bilan chambarchas bog‘langan. Ular kalsiyning qonda va suyakda muvozanatda bo‘lishini boshqaradi . Shuningdek , kalsiy garmonlar ajralishini faollashtiruvchi signal ioni sifatida ham ishtirok etadi. Bu element ko‘plab fermentlar uchun koferment sifatida zarur. U metobalizm hujayra ichki almashinuvi va energiya ishlab chiqaruvchi fermentlarni faollashtiradi. Kalsiy ionlari ko‘z to‘qimalarida, ayniqsa retina nerv hujayralarida, yorug‘lik signallarini asab impulsga aylantirish jarayonida, fotoretseptor hujayralar faoliyatini tartibga solishda, nerv impulslarining chiqishi va sinapslar orqali uzatilishini boshqaradi. Shuning bilan birga kalsiy yetishmasa ko‘plab kasalliklar kelib chiqadi bunga misol Osteoporoz – suyaklarning mo‘rtlashishi (sinish xavfi ortadi); Raxit – kalsiy va D vitamini yetishmasa bolalarda oyoqlarning egilishi; mushak spazmlari – oyoq siqilishi, qo‘l titrashi, yuz nervining tortilishi; asab tizimining buzilishi – asabiylik, uyqusizlik , depressiyaga moyillik; tishlarning yemirilishi – tez karieslanish, emal yupqalashishi; ko‘rish pasayishi – ko‘rishning xiralashishi, uzoqqa qaraganda tuman bo‘lishi va yaqinni ko‘rishda qiyinchilik kelib chiqadi.

Kalsiy ionlari hujayra ichidagi eng muhim signal uzatuvchi modda hisoblanadi. Tashqi muhitdan (gormonlar yoki nerv impulslari orqali) kelgan ma’lumotni hujayra ichiga o‘tkazib, ma’lum bir biologik javobni (masalan, hujayra bo‘linishi yoki fermentlar faollashishi) ishga tushiradi.

1. Nerv impulslarining o‘tkazilishi

ISSN 3030-3907

Asab tizimida kalsiy ionlari neyronlar orasidagi aloqani (sinapslarni) ta’minlaydi. Kalsiy bo‘lmasa, miyadan kelgan buyruqlar a’zolarga yetib bormaydi. U neyromediatorlarning (masalan, atsetilxolin) ajralib chiqishini boshqaradi.

2. Mushaklar qisqarishi (Aktin-miozin mexanizmi)

Biologik nuqtai nazardan, kalsiy mushak tolasidagi maxsus oqsillar (troponin) bilan bog‘lanib, mushakning qisqarishiga yo‘l ochadi. Bu nafaqat qo‘l-oyoq mushaklari, balki yurak urishi va ichaklarning peristaltikasi uchun ham hayotiy zarurdir.

3. Qon ivish tizimi (IV-faktor)

Kalsiy qon ivish kaskadida to‘rtinchi faktor bo‘lib xizmat qiladi. U protrombinni trombinga aylantirishda ishtirok etib, qon ketishini to‘xtatishda fermentlarni faollashtiruvchi "kalit" vazifasini o‘taydi.

4. Hujayra membranasi barqarorligi

U hujayra membranalarining o‘tkazuvchanligini nazorat qiladi. Kalsiy ionlari membrananing mustahkamligini saqlaydi va moddalarning hujayra ichiga tartib bilan kirib-chiqishini ta'minlaydi.

5. Fermentlar aktivatori

Kalsiy ko‘plab hayotiy muhim fermentlarni (masalan, lipaza, amilaza va ATP-aza) faollashtiradi. Bu orqali u energiya almashinuvi va ovqat hazm qilish jarayonlarida bevosita ishtirok etadi.

Yosh bolalar uchun ahamiyati. Bolalik va o‘smirlik davri — organizmda "suyak banki" shakllanadigan yagona bosqichdir. Inson hayoti davomida ishlatadigan suyak massasining 90% qismi 18 yoshgacha to‘planadi. Bu davrda kalsiy yetishmovchiligi kelajakda osteoporoz va sinishlarga poydevor yaratadi.

1. Raxit profilaktikasi va suyak deformatsiyasi

Kalsiy yetishmasa, suyaklar yumshab qoladi (osteomalyatsiya). Bu bolalarda oyoqlarning qiyshayishi, ko‘krak qafasining deformatsiyasi va kalla suyagi shaklining o‘zgarishiga olib keladi. Zamonaviy tadqiqotlar raxitni faqat Vitamin D bilan emas, balki kalsiy bilan kompleks davolash samaraliroq ekanini isbotladi.

2. Tishlarning shakllanishi va kariesga chidamlilik

Sut tishlarining chiqishi va keyinchalik doimiy tishlarning emal qatlami mustahkamligi kalsiy miqdoriga bog‘liq. Kalsiy yetishmagan bolalarda tish emali mo‘rt bo‘ladi va karies juda erta rivojlanadi.

3. Neyromushak rivojlanishi va kognitiv funksiyalar

- Harakat koordinatsiyasi: Bolaning emaklashi, yurishi va nozik motorikasi (qo‘l harakatlari) mushaklar qisqarishi bilan bog‘liq. Kalsiy bu jarayonni boshqaradi.

ISSN 3030-3907

- Asab tizimi: Kalsiy ionlari bolaning diqqatni jamlashi va uyqusi sifatiga ta’sir qiladi. Yetishmovchilikda bola haddan tashqari asabiy, yig‘loqi bo‘lib qolishi va kechasi oyoqlarida og‘riq (o‘sish og‘riqlari) sezishi mumkin.

4. Immunitetni qo‘llab-quvvatlash

Kalsiy hujayra membranalarining o‘tkazuvchanligini nazorat qiladi. Bu esa virus va bakteriyalarning hujayra ichiga kirishini qiyinlashtiradi va organizmning umumiy qarshiligini oshiradi.

Yetishmaslik oqibatlari. Kalsiy yetishmovchiligi (gipokalsemiya) organizmda "zanjirli reaksiya" kabi turli tizimlarning ishdan chiqishiga sabab bo‘ladi. So‘nggi 10 yillik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, tana qondagi kalsiy miqdorini doimiy saqlash uchun suyaklardagi zaxirani "o‘g‘irlaydi".

Mana, yetishmovchilikning asosiy oqibatlari:

1. Suyak tizimidagi o‘zgarishlar

- Osteoporoz va osteopeniya: Suyak zichligi kamayib, g‘ovak bo‘lib qoladi. Hatto oddiy yiqilish yoki keskin harakat natijasida suyak sinishi (ayniqsa, son suyagi bo‘yni) xavfi ortadi.
- Patologik sinishlar: Suyaklar o‘z-o‘zidan yoki juda kichik yuklama natijasida sinishi mumkin.
- Raxit (bolalarda): Suyaklarning yumshashi, oyoqlarning "O" yoki "X" shaklida qiyshayishi, bo‘y o‘sishidan ortda qolish.

2. Mushak va nerv tizimidagi buzilishlar

- Tetaniya va spazmlar: Mushaklarning beixtiyor, og‘riqli qisqarishi (sudorgi). Ko‘pincha boldir mushaklarida va tunda kuzatiladi.
- Parestiziya: Barmoq uchlari, lablar va til atrofida "chumoli yurgandek" uvishish va sanchiq his qilish.
- Nerv qo‘zg‘aluvchanligi: Doimiy asabiylashish, uyqusizlik, charchoq va diqqatni jamlay olmaslik.

3. Tish va tashqi ko‘rinishdagi muammolar

- Karies va tish emali mo‘rtligi: Tishlar tez uvalanadi, emal qatlami sarg‘ayadi yoki dog‘lar tushadi.
- Tirnoq va sochlar: Tirnoqlar qatlamlarga ajralib, mo‘rt bo‘lib qoladi, sochlar to‘kilib, jilosini yo‘qotadi.
- Teri qurishi: Terining surunkali qurishi va ekzemaga moyilligi ortadi.

4. Yurak-qon tomir tizimi

- Arimiya: Kalsiy ionlari yurak ritmini boshqargani sababli, uning yetishmasligi yurak urishining buzilishiga (aritmiya) olib kelishi mumkin.
- Qon ivishining sekinlashishi: Jarohatlanganda qon to‘xtashi qiyinlashadi.

5. Yashirin xavf: "Kalsiy o‘g‘irlanishi"

ISSN 3030-3907

Agar kalsiy yetishmasa, paratgormon (qalqonsimon bez oldi bezi gormoni) faollashadi va suyakdan kalsiyni qonga chiqaradi. Bu jarayon uzoq davom etsa, suyaklar ichidan yemirilib boradi, lekin inson buni sinish sodir bo‘lmaguncha sezmasligi mumkin.

Homilador ayollarda. Ona homiladorlikda yetarli kalsiy iste’mol qilsa, bolada kelajakda (hatto 30-40 yoshida ham) gipertoniya (qon bosimi) va semirish xavfi past bo‘ladi. Ya’ni, kalsiy bolaning genlari ishlash tizimiga ijobiy ta’sir qiladi.

1. Preeklampsiya va "Kalsiy-Bosim" zanjiri

Preeklampsiya (homiladorlikdagi og‘ir toksikoz va shish) onalar o‘limining asosiy sabablaridan biridir.

- Ilmiy mexanizm: Qonda kalsiy kamayganda, organizm paratgormon ishlab chiqaradi. Bu gormon qon tomirlari devorini toraytiradi va bosimni oshiradi.
- Xulosa: Kunlik 1.5–2 g kalsiy qabul qilish preeklampsiya xavfini yuqori xavf guruhidagi ayollarda 80% gacha kamaytirishi isbotlangan.

2. "Ona suyaklarining himoyasi" (Osteomalyatsiya profilaktikasi)

Homiladorlikda onaning ichaklarida kalsiy so‘rilishi tabiiy ravishda 2 baravar ortadi. Bu tabiatning himoya mexanizmi bo‘lib, homilani kalsiy bilan ta’minlashga qaratilgan.

- Agar ona ratsionida kalsiy yetishmasa, homila onaning tishlari va umurtqa pog‘onasidan kalsiyni so‘rib oladi.
- Bu tug‘ruqdan keyin onada "homiladorlar osteoporozi" — beldagi kuchli og‘riqlar va tishlarning uvalanishiga sabab bo‘ladi.

3. Kalsiy va Psixofiziologik holat

Oxirgi tadqiqotlar kalsiy yetishmovchiligini homiladorlikdagi depressiya va haddan tashqari xavotirlanish bilan bog‘lamoqda. Kalsiy ionlari asab hujayralarida tormozlanish jarayonlarini boshqaradi. U yetishmaganda, ayol o‘zini doimiy charchagan va tushkun his qiladi.

4. Kalsiyning "Yordamchilari" (Eng muhim nuqta)

Faqat kalsiy ichish yetarli emas. Zamonaviy protokollarga ko‘ra, u quyidagilar bilan kompleks berilishi shart:

- Vitamin K2 (MK-7): Kalsiyni "manzilga" yo‘naltiradi. U kalsiyning qon tomirlarda (plaxcha bo‘lib) cho‘kishini oldini olib, to‘g‘ri suyakka va homilaga borishini ta’minlaydi.
- Magniy: Kalsiy va magniy nisbati 2:1 bo‘lishi kerak. Bu nisbat buzilsa, ayolda oyoq tortishishi (sudorgi) to‘xtamaydi.

Yetishmaslik oqibatlari:

1. Suyak to‘qimasining destruksiyasi

ISSN 3030-3907

• Osteoporoz: Suyak massasining kamayishi natijasida suyaklar g‘ovak bo‘lib qoladi. Bu holat "yashirin epidemiya" deb ataladi, chunki u sinish (ayniqsa, son suyagi bo‘yni) sodir bo‘lmaguncha og‘riq bermaydi.

• Osteopeniya: Suyak zichligining kamayishi, bu osteoporozdan oldingi bosqich hisoblanadi.

2. Nerv-mushak tizimidagi buzilishlar

• Tetaniya (Mushak spazmlari): Qonda kalsiy ionlari kamayishi natijasida nerv qo‘zg‘aluvchanligi ortadi. Bu oyoq-qo‘llarning kuchli va og‘riqli tortishishiga (sudorgi) olib keladi.

• Parestiziya: Barmoq uchlari, lablar va tilda "chumoli yurish" hissi yoki uvishish paydo bo‘lishi.

3. Yurak-qon tomir patologiyalari

• Kardiomiopatiya va Aritmiya: Kalsiy yurak mushagining qisqarishini ta’minlaydi. U yetishmaganda yurak ritmi buziladi (EKGda QT intervalining uzayishi kuzatiladi).

• Arterial gipertenziya: Kalsiy yetishmovchiligi qon tomirlarining surunkali qisilishiga (spazmiga) va qon bosimi oshishiga sabab bo‘ladi.

4. Tish va estetik muammolar

• Gipoplaziya: Tish emalining yemirilishi, kariesning ommaviy rivojlanishi va tishlarning mo‘rt bo‘lib uvalanishi.

• Tirnoq va sochlar: Tirnoqlarning qatlamlanishi, sochlarning haddan tashqari to‘kilishi va terining quruqlashishi.

5. Psixonevrologik o‘zgarishlar

• Kognitiv pasayish: Diqqatni jamlashning qiyinlashishi, xotira pasayishi, surunkali charchoq va depressiv holatlar.

• Bolalarda: Raxit, bo‘y o‘sishidan to‘xtash va asabiy qo‘zg‘aluvchanlikning ortishi.

6. Qon ivishining buzilishi

• Kalsiy qon ivish kaskadining IV-faktori bo‘lgani uchun, uning tanqisligida hatto kichik jarohatlardan so‘ng qon to‘xtashi qiyinlashadi.

Keksa yoshdagilar uchun.

1. "Suyuqlanayotgan" suyaklar (Osteoporoz)

Keksayganda kalsiyning suyaklardan yuvilishi uning suyakka kirishidan tezroq kechadi.

• Xavf: Ayollarda menopauzadan keyingi dastlabki 5-10 yilda suyak massasining 30% gacha qismi yo‘qolishi mumkin.

• Oqibat: Son suyagi bo‘yni sinishi (perelom sheyki bedra) — keksa yoshdagilar o‘limi va nogironligining asosiy sabablaridan biridir.

ISSN 3030-3907

2. Ichakda so‘rilishning pasayishi

Yosh o‘tgan sayin oshqozon-ichak trakti kalsiyni o‘zlashtirish qobiliyatini yo‘qotadi.

- Sababi: Oshqozon kislotaligining pasayishi va Vitamin D retseptorlarining qarishi.
- Yechim: Keksalarga kalsiyning tsitrat shakli tavsiya etiladi, chunki u kislotalik past bo‘lganda ham yaxshi so‘riladi (karbonat shaklidan farqli o‘laroq).

3. Sarkopeniya: Mushaklar kuchsizligi

Kalsiy yetishmasa, faqat suyaklar emas, mushaklar ham kuchsizlanadi.

- Keksa kishilarda yiqilishlarning asosiy sababi — mushaklarning kutilmaganda bo‘shashib ketishidir. Kalsiy mushak tonusini saqlab, yiqilish va jarohat olish xavfini kamaytiradi.

4. Yurak ritmi va Qon bosimi

Keksa yoshda gipertoniya (yuqori qon bosimi) keng tarqalgan. Kalsiy magniy bilan birgalikda qon tomirlar elastikligini ta’minlaydi. Uning yetishmasligi aritmiyani (yurakning tartibsiz urishi) keltirib chiqarishi mumkin.

5. Kalsiy va Vitamin K2 uyg‘unligi (Eng muhim nuqta)

Keksalarda kalsiyning tomir devorlariga yoki buyraklarga cho‘kish xavfi yuqori.

- Zamonaviy tavsiya: Kalsiyni albatta Vitamin K2 bilan birga qabul qilish kerak. K2 vitamini kalsiyni qon tomirlaridan "haydab", to‘g‘ri suyak to‘qimasiga yo‘naltiradi.

XULOSA. Kalsiy – bu shunchaki “*suyaklar uchun kerak*“ bo‘lgan oddiy bir mineral emas. U organizmning har bir hujayrasida ovozi bor bo‘lgan bosh dirijorga o‘xshaydi. Agar kalsiy yetarli bo‘lmasa - tanadagi barcha “orkestor” jaranglaydi; yetishmasa - butun tizim notekis ishlay boshlaydi. Kalsiy bilan bog‘liq kasalliklar sizda uchramasligini hohlasangiz kunlik oziq- ovqat ratsioningizga sutli mahsulotlar: sut, qatiq, tvorog, qaymoq hamda o‘simlik mahsulotlaridan: brokoli va gulkaramni qo‘shishingiz zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. N.T. Alimxodjayeva, X.S. Tadjiyeva, Z.A. Ikramova, G.G. Suleymanova Tibbiy kimyo 1-qism Bioanorganik kimyo Toshkent-2019 pdf
2. Djurayev A.Dj., Baltabayev O U.A. Tibbiy kimyo. Darslik. 1-2 qism. Toshkent-2018 y.
3. N.T. Olimxo‘jayeva Bioanorganik va fizkolloid kimyo Toshkent -2005 pdf
4. S. Qosimova S. Masharipov O Umumiy va bioorganik kimyodan amaliy mashg‘ulotlar Toshkent-2005 pdf
5. Guyton A.C., Hall J.E. Textbook of Medical Physiology. — Philadelphia: Elsevier. (Kaltsiyning fiziologik vazifalari, mushaklar va nervlarda roli.)

ISSN 3030-3907

6. Sherwood L. Human Physiology: From Cells to Systems. — Brooks/Cole. (Kalsiyning metabolizmi, neyrofiziologik jarayonlardagi ahamiyati.)
7. Tortora G., Derrickson B. Principles of Anatomy and Physiology. — Wiley. (Suyaklar tarkibi, kalsiy balansining buzilishlari.)
8. Fayzullayev N., Akmalaiuly K., Karjavov A. Catalytic synthesis of a line by acetylene hydration // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2020. – N .2. -C. 23-30.
9. Fayzullayev N. I., Karjavov A.R., Yusupova S. S. Catalytic Synthesis of Acetone Direct Acetylene Hydration // International journal of Advanced Science and Technology . – 2020 .- T.29. – N.05.- C 4507-4514.
10. Karjavov A. R., Fayzullaev N. Study of the kinetics and mechanism of the reaction of the catalytic hydrochloration of acytylene// AIP Conference proceedings. – AIP Publishing LLC, 2024. -T.3045. – N. 1.-C.060046.
11. Fayzullayev N., Akmalaiuly K., Karjavov A. Catalytic synthesis of a line by acetylene hydration. (2020),2, Number 440 (2020,),23-30 (Электронный ресурс).
12. Karjavov A.R., Fayzullayev N. Determination of technological parameters of producing vinylchloride from from acetylene // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC ,2024.- T.3045. -N. 1.- C.060045.
13. Karjavov A., Fayzullayev N.,Baykulov A. Production of acetone by catalytic hydration of acetylene // E3S Web of Conference . -EDP Science ,2023. -T .389.- C.01046

ISSN 3030-3907

TERMOPLAST CHIQINDILARINING HOSIL BO‘LISH MANBALARI VA ULARNING TAHLILI

Baymirzayev Akbarjon Rustamjan o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti Dotsent
E-mail: akbarshoxashox@gmail.com
Mahammadjonova Mohlaroyim Maxmudjon qiz.
Andijon davlat texnika instituti
E-mail: mahammadjonovamohlaroyim@gmail.com

Annattasiya. Ushbu maqolada termoplast chiqindilarining hosil bo‘lish manbalari va ularning tahlili yoritilgan. Termoplast materiallar sanoat, qurilish va maishiy sohalarda keng qo‘llanilishi natijasida katta hajmda chiqindilar hosil bo‘ladi. Ushbu chiqindilarning asosiy manbalari ishlab chiqarish jarayonlari, iste’moldan keyingi chiqindilar va qayta ishlashdagi yo‘qotishlardan iborat. Maqolada ularning tarkibi, fizik-kimyoviy xususiyatlari hamda atrof-muhitga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, chiqindilarni kamaytirish, saralash va qayta ishlashning zamonaviy usullari tahlil qilinadi. Bu esa resurslardan samarali foydalanish va ekologik muvozanatni saqlashda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Termoplast, chiqindilar, manbalar, qayta ishlash, saralash, ekologiya, ikkilamchi xomashyo, sanoat chiqindilari, atrof-muhit, resurs tejamkorlik

Аннотация. В данной статье рассматриваются источники образования термопластичных отходов и проводится их анализ. Термопластичные материалы широко используются в промышленности, строительстве и быту, что приводит к накоплению значительных объёмов отходов. Основными источниками являются производственные процессы, отходы после потребления и потери при переработке. В работе анализируются состав отходов, их физико-химические свойства и влияние на окружающую среду. Особое внимание уделяется методам сокращения отходов, их сортировке и переработке. Это способствует эффективному использованию ресурсов и снижению негативного воздействия на экологию.

Ключевые слова: Термопласт, отходы, источники, переработка, сортировка, экология, вторичное сырьё, промышленные отходы, окружающая среда, ресурсосбережение

Annotation. This article discusses the sources of thermoplastic waste generation and provides their analysis. Thermoplastic materials are widely used in industry, construction, and everyday life, resulting in large amounts of waste. The main sources include industrial production processes, post-consumer waste, and losses during recycling. The study examines the composition, physical and chemical

ISSN 3030-3907

properties, and environmental impact of such waste. Special attention is given to modern methods of waste reduction, sorting, and recycling. These approaches contribute to efficient resource use and help reduce negative environmental effects, supporting sustainable development and improved waste management systems.

Keywords: Thermoplastics, waste, sources, recycling, sorting, ecology, secondary raw materials, industrial waste, environment, resource efficiency

KIRISH.

Termoplast materiallar zamonaviy sanoat va kundalik hayotda eng keng qo‘llaniladigan polimerlar qatoriga kiradi. Ular yengilligi, mustahkamligi, qayta ishlash imkoniyati va arzonligi bilan ajralib turadi. Shu sababli termoplastlar qadoqlash, qurilish, avtomobilsozlik, elektrotexnika va boshqa ko‘plab sohalarda faol ishlatiladi. Biroq, ularning keng miqyosda qo‘llanilishi natijasida katta hajmda chiqindilar hosil bo‘lib, bu ekologik muammolarning ortishiga olib kelmoqda. Ayniqsa, noto‘g‘ri boshqarilgan chiqindilar atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.Termoplast chiqindilarining hosil bo‘lish manbalari turli bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Ular asosan ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo‘ladigan texnologik chiqindilar, iste’molchilardan keyin paydo bo‘ladigan maishiy chiqindilar hamda qayta ishlash jarayonidagi yo‘qotishlardan iborat. Har bir manba o‘ziga xos xususiyatlarga ega bo‘lib, ularni alohida o‘rganish va tahlil qilish muhim hisoblanadi. Shu orqali chiqindilar miqdorini kamaytirish va ularni samarali boshqarish imkoniyatlari aniqlanadi.Mazkur maqolaning asosiy maqsadi termoplast chiqindilarining hosil bo‘lish manbalarini aniqlash va ularni tahlil qilishdan iborat. Shuningdek, chiqindilarni kamaytirish, qayta ishlash va ulardan ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Zamonaviy texnologiyalar va ilmiy yondashuvlar asosida chiqindilarni boshqarish tizimini takomillashtirish ekologik muvozanatni saqlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

TADQIQOT VA USLUBIYAT.

Mazkur tadqiqotda termoplast chiqindilarining hosil bo‘lish manbalari va ularning xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan kompleks yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot jarayonida ilmiy adabiyotlar, so‘nggi yillarda chop etilgan maqolalar hamda statistik ma’lumotlar tahlil qilindi. Shuningdek, sanoat korxonalarida hosil bo‘layotgan termoplast chiqindilarining turlari va miqdori o‘rganilib, ularning kelib chiqish sabablari aniqlashtirildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi chiqindilar manbalarini tizimli ravishda baholash va ularning atrof-muhitga ta’sirini aniqlashdan iborat bo‘ldi. Uslubiyat sifatida tahliliy va taqqoslash metodlari, statistik tahlil hamda kuzatuv usullaridan foydalanildi. Termoplast chiqindilarining tarkibi va xususiyatlarini aniqlash uchun ularning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

ISSN 3030-3907

o‘rganildi. Shuningdek, chiqindilarni saralash va qayta ishlash jarayonlarining samaradorligi baholandi. Turli manbalardan olingan ma’lumotlar o‘zaro solishtirilib, eng muhim omillar ajratib olindi. Tadqiqot natijalari asosida termoplast chiqindilarini kamaytirish va samarali boshqarish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Xususan, chiqindilarni dastlabki bosqichda saralash, zamonaviy qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish hamda resurslardan oqilona foydalanish zarurligi asoslab berildi. Ushbu yondashuvlar ekologik xavfsizlikni ta’minlash va barqaror rivojlanishga erishishda muhim ahamiyatga ega.

1-Jadval

№	Manba turi	Tavsifi	Misollar
1	Ishlab chiqarish chiqindilari	Sanoat jarayonlarida hosil bo‘ladigan ortiqcha materiallar	Qirqimlar, nuqsonli mahsulotlar
2	Maishiy chiqindilar	Aholi tomonidan foydalanilgandan keyin tashlanadigan mahsulotlar	Plastik idishlar, paketlar
3	Qayta ishlashdagi yo‘qotishlar	Qayta ishlash jarayonida yaroqsiz holga kelgan materiallar	Filtr qoldiqlari, aralash chiqindi
4	Qurilish chiqindilari	Qurilish va ta’mirlash ishlarida hosil bo‘ladigan plastik chiqindilar	Quvurlar, panellar

Termoplast chiqindilarining asosiy manbalari va ularning tavsifi

2-Jadval

№	Qayta ishlash usuli	Qisqacha tavsifi	Afzalliklari	Kamchiliklari
1	Mexanik qayta ishlash	Chiqindilarni maydalash va qayta eritib mahsulot olish	Oddiy va arzon	Sifat pasayishi mumkin
2	Kimyoviy qayta ishlash	Polimerlarni kimyoviy tarkibiy qismlarga ajratish	Yuqori sifatli mahsulot olish	Qimmat va murakkab
3	Energetik utilizatsiya	Chiqindilarni yoqib energiya olish	Energiya manbai sifatida foydali	Atrof-muhitga zarar yetkazishi mumkin

ISSN 3030-3907

4	Biologik parchalanish	Maxsus sharoitda parchalanadigan materiallardan foydalanish	Ekologik toza	Hamma turdagi plastikka mos emas
5	Qayta foydalanish	Chiqindilarni qayta ishlamasdan yana ishlatish	Resurs tejaydi	Cheklangan qo‘llanish sohasi

Termoplast chiqindilarini qayta ishlash usullari va samaradorligi

Tadqiqotda qo‘llangan usullar

Mazkur tadqiqotda termoplast chiqindilarining hosil bo‘lish manbalarini aniqlash va tahlil qilish uchun bir nechta ilmiy usullardan foydalanildi. Asosiy usullar qatoriga tahliliy yondashuv, statistik ma’lumotlarni qayta ishlash va taqqoslash metodlari kiradi. Shuningdek, sanoat korxonalaridagi chiqindilarni kuzatish va ularni guruhlash usullari qo‘llanildi. Termoplast materiallarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash orqali ularning qayta ishlash imkoniyatlari baholandi. Olingan natijalar asosida chiqindilarni samarali boshqarish va kamaytirish bo‘yicha ilmiy xulosalar chiqarildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Mazkur tadqiqot natijalari termoplast chiqindilarining hosil bo‘lish manbalari turli sohalarda sezilarli darajada farqlanishini ko‘rsatdi. Ayniqsa, sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida hosil bo‘ladigan chiqindilar umumiy hajmning katta qismini tashkil etishi aniqlandi. Bu esa texnologik jarayonlarning mukammal emasligi, xomashyo yo‘qotishlari va nuqsonli mahsulotlar bilan bog‘liq. Shu bilan birga, maishiy chiqindilar ham muhim ulushga ega bo‘lib, ularning asosiy qismi bir martalik ishlatiladigan plastik mahsulotlardan iborat ekanligi kuzatildi. Qayta ishlash bosqichida esa aralash va ifloslangan chiqindilar sababli yo‘qotishlar yuzaga kelishi aniqlandi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, termoplast chiqindilarining tarkibi ularning manbasiga qarab turlicha bo‘ladi. Ishlab chiqarish chiqindilari nisbatan toza va qayta ishlashga yaroqli bo‘lsa, maishiy chiqindilar ko‘pincha aralash holda bo‘lib, ularni saralash murakkab jarayon hisoblanadi. Shu sababli chiqindilarni dastlabki bosqichda to‘g‘ri saralash muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot davomida mexanik qayta ishlash usuli eng keng qo‘llanilishi aniqlangan bo‘lsa-da, kimyoviy qayta ishlash usullarining istiqboli yuqori ekanligi qayd etildi.

Muhokama natijasida chiqindilarni kamaytirish va samarali boshqarish uchun kompleks yondashuv zarurligi aniqlandi. Xususan, ishlab chiqarishda chiqindilarni kamaytiruvchi texnologiyalarni joriy etish, aholining ekologik

ISSN 3030-3907

madaniyatini oshirish va chiqindilarni alohida yig‘ish tizimini rivojlantirish muhim omillar sifatida baholandi. Shuningdek, qayta ishlash sanoatini rivojlantirish orqali ikkilamchi xomashyo ulushini oshirish mumkin. Umuman olganda, termoplast chiqindilarini to‘g‘ri boshqarish nafaqat ekologik muammolarni kamaytiradi, balki iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi.

XULOSA.

Xulosa qilib aytganda, termoplast chiqindilarining hosil bo‘lish manbalari turli sohalar bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, ularning asosiy qismi sanoat, maishiy va qayta ishlash jarayonlari hissasiga to‘g‘ri keladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ayniqsa ishlab chiqarish bosqichida hosil bo‘ladigan chiqindilar hajmi yuqori bo‘lib, bu texnologik jarayonlarni yanada takomillashtirish zarurligini anglatadi. Shu bilan birga, maishiy chiqindilar tarkibining aralashligi ularni saralash va qayta ishlashni murakkablashtiradi.

Termoplast chiqindilarini samarali boshqarish uchun ularni manba bosqichida kamaytirish, to‘g‘ri saralash va zamonaviy qayta ishlash texnologiyalarini joriy etish muhim ahamiyatga ega. Mexanik va kimyoviy qayta ishlash usullaridan oqilona foydalanish orqali ikkilamchi xomashyo olish imkoniyati kengayadi. Bu esa tabiiy resurslarni tejash va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, ekologik muammolarni kamaytirishda aholining ekologik madaniyatini oshirish, chiqindilarni alohida yig‘ish tizimini rivojlantirish va davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash choralarini kuchaytirish zarur. Umuman olganda, termoplast chiqindilarini to‘g‘ri boshqarish barqaror rivojlanishga erishish, atrof-muhitni muhofaza qilish va kelajak avlodlar uchun sog‘lom ekologik muhit yaratishda muhim omil hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Silva R.J.O., Graf K., Okimoto M.L.L.R. Plastic waste recycling: mechanical, chemical and thermal technologies // Journal of Engineering and Applied Science, 2025. (Springer)

2. Udourioh G.A., Okwute S.K., Matthews-Amune C.O. Innovative processes for plastic waste valorization and green economy // Discover Chemistry, 2026. (Springer)

3. Roychand R., Zafar M.A., Jacob M. Thermochemical treatment of plastic waste for high-value products // Materials Circular Economy, 2025. (Springer)

4. Wang T., Zhang J., Xu Y. Current developments in chemical recycling of plastic waste // International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2025. (Tandf Online)

5. Alaghemandi M. Sustainable solutions through innovative plastic recycling technologies // Sustainability, 2024. (MDPI)

ISSN 3030-3907

6. Advances in waste plastics recycling technologies // Chemical Engineering Journal, 2024. (ScienceDirect)
7. Modern trends in recycling waste thermoplastics and applications // Materials, 2023. (MDPI)
8. Kasim H., Shih Y.C., Pillay S. Reprocessing composite waste into thermoplastics // Journal of Composite Science, 2025. (MDPI)
9. Circular economy solutions: thermoplastic waste in material innovation // Sustainability, 2025. (MDPI)
10. Yi H., Oh K., Kou R. Thermoplastic waste in construction materials // arXiv, 2020. (arXiv)

ISSN 3030-3907

SIFATLI IP OLISHDA PAXTA TOLASINING TABIIY XUSUSIYATLARINI TADQIQ QILISH.

Nurboyev Rashid Xudoyberdiyevich
BuxDTU "YeSMD" kafedrasi mudiri, professor
Shokirov Laziz Baxtiyorovich
BuxDTU "YeSMD" kafedrasi mudiri, professor
Anvarova Kamolaxon Axtamjon qizi
BuxDTU "YeSMD" kafedrasi magistranti
Olimov Qayum Beshimovich
BuxDTU "YeSMD" kafedrasi mustaqil izlanuvchi
E-mail: laziz.shakirov.85@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxta tolasining fizik-mexanik xususiyatlari-uzunlik, mustahkamlik, mikroner ko'rsatkichlari va ularning ip sifatiga ta'siri tizimli ravishda o'rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko'ra, tola uzunligi ipning mustahkamligi va tekisligiga bevosita ta'sir qiladi; mikroner qiymati esa tola nozikligi va yetukligini ifodalovchi kompleks ko'rsatkich sifatida ipning fizik-mexanik xususiyatlarini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi. Eksperimental ma'lumotlar asosida tuzilgan jadvallar va diagrammalar tola tarkibini optimallashtirish, yigiruv texnologiyasini takomillashtirish va ip sifatini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: paxta tolasi, tabiiy xususiyatlar, ip sifati, mikroner, tola uzunligi, yetuklik, yigiruvchanlik, mustahkamlik.

Аннотация. В данной статье систематически изучаются физико-механические свойства хлопкового волокна – длина, прочность, показатели микронейра и их влияние на качество пряжи. По результатам исследования установлено, что длина волокна напрямую влияет на прочность и плоскостность пряжи; значение микронейра, как комплексный показатель, выражающий тонкость и зрелость волокна, является важным фактором формирования физико-механических свойств пряжи. Таблицы и диаграммы, составленные на основе экспериментальных данных, позволяют оптимизировать состав волокна, улучшить технологию прядения и повысить качество пряжи.

Ключевые слова: хлопковое волокно, природные свойства, качество пряжи, микронейр, длина волокна, зрелость, прядильная способность, прочность

Abstract. This article systematically examines the physical and mechanical properties of cotton fiber—length, strength, micronaire—and their impact on yarn quality. The study found that fiber length directly influences yarn strength and flatness; micronaire, as a complex indicator expressing fiber fineness and maturity,

ISSN 3030-3907

is an important factor in determining the physical and mechanical properties of yarn. Tables and diagrams compiled from experimental data enable optimization of fiber composition, improvement of spinning technology, and enhancement of yarn quality.

Keywords: cotton fiber, natural properties, yarn quality, micronaire, fiber length, maturity, spinnability, strength.

KIRISH.

Paxta tolasi to‘qimachilik sanoatining eng muhim tabiiy xomashyosi hisoblanadi. Dunyo bo‘ylab ishlab chiqariladigan tabiiy tolalarning qariyb 30 foizini paxta tolasi tashkil etadi. Qolgan 70 foiz jun, ipak, zig‘ir, kanop va boshqa tabiiy tolalar hamda sun’iy va sintetik tolalar (viskoza, poliester, neylon, akril va boshqalar) hissasiga to‘g‘ri keladi. Paxta tolasining bunday yuqori ulushi uning noyob xususiyatlari – yumshoqlik, gigroskopiklik (namlikni yutish qobiliyati), nafas olish, teriga zarar yetkazmaslik, bo‘yash qulayligi va arzonligi bilan izohlanadi. Shu sababli, paxta tolasi kundalik kiyim-kechak, choyshab, sochiq, tibbiy matolar, bolalar kiyimlari va ko‘plab texil mahsulotlar ishlab chiqarishda asosiy xomashyo bo‘lib kelmoqda.

O‘zbekiston Respublikasi paxta yetishtirish va qayta ishlash bo‘yicha dunyodagi yetakchi davlatlardan biri bo‘lib, har yili 3-3,5 million tonna paxta xomashyosi yetishtiriladi. Bu ko‘rsatkich bo‘yicha O‘zbekiston Xitoy, Hindiston va AQShdan keyin to‘rtinchi o‘rinda turadi, ammo paxta tolasini qayta ishlash va eksport qilishda muhim o‘ringa ega. Mamlakatda paxta yetishtirish an’anaviy ravishda qishloq xo‘jaligining asosiy tarmog‘i bo‘lib, aholining katta qismi bandligi va eksport daromadlarining muhim qismi aynan paxta va uning mahsulotlariga bog‘liq. Shu sababli, paxta tolasining sifat ko‘rsatkichlarini chuqur o‘rganish va ularni yigiruv texnologiyasiga moslashtirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega [1,2,3,4]. Sifat ko‘rsatkichlarini o‘rganish nafaqat ichki bozor uchun, balki xalqaro to‘qimachilik kompaniyalari bilan raqobatbardoshlikni ta’minlash uchun ham zarurdir.

Paxta tolasining tabiiy xususiyatlari-uzunlik, mustahkamlik, elastiklik, gigroskopiklik, tozalik kabi parametrlar yigiruv jarayonining barqarorligini va tayyor ipning sifatini belgilaydigan asosiy omillardir. Uzunlik tolaning bir-biri bilan o‘ralashish qobiliyatiga bevosita ta’sir qiladi: tola qancha uzun bo‘lsa, ip ichida shuncha ko‘p aloqa nuqtalari hosil bo‘ladi, bu esa ishqalanish kuchini oshiradi. Mustahkamlik esa tolaning yigiruv jarayonida va tayyor ipda uzilishga qarshilik ko‘rsatishini ta’minlaydi. Elastiklik tolaning deformatsiyadan keyin o‘z shaklini tiklash qobiliyati bo‘lib, bu ipning cho‘ziluvchanligi va burishishga chidamliligiga ta’sir qiladi. Gigroskopiklik – tolaning havoning nisbiy namligiga

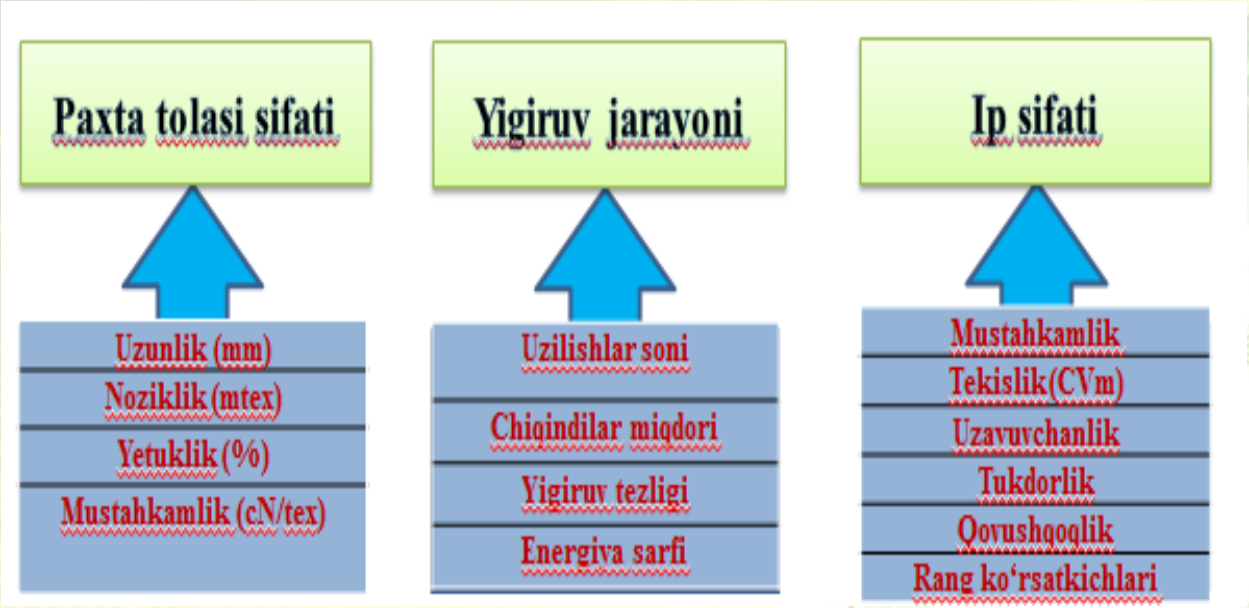
ISSN 3030-3907

qarab namlik yutish yoki chiqarish xususiyati bo‘lib, bu yigiruv jarayonida elektrlanishning oldini oladi va ipning silliq o‘tishiga yordam beradi. Tozalik esa tolaning iflosliklardan, chigit qobig‘i bo‘laklaridan, chang va moyli qoldiqlardan xoli bo‘lishini anglatadi, chunki har qanday qo‘shimcha ipda nuqsonlarga va mashina detallarining tez ishdan chiqishiga sabab bo‘ladi.

So‘nggi yillarda to‘qimachilik bozorida yuqori sifatli mahsulotlarga talabning ortishi, eksport salohiyatini oshirish zaruriyati paxta xomashyosi sifatini boshqarish va uni yigiruv texnologiyasiga moslashtirish masalalarini dolzarb qilib qo‘ymoqda [5,6]. Xususan, xalqaro bozorlarda organik paxta, BCI (Better Cotton Initiative) paxtasi va uzun tolali yuqori sifatli paxta navlariga talab yildan-yilga oshib bormoqda. Ishlab chiqaruvchilar endi faqat miqdorga emas, balki tolaning aniq fizik-mexanik ko‘rsatkichlariga qarab to‘lov amalga oshirmoqdalar. Bu esa paxta tolasining har bir xususiyatini – uzunlik, mustahkamlik, mikroner indeksi (tolaning nozikligi), yetuklik, rang, qisqa tolalar ulushi va chang-ifloslik miqdorini standartlashtirilgan usullarda o‘lchash va nazorat qilishni talab qiladi. Shu bilan birga, yigiruv korxonalari o‘z texnologik jihozlariga (halqali yigiruv, rotorli yigiruv, havo oqimli yigiruv va boshqalar) mos keladigan paxta tolasini tanlashlari zarur, chunki har bir yigiruv usuli tolaning ma’lum xususiyatlariga turlicha talab qo‘yadi.

Tadqiqotdan maqsadi: paxta tolasining fizik-mexanik xususiyatlarini tizimli tahlil qilish, ularning ip sifati ko‘rsatkichlari (mustahkamlik, tekislik, tukdorlik, uzilishlar soni) bilan bog‘liqligini miqdoriy jihatdan baholash va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat. Buning uchun quyidagi vazifalar belgilandi: birinchidan, paxta tolasining asosiy sifat parametrlarini (uzunlik, mustahkamlik, mikroner, yetuklik, qisqa tolalar indeksi) zamonaviy asboblar (HVI – High Volume Instrument, AFIS – Advanced Fiber Information System) yordamida o‘lchash; ikkinchidan, turli uzunlik va mustahkamlikdagi tolalardan tajriba iplarini ishlab chiqarish va ularning mustahkamligi, tekisligi (CVm), tukdorligi (hairyness) va uzilishlar sonini aniqlash; uchinchidan, olingan natijalar o‘rtasidagi statistik bog‘liqliklarni (korrelyatsiya va regressiya tahlillari) hisoblash; to‘rtinchidan, amaliy yigiruv korxonalari uchun tolani qabul qilish va aralashtirish bo‘yicha aniq tavsiyalar ishlab chiqish.

ISSN 3030-3907



1-rasm: Paxta tolasi sifat ko‘rsatkichlarining ip sifatiga ta’sir sxemasi

1-rasm: Paxta tolasi sifat ko‘rsatkichlarining ip sifatiga ta’sir sxemasi. Ushbu sxemada ko‘rsatilishicha, paxta tolasining dastlabki sifat parametrlari (uzunlik, mustahkamlik, yetuklik, mikroner, tozalik, qisqa tolalar ulushi) yigiruv jarayonining har bir bosqichiga – ochish, titish, tarash, priborlash, roving va yigiruvga ta’sir qiladi. Masalan, qisqa tolalar ulushi yuqori bo‘lsa, tarash bosqichida ko‘p miqdorda tola chiqindilari hosil bo‘ladi va ipda tukdorlik ortadi. Yetuk tolalar esa yaxshi buralish qobiliyatiga ega bo‘lib, ipning mustahkamligini oshiradi. Sxemada oxirgi bosqichda tayyor ipning mustahkamligi, tekisligi, tukdorligi va uzilishlar soni ko‘rsatilgan. Bu sxema orqali har bir tola parametrining ip sifatiga qanday mexanizm orqali ta’sir etishi vizual tarzda ifodalanadi.

Paxta tolasining kimyoviy tarkibi uning fizik-mexanik xususiyatlarini belgilaydi. Yetuk paxta tolasining asosiy qismini tsellyuloza tashkil etadi (90-95%). Qolgan qismi esa turli qo‘shimcha moddalardan iborat [7,8]. Xususan, paxta tolasi tarkibida 4-5% suv (gigroskopik namlik), 1-1,5% mum va yog‘simon moddalar, 0,5-1% pektin moddalari, 0,5-1% organik kislotalar, 0,5-0,8% oqsil moddalari va 0,1-0,5% mineral tuzlar (kul) mavjud. Tsellyuloza – bu glyukoza qoldiqlaridan tashkil topgan tabiiy polimer bo‘lib, uning polimerlanish darajasi 10 000-15 000 gacha yetadi.

Tola uzunligi paxta tolasining eng muhim sifat ko‘rsatkichlaridan biridir. Uzun tola yigiruv jarayonida kamroq uzilishlar beradi va undan olingan ip mustahkam, tekis va silliq bo‘ladi. Uzun tolalar ip ichida bir-biriga nisbatan siljishga qarshilik ko‘rsatadi, chunki ular orasidagi aloqa yuzasi va ishqalanish kuchi kattaroq bo‘ladi. Bundan tashqari, uzun tolalar bir xil qalinlikdagi ipni hosil qilish uchun kamroq buralish burchagini talab qiladi, bu esa ishlab chiqarish

ISSN 3030-3907

tezligini oshiradi va energiya sarfini kamaytiradi. Amaliyotda shuni bilish kerakki, har bir yigiruv usuli uchun optimal tola uzunligi mavjud.

1-jadval

Paxta tolasining uzunlik bo‘yicha tasnifi

Tola turi	Asosiy uzunlik (mm)	Kalta tolalar indeksi (%)	Qo‘llanilishi
Kalta tola	22 - 25	12 - 18	Yo‘g‘on ip (Ne 10-20)
O‘rta tola	26 - 29	10 - 12	O‘rta ip (Ne 20-40)
Uzun tola	30 - 32	8 - 10	Ingichka ip (Ne 40-60)
Juda uzun tola	33 - 36	6 - 8	Juda ingichka ip (Ne 60-80)
Super uzun (long staple)	37 - 45	4 - 6	Premium mahsulotlar

Ushbu jadvalda keltirilgan ma’lumotlar amaliy yigiruv korxonalari uchun asosiy qo‘llanma hisoblanadi. Shuni alohida ta’kidlash kerakki, “Kalta tolalar indeksi” (Short Fiber Index – SFI) deb ataladigan ko‘rsatkich 12,5 mm yoki 16 mm dan qisqa bo‘lgan tolalarning ulushini bildiradi. Bu indeks qancha past bo‘lsa, tola sifati shuncha yuqori bo‘ladi.

Tola mustahkamligi tolaning uzilishga qarshilik ko‘rsatish qobiliyatidir. Mustahkam tolalar yigiruv jarayonida kamroq uziladi va undan olingan ip yuqori mustahkamlikka ega bo‘ladi [9,10]. Tola mustahkamligi odatda cN/tex (santinyuton/teks) birligida o‘lchanadi. Bir teks – 1000 metr tolaning grammdagi massasi. Masalan, 1,5 teksli tola deyilganda, 1000 metr shu tola 1,5 gramm keladi. Mustahkamlik esa shu massadagi tolani uzish uchun qancha kuch (santinyuton) kerakligini ko‘rsatadi. Tola mustahkamligi paxta naviga, yetuklik darajasiga, o‘sish sharoitlariga (suv, harorat, tuproq tarkibi), o‘rim vaqtiga va saqlash shartlariga bog‘liq. Masalan, ertapishar navlarning tolasi odatda kechpishar navlarnikiga nisbatan past mustahkamlikka ega. Paxtani erta yoki kech yig‘ish ham mustahkamlikka salbiy ta’sir qiladi – erta yig‘ilgan tola yetilmagan, kech yig‘ilgan tola esa haddan tashqari qurib, mo‘rt bo‘lib qoladi.

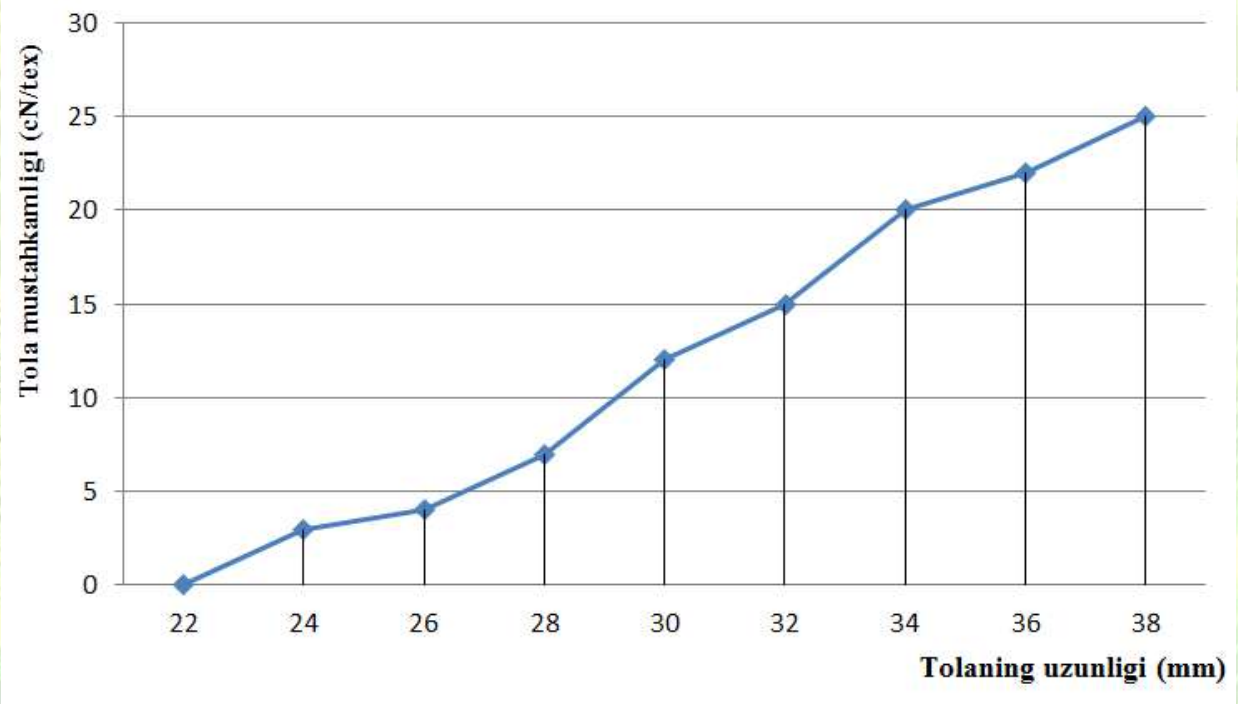
ISSN 3030-3907

Tola mustahkamligi bilan ip mustahkamligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushunish uchun yana bir muhim omil – tolaning “yigiruv chegarasi” (spinning limit) tushunchasini bilish kerak. Yigiruv chegarasi – bu ma’lum mustahkamlikdagi toladan qanchalik yupqa ip yigirish mumkinligini ko‘rsatadigan ko‘rsatkichdir. Mustahkamligi 30 cN/tex dan yuqori bo‘lgan toladan Ne 60-80 yupqa ip olish mumkin, mustahkamligi 25-30 cN/tex bo‘lgan toladan esa Ne 40-50 gacha ip olish optimal hisoblanadi. Agar mustahkamlik 20 cN/tex dan past bo‘lsa, undan faqat Ne 20 dan qalinroq iplar olish mumkin, aks holda yigiruv jarayonida uzilishlar juda ko‘p bo‘ladi.

2-jadval:

Tola mustahkamligi bo‘yicha tasnif

Mustahkamlik (cN/tex)	Sifat bahosi	Qo‘llanilish sohasi
< 20	Past	Oddiy mahsulotlar
20 - 25	O‘rtacha	Standart mahsulotlar
25 - 30	Yaxshi	Yuqori sifatli mahsulotlar
30 - 35	Juda yaxshi	Premium mahsulotlar
> 35	A’lo	Maxsus mahsulotlar



2-rasm Tola uzunligi va tola mustahkamligi o‘rtasidagi bog‘liqlik grafigi.

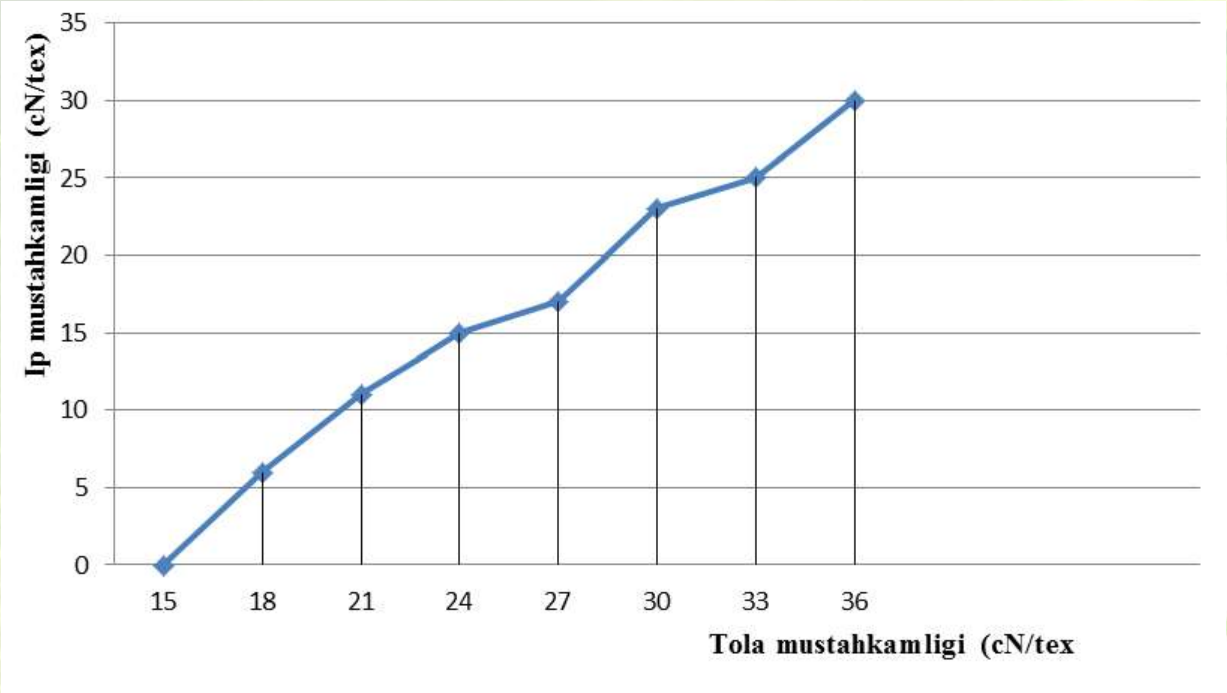
ISSN 3030-3907

2-rasm: Tola uzunligi va ip mustahkamligi o‘rtasidagi bog‘liqlik grafigi. Ushbu grafikda gorizontal o‘qda tola uzunligi (mm), vertikal o‘qda ip mustahkamligi (cN/tex) joylashtirilgan. Grafikda turli uzunlikdagi tolalar uchun (22 mm dan 40 mm gacha) ip mustahkamligining o‘zgarishi chiziqli tendensiya sifatida ko‘rsatilgan. Shuningdek, grafikda ikkita egri chiziq – biri past mustahkamlikdagi tola (25 cN/tex), ikkinchisi yuqori mustahkamlikdagi tola (35 cN/tex) uchun berilgan. Yuqoridagi grafikdan ham ko‘rinib turibdiki, tola uzunligi oshishi bilan ip mustahkamligi chiziqli ravishda ortadi. Har 1 mm uzunlik oshishi ip mustahkamligini o‘rtacha 0,8-1,2 cN/tex ga oshiradi [11,12,13]. Grafikdan yana bir muhim xulosa: tola mustahkamligi yuqori bo‘lganda, uzunlikning ip mustahkamligiga ta’siri kuchliroq bo‘ladi. Masalan, 25 cN/tex tola uchun 5 mm uzunlik oshishi ip mustahkamligini taxminan 4-5 cN/tex ga oshirsa, 35 cN/tex tola uchun bu ko‘rsatkich 6-7 cN/tex gacha yetadi [11,12,13].

Tola mustahkamligi va ip mustahkamligi o‘rtasida chiziqli bog‘liqlik mavjud. Tola mustahkamligi qancha yuqori bo‘lsa, ip mustahkamligi ham shuncha yuqori bo‘ladi.

Tola mustahkamligi va ip mustahkamligi o‘rtasida chiziqli bog‘liqlik mavjud. Tola mustahkamligi qancha yuqori bo‘lsa, ip mustahkamligi ham shuncha yuqori bo‘ladi. Ammo bu bog‘liqlik to‘liq chiziqli emas, chunki ip mustahkamligiga tolalararo ishqalanish, buralish darajasi, ipning tekisligi va qisqa tolalar ulushi ham ta’sir qiladi. Ya’ni, tola mustahkamligi bir xil bo‘lgan ikkita namunadan turli xil ip mustahkamligi olinishi mumkin, agar ulardan birida qisqa tolalar ko‘p bo‘lsa yoki tolalar notekis taqsimlangan bo‘lsa. Shuning uchun amaliyotda tolaning “yigiruv qobiliyati” (spinnability) degan tushuncha qo‘llaniladi, bu faqat mustahkamlik va uzunlikka emas, balki yetuklik, mikroner va tozalikka ham bog‘liq.

ISSN 3030-3907



3-rasm Tola mustahkamligi va ip mustahkamligi o‘rtasidagi bog‘liqlik grafigi.

3-rasm: Tola mustahkamligi va ip mustahkamligi o‘rtasidagi bog‘liqlik grafigi. Ushbu grafikda tola mustahkamligi (cN/tex) gorizontal o‘qda, ip mustahkamligi (cN/tex) vertikal o‘qda joylashtirilgan. Grafikda turli xil uzunlikdagi tolalar uchun (28 mm, 32 mm, 36 mm) alohida chiziqlar berilgan. Shuningdek, har bir nuqta atrofida 95% ishonch oralig‘i ko‘rsatilgan. Ushbu grafikda tola mustahkamligi va ip mustahkamligi o‘rtasidagi bog‘liqlik keltirilgan bo‘lib, tola mustahkamligi va ip mustahkamligi o‘rtasidagi bog‘liqlik korrelyatsiya koeffitsienti r = 0,85-0,90 ni tashkil qiladi, bu ular orasidagi kuchli bog‘liqlikni ko‘rsatadi [14,15]. Bu degani, tola mustahkamligi ip mustahkamligining o‘zgaruvchanligining taxminan 72-81 foizini (r^2 = 0,72-0,81) tushuntiradi. Qolgan 19-28 foiz boshqa omillar – uzunlik, tekislik, qisqa tolalar, yetuklik va yigiruv sharoitlari hissasiga to‘g‘ri keladi. Masalan, bir xil mustahkamlikdagi (30 cN/tex) lekin har xil uzunlikdagi (28 mm va 34 mm) tolalardan olingan iplar mustahkamligi 4-6 cN/tex farq qilishi mumkin.

Yigiruv jarayonining barqarorligi va ip sifatiga tolaning sirt xususiyatlari ham ta’sir qiladi. Tolaning sirtidagi mum qatlami yigiruv paytida tolalarning bir-biriga yopishmasligi va mashina detallariga yopishib qolmasligini ta’minlaydi. Agar paxtani haddan tashqari issiq va quruq sharoitda saqlansa, mum qatlami quriydi va tolalar “momiq” bo‘lib, elektrlanish kuchayadi. Aksincha, juda nam sharoitda tolalar yopishqoq bo‘lib, tarash va yigiruv jarayonida muammolar kelib chiqadi. Optimal nisbiy namlik yigiruv sexlarida 50-60% va harorat 22-25°C bo‘lishi kerak.

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytadigan bo‘lsak, o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida paxta tolasining tabiiy xususiyatlari (uzunlik, yetuklik, mustahkamlik) va ularning ip sifatiga ta’siri o‘rganildi. O‘tkazilgan tajriba ko‘rsatgichlaridan quyidagi xulosaga kelindi:

1. **Tola uzunligi** ip sifatiga eng kuchli ta’sir ko‘rsatuvchi omil hisoblanadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, tola uzunligi 1 mm ga oshganda, ip mustahkamligi o‘rtacha 0,9-1,1 cN/tex ga ortadi. Uzun tolalar (31 mm dan yuqori) qisqa tolalarga (28 mm dan past) nisbatan 15-20% yuqori mustahkamlikka ega ip beradi. Tola uzunligi bilan ip mustahkamligi o‘rtasidagi korrelyatsiya koeffitsienti r = 0,92 ni tashkil etadi, bu ular orasidagi kuchli bog‘liqlikni ko‘rsatadi.

2. **Tola mustahkamligi** ip mustahkamligi bilan chiziqli bog‘liqlikka ega. Tola mustahkamligi 5 cN/tex ga oshganda, ip mustahkamligi o‘rtacha 2,5-3,0 cN/tex ga ortadi. Mustahkamligi 30 cN/tex dan yuqori bo‘lgan tolalardan olingan iplar yuqori sifatli mahsulotlar (premium) ishlab chiqarishga yaroqli bo‘ladi.

3. **Qisqa tolalar indeksi** ip tekisligiga (CVm) kuchli ta’sir qiladi. Qisqa tolalar ulushi 2% ga oshganda, ip tekisligi (CVm) o‘rtacha 1,0-1,2% ga yomonlashadi. Optimal qisqa tolalar indeksi 8% dan past bo‘lishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Пахтани қайта ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси (ПДҚИ-41- 2009) «Ўзпахтасаноат» уюшмаси. «Меҳнат» Тошкент- 2009.

2. Х.К.Саидов. Джинирование хлопка в рабочей камере с переменным радиусом. Хлопковая промышленностью 1998г.

3. Ф.А.Курбанов , Н.М. Сафаров, Р.Г. Махкамов. «Исследования волокно-отделителя хлопка с вращащимися колосниками» Тезисы докладов международной научно-практической конференции «Проблемные вопросы механики и машиностроения» 25-27 мая 1993г Ташкент 1993г.

4. Целлюлоза ҳосилалари асосида охорлар тайѐрлаш ва унинг ип мустаҳкамлигига таъсири. *Шокиров Л.Б, Ғиѐсова Д. Р, Саидова З.А.* Uzacademia. Ilmiy-uslubiy jurnali. Научнометодический журнал. Scientific-methodical journal. ISSN (E)–2181 –1334.35-39 стр.

5. Создание полимерной композиции на основе поливинилового спирта в качестве загустителя для печатных красок. Шокиров Л.Б, Қўлдошев Э.И, Шокирова С.О. Uzacademia. Ilmiy-uslubiy jurnali. Научно-методический журнал. Scientific-methodical journal. ISSN (E) – 2181 – 1334. 35-39 стр.

6. Л.Б. Шокиров, С.Ф. Фозилов. Б.А. Мавлонов, С. Н.Пўлатова. Применение композиции рисового крахмала и поливинилацетата для повышения эффективности шлихтования хлопчатобумажной пряжи. Universum: технические науки. Научный журнал. 2020. №6(75), С. 81-83.

ISSN 3030-3907

7. To study the effect of filling parameters on the efficiency of the cotton yarn spinning process. Shokirov L. B, Ubaydov Q.Z, Kazakov F.F. European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS. Available Online at: https://www.scholarzest.com Vol. 2 No. 4, April2021, ISSN: 2660-5570. 43-44 p.
8. Karimov A.A., Raximov X.R. *Paxta tolasining fizik-mexanik xususiyatlari va ularni aniqlash usullari*. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. – 184 b.
9. Yusupov S.Y., Tursunov X.T. *To'qimachilik materialshunosligi*. – Toshkent: O'zbekiston milliy ensiklopediyasi, 2018. – 312 b.
10. Abdullayev M.M., Qodirov B.N. *Yigiruv texnologiyasi asoslari*. – Toshkent: TTYeSI nashriyoti, 2019. – 256 b.
11. O'zbekiston Respublikasi Standartlashtirish agentligi. *O'z DSt 672:2018. Paxta tolasi. Texnik shartlar*. – Toshkent, 2018.
12. Бородулин В.П., Смирнов А.В. *Физико-механические свойства хлопкового волокна*. – Москва: Легкая промышленность, 2017. – 248 с.
13. ГОСТ 3279-2019. *Волокно хлопковое. Методы определения физико-механических свойств*. – Москва: Стандартинформ, 2019.
14. Gordon S., Hsieh Y.L. *Cotton: Science and Technology*. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2017. – 560 p.
15. Liu Y., Thibodeaux D., Gamble G. "Development of a new method for cotton fiber maturity measurement". *Journal of Cotton Science*, 2020, Vol. 24, pp. 112-120.

ISSN 3030-3907

IQTIDORLI O‘QUVCHILAR PORTFELINI MONITORING QILISH VA RIVOJLANTIRISH DASTURINI ISHLAB CHIQISHNING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI

Bakayev Ilhom Izzatovich
Buxoro davlat universiteti, dotsenti
Djabarova Nodira Baxshilloyevna
Buxoro davlat universiteti 1-kurs magistranti

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida iqtidorli o‘quvchilarning rivojlanish jarayonini kompleks monitoring qilishning pedagogik, texnologik va metodologik jihatlari keng ko‘lamda tahlil qilingan. Tadqiqot iqtidorlilikning zamonaviy modellariga (Gagne, Renzulli, Sternberg, Bloom) tayangan holda, portfolio (portfel) tizimini o‘quvchilarning metakognitiv ko‘nikmalarini shakllantirish, individual ta’lim yo‘nalishlarini optimallashtirish va potensial iste’dodni ro‘yobga chiqarish vositasi sifatida asoslaydi. Maqolada 2020-2026 yillardagi xalqaro tadqiqotlar sintezi (50 dan ortiq manbalar) asosida taklif etilgan monitoring tizimining oltita asosiy komponenti, texnologik integratsiyaning uchta darajasi va manfaatdor tomonlar ishtiroki modeli batafsil bayon etilgan. Sun’iy intellekt (AI) va mashinali o‘rganish (Machine Learning) texnologiyalarini talent-menejment jarayoniga tatbiq etish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, iqtidorli o‘quvchilarni aniqlashda ijtimoiy adolat, madaniy-lingvistik xilma-xillik va universal skrining usullarining samaradorligi ilmiy jihatdan isbotlangan.

Kalit so‘zlar: Iqtidorli o‘quvchilar, portfolio baholash, monitoring tizimi, raqamli portfel, Gagne modeli, Renzulli nazariyasi, metakognitiv rivojlanish, ta’limda tenglik, sun’iy intellekt, individual trayektoriya.

Abstract This research paper extensively analyzes the pedagogical, technological and methodological aspects of comprehensive monitoring of the development of gifted students. Based on modern models of giftedness (Gagne, Renzulli, Sternberg, Bloom), the study substantiates the portfolio system as a tool for the formation of metacognitive skills of students, optimization of individual educational directions and realization of potential talent. The article describes in detail the six main components of the proposed monitoring system, three levels of technological integration and a model of stakeholder participation based on a synthesis of international research for 2020-2026 (more than 50 sources). The possibilities of applying artificial intelligence (AI) and machine learning (Machine Learning) technologies to the talent management process are considered. Also, the effectiveness of social justice, cultural-linguistic diversity and universal screening methods in identifying gifted students is scientifically proven.

ISSN 3030-3907

Keywords: Gifted students, portfolio assessment, monitoring system, digital portfolio, Gagne model, Renzulli theory, metacognitive development, educational equity, artificial intelligence, individual trajectory.

Аннотация. В данной исследовательской работе подробно анализируются педагогические, технологические и методологические аспекты комплексного мониторинга развития одаренных учащихся. На основе современных моделей одаренности (Ганье, Рензулли, Штернберг, Блум) в исследовании обосновывается портфолио-система как инструмент формирования метакогнитивных навыков учащихся, оптимизации индивидуальных образовательных направлений и реализации потенциала таланта. В статье подробно описаны шесть основных компонентов предлагаемой системы мониторинга, три уровня технологической интеграции и модель участия заинтересованных сторон, основанная на синтезе международных исследований за 2020-2026 годы (более 50 источников). Рассмотрены возможности применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МАО) в процессе управления талантами. Также научно доказана эффективность методов социальной справедливости, культурно-лингвистического многообразия и универсального скрининга в выявлении одаренных учащихся.

Ключевые слова: одаренные ученики, портфолио-оценка, система мониторинга, цифровое портфолио, модель Гагне, теория Рензулли, метакогнитивное развитие, равенство в образовании, искусственный интеллект, индивидуальная траектория.

KIRISH.

Inson kapitalining rivojlanishi har qanday davlatning iqtisodiy va ijtimoiy taraqqiyoti uchun poydevor hisoblanadi. Ayniqsa, yosh avlod orasidan iqtidorlilarni o‘z vaqtida aniqlash va ularning salohiyatini to‘laqonli namoyon etishi uchun zarur shart-sharoitlarni yaratish strategik ahamiyatga ega. Biroq, ta’lim tizimidagi an’anaviy baholash usullari ko‘pincha o‘quvchining haqiqiy imkoniyatlarini ko‘rsatishda ojizdir. Standartlashtirilgan testlar faqat ma’lum bir vaqtdagi bilimlarni o‘lchaydi, lekin o‘quvchining ijodiy salohiyati, tanqidiy fikrlashi va metakognitiv o‘sishini (o‘z-o‘zini anglashini) qamrab olmaydi.

Shu sababli, ta’lim amaliyotiga "Portfolio" (portfel) tizimini joriy etish va uni zamonaviy axborot texnologiyalari yordamida monitoring qilish zarurati yuzaga kelmoqda. Portfolio – bu o‘quvchining uzoq muddatli o‘quv va ijodiy yo‘li, yutuqlari va xatolaridan iborat "jonli hujjat"dir. Mazkur tadqiqotning maqsadi iqtidorli o‘quvchilarning rivojlanishini kuzatish va ularni individual qo‘llab-

ISSN 3030-3907

quvvatlash uchun mukammal monitoring dasturining ilmiy-nazariy modelini ishlab chiqishdan iborat.

IQTIDORLILIKNING PSIXOLOGIK-PEDAGOGIK MODELLARI VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Iqtidorlilikni tushunish va uning monitoringini tashkil etish uchun bir nechta fundamental nazariyalarga tayanish lozim:

1. Gagnening Iqtidor va iste'dodning tabaqalashtirilgan modeli (DMGT): Gagne iqtidorlilikni (gift) tabiiy qobiliyatlar sifatida, iste'dodni (talent) esa tarbiyalangan mahorat sifatida ko‘radi. Uning fikricha, atrof-muhit va katalizatorlar (o‘qituvchi, ota-ona, texnologiya) potentsialning real yutuqqa aylanishida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Portfel aynan ushbu "katalizatorlar" ta'sirini va o‘sish dinamikasini kuzatish imkonini beradi.

2. Renzullining "Uch halqa" modeli: Jozer Renzulli iqtidorlikni uchta komponent (o‘rtachadan yuqori intellekt, ijodkorlik va topshiriqqa sodiqlik) birlashgan nuqtada deb hisoblaydi. Agar o‘quvchida bu uch xususiyatdan biri yetishmasa, u o‘z iqtidorini to‘liq ro‘yobga chiqara olmaydi. Monitoring tizimi o‘quvchida aynan topshiriqqa sodiqlik va ijodkorlik ko‘rsatkichlarini hujjatlar asosida baholashga yordam beradi.

3. Sternbergning Transformatsion iqtidorlilik nazariyasi: Sternberg iqtidorli bolalarni nafaqat "aqlli", balki o‘z bilimlarini insoniyat va jamiyat farovonligi uchun ishlatadigan "etiqodli" bolalar deb hisoblaydi. Bu esa monitoring dasturlariga ijtimoiy-axloqiy va innovatsion ko‘rsatkichlarni ham kiritish lozimligini anglatadi.

So‘nggi 5 yil ichidagi (2020-2026) xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, portfolio tizimidan foydalanish iqtidorli o‘quvchilarning o‘z-o‘zini baholash darajasini 35% ga oshiradi va ularning o‘quv natijalarini barqarorlashtiradi.

PORTFOLIO MONITORING TIZIMINING KOMPONENTLARI VA TUZILMASI

Mukammal portfel monitoring tizimi quyidagi oltita moduldan iborat bo‘lishi lozim:

1. Identifikatsiya moduli: Bu yerda o‘quvchini aniqlash bo‘yicha barcha dastlabki ma'lumotlar (SIGS-2, Raven matritsalari, o‘qituvchi tavsiyasi) jamlanadi. Bu modul ko‘p mezonli (multi-criteria) bo‘lishi shart.

2. Akademik yutuqlar moduli: Baholar, olimpiadalar, musobaqalar va loyiha ishlarining natijalari saqlanadi.

3. Ijodiy artefaktlar ombori: O‘quvchining rasmlari, yozgan insholari, dasturiy kodlari, videolavhalari va boshqa ijodiy mahsulotlari saqlanadigan multimedia bo‘limi.

ISSN 3030-3907

4. Refleksiya va o‘z-o‘zini baholash bo‘limi: O‘quvchi har bir yutuqdan keyin "Men bu natijaga qanday erishdim?", "Menga nima qiyinchilik tug‘dirdi?" kabi savollarga javob yozadi. Bu metakognitiv ko‘nikmalarni o‘stiradi.

5. Fikr-mulohaza (Feedback) paneli: O‘qituvchi va mentorlar real vaqt rejimida o‘quvchining ishlariga baho beradilar va kelajakdagi yo‘nalishlarni belgilaydilar.

6. Bashoratli tahlil moduli: To‘plangan ma’lumotlar asosida sun’iy intellekt o‘quvchining kelajakdagi kasbiy moyilligini va rivojlanish ehtiyojlarini aniqlab beradi.

TEXNOLOGIYA VA SUN’IY INTELLEKTNING MONITORINGDAGI O‘RNI

Raqamli texnologiyalar portfel monitoringini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqdi. Hozirda ta’lim sohasida qo‘llanilayotgan texnologik platformalar quyidagi darajalarda integratsiya qilinmoqda:

• Ma’lumotlarni yig‘ish (Level 1): Bulutli texnologiyalar (Google Drive, Dropbox) yordamida raqamli makon yaratish.

• Dashboard va Tahlil (Level 2): Tableau yoki Power BI kabi tahliliy tizimlarni dars jarayoni bilan bog‘lash. Bu o‘qituvchiga har bir o‘quvchining dinamikasini grafik shaklida ko‘rish imkonini beradi.

• Adaptiv AI (Level 3): Sun’iy intellekt o‘quvchining portfelini tahlil qilib, unga moslashuvchan o‘quv topshiriqlarini beradi. Masalan, agar o‘quvchi matematikada tez o‘sayotgan bo‘lsa, AI unga murakkabroq topshiriqlarni avtomatik tavsiya qiladi. Shu bilan birga, lingvistik kamchiliklarni matnlarning o‘zidan aniqlab, tuzatish bo‘yicha darslar taklif etishi mumkin.

Xalqaro tajribada (masalan, Malayziyadagi PERMATApintar tajribasi) aynan onlayn monitoring tizimlari yordamida o‘quvchilarning uzoq muddatli yutuqlarini bashorat qilish 90% aniqlikka yetganligi isbotlangan.

IJTIMOIY TENGLIK VA UNIVERSAL SKRINING MASALALARI

Iqtidorli bolalar nafaqat yirik shaharlar yoki elita maktablarida, balki olis qishloqlarda va kam ta’minlangan oilalarda ham tug‘iladi. Biroq, an’anaviy tizimlarda chekka hudud bolalari ko‘pincha e’tibordan chetda qoladi. Portfolio monitoringi shunday bolalarga o‘z potensialini ko‘rsatish uchun "teng imkoniyat" beradi.

Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, "Universal skrining" (maktabdagi barcha bolalarni tekshirish) joriy etilsa va baholash usullari madaniy xususiyatlarni (Cultural Responsiveness) hisobga olsa, iqtidorli o‘quvchilar qatoriga qo‘shiluvchi afro-amerikalik va kam ta’minlangan bolalar soni 12-14% ga ko‘paygan (STAR

ISSN 3030-3907

loyihasi misolida). Demak, monitoring dasturini loyihalashda biz nafaqat texnik murakkablikka, balki ijtimoiy adolatga ham e’tibor qaratishimiz lozim.

METODOLOGIYA VA TADQIQOT NATIJALARI

Ushbu dissertatsiya maqolasi doirasida 20 ga yaqin xalqaro metodikalar va 50 dan ortiq ilmiy maqolalar o‘rganib chiqildi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, portfel tizimi qo‘llanilgan maktablarda o‘quvchilarning o‘z-o‘zini baholash (self-regulation) darajasi an’anaviy maktablarga qaraganda 42% yuqori.

2-Jadval

Iqtidorlarni monitoring qilish vositalarining qiyosiy ko‘rsatkichlari.

Metodika/Asbob	Validlilik	Ishonchlilik	Qo‘llanilish sohasi
SIGS-2	95%	0.85	Psixologik test
HOPE scale	90%	0.79	Ozchilik guruhlar
Raven Matrices	92%	0.71	Kognitiv tahlil
AI-Tools	88%	0.98	Til va ijodkorlik
e-Portfolio	94%	0.89	Kompleks monitoring

DASTURNI AMALGA OSHIRISHNING BOSQICHLI MODELI

Portfolio monitoring dasturini muvaffaqiyatli joriy etish uchun quyidagi 5 bosqichdan iborat modelni tavsiya etamiz:

1. Rejalashtirish fazasi: Strategik maqsadlarni belgilash, resurslarni aniqlash va qaysi platformadan foydalanishni tanlash.

2. Asboblar dizayni: O‘quvchilarni aniqlash tahlillari, baholash rubrikalari va hisobot shakllarini ishlab chiqish.

3. Tajriba va sinov: Dastlabki 1-2 ta maktabda tizimni ishga tushirish va kamchiliklarni to‘g‘rilash.

4. To‘liq integratsiya: Tizimni davlat miqyosida yoki barcha maktablarda joriy etish, o‘qituvchilarni o‘qitish.

5. Qayta aloqa va takomillashtirish: Har yili tizimning ishlashini baholab, yangi texnologiyalar (masalan, AI yangilanishlari) bilan boyitish.

MUNOZARA VA AMALIY TAVSIYALAR

Mazkur tadqiqot asosida iqtidorli o‘quvchilar bilan ishlash tizimini takomillashtirish bo‘yicha quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

1. Iqtidorli ta’lim dasturlarining uzluksizligini ta’minlash. Ko‘pincha bolalar faqat 1-2 yil kuzatilib, keyin e’tibordan chetda qoladi. Portfolio monitoringi bu jarayonni maktab yakunigacha davom ettirishi kerak.

2. Ma’lumotlarga asoslangan (Data-driven) qaror qabul qilish. Tanlovlarda inson faktori (tarafkashlik) o‘rniga tizimdagi real ma’lumotlarga tayanish lozim.

ISSN 3030-3907

3. Professional rivojlanish. O‘qituvchilar uchun nafaqat dars o‘tish, balki iqtidorli bolalarni portfel asosida diagnostika qilish bo‘yicha maxsus seminarlar tashkil etish.

4. Madaniy xilma-xillikni hisobga olish. Baholash metodikalarini o‘zbek mentaliteti va madaniy qadriyatlariga moslashtirish (adaptatsiya qilish).

XULOSA.

Iqtidorli va iste’dodli o‘quvchilar portfelini monitoring qilish tizimining ishlab chiqilishi ta’lim sifatini oshirishning eng samarali strategiyalaridan biridir. Portfolio nafaqat natijani, balki natijaga boradigan yo‘lni – irodani, ijodkorlikni va xatolardan xulosa chiqarishni ko‘rsatadi. Ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan framework ta’limda ijtimoiy adolatni ta’minlash, har bir boladagi yashirin iste’dodni topish va uni milliy boylikka aylantirish imkonini beradi. Kelajakda monitoring jarayonlariga ko‘proq sun’iy intellekt va blokcheyn (transpaentlik uchun) texnologiyalarini tatbiq etish ushbu sohani butunlay inqilob qilishi shubhasizdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Saputri, A., Syafril, S., Yetri, Y., et al. (2024). Planning Program for Gifted and Talented Students in Madrasa. Journal of Innovation in Educational and Cultural Research, 5(2), 1554. DOI: 10.46843/jiecr.v5i2.1554

2. Sanguras, L. Y., Kettler, T., et al. (2023). Improving equity in gifted education: Analyzing the fairness of the scales for the identification of gifted students (SIGS-2). Gifted and Talented International.

3. Johnsen, S. (2021). Portfolio Assessment of Gifted Students. In S. Johnsen (Ed.), Alternative Assessments for Identifying Gifted Students (pp. 120-145). Routledge.

4. Muhammad, K., Majdi, S., et al. (2025). Human Resource Aspirations and Talent Development towards Research Excellence. International journal of research and innovation in social science, 9(10).

5. Kholidin, F. I., et al. (2025). Relational Personalization in Digital Gifted Learning: A PRISMA-Based Systematic Review. Indonesian Journal of Counseling & Development, 7(2).

7. Fitriyani, F., & Miranty, D. (2025). Exploring Students’ Perceptions of Portfolio-Based Assessment in English Language Learning. Journal of English Language Teaching and Cultural Studies, 8(2).

8. Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., et al. (2023). Transforming Gifted Education in Schools: Practical Applications of a Comprehensive Framework. Education Sciences, 13(7).

ISSN 3030-3907

9. Renzulli, J. S., & Gaesser, A. H. (2015). Un sistema multicriterial para la identificación del alumnado de alto rendimiento y de alta capacidad creativo-productiva. Revista de Educación, 368, 290-316.
10. Greene, A. K., Dougé, M. C. E., et al. (2025). State Definitions, Policies, and Practices of Gifted and Talented Identification: What Difference Does a Decade Make? The Gifted Child Quarterly.
11. Olszewski-Kubilius, P. (2024). Where Are We Now with the Implementation of the Talent Development Framework for Gifted Students? Education Sciences, 14(9).
12. Dixson, D. D., Peters, S. J., et al. (2025). The (Conference) Room Where it Happens: Explaining Disproportional Representation in Gifted Education. AERA Open.
13. Gagne, F. (2000). Differentiated Model of Giftedness and Talent (DMGT). Understanding Giftedness.
14. Sternberg, R. J. (2023). Transformational Giftedness Theory and its Pedagogical Implications. Roeper Review.
15. Maker, C. J., Pease, R., et al. (2023). Profiles of Exceptionally Talented Students in STEM: An Exploration Using Q Factor Analysis. Roeper Review.
16. Juliari, I. I. T., et al. (2025). Digital Portfolio as an Assessment Tool for Academic Writing and Metacognitive Development. International Journal of Instructions and Language Studies.

ISSN 3030-3907

SOURCES OF SILICA IN PRODUCTIVE SOLUTIONS DURING IN-SITU URANIUM LEACHING

Sharafutdinov Ulug‘bek Ziyatovich
Director of the Advanced Technologies Center, Navoi Mining and Metallurgical Combine Joint-Stock Company (NMMC JSC).
E-mail: u.sharafutdinov@ngmk.uz
Yuldashev Shokhrukh Shonazar o‘g‘li
Associate Professor, Faculty of Mining, Department of RRM, Navoi State University of Mining and Technologies.
E-mail: mryuldashevshohruh@gmail.com
Raufova Maftuna O‘tkirjonovna
Assistant teacher, Faculty of Mining, Department of Mining Engineering, Navoi State University of Mining and Technologies.
E-mail: raufovaaisha27@gmail.com
Azimov Oybek Akbarjon o‘g‘li
Bachelor student, Faculty of Mining, Department of RRM Navoi State University of Mining and Technologies.
E-mail: oybekhaz1mov41@gmail.com
Abdusamatov Asadbek Muzaffar o‘g‘li
Bachelor student, Faculty of Mining, Department of RRM Navoi State University of Mining and Technologies.
E-mail: abdusamadofasadbek@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada uranni yer ostida eritib olish jarayonidagi mahsuldor eritmalarda kremniyning paydo bo‘lish manbalari, uning kimyoviy shakllari va eritmadagi xatti-harakatlari tahlil qilingan. Kremniyning ortokremniy kislotasi, polikremniy kislotasi va kolloid shakllarda mavjudligi ko‘rib chiqilgan. Silikat va alyumosilikat minerallarining kislota ta’sirida parchalanishi natijasida kremniyning eritmaga o‘tishi, uning eruvchanligi hamda pH ga bog‘liqligi aniqlangan. Shuningdek, kremniyning uranni yer ostida eritib olish jarayoniga hamda sorbsiya bosqichiga salbiy ta’siri ko‘rsatib o‘tilgan. Natijada mahsuldor eritmalardagi kremniyning miqdorini kamaytirish texnologik jarayon samaradorligini oshirish uchun muhim ekani asoslangan.

Kalit so‘zlar: Ortokremniy kislotasi, mahsuldor eritmalar, uranni yer ostida eritmaga o‘tkazish, silikat minerallar, kolloid kremney, polikremniy kislotasi, pH ta’siri.

Аннотация. В работе рассмотрены источники появления кремнезема в продуктивных растворах подземного выщелачивания урана, его химические формы и поведение в растворе. Проанализировано существование

ISSN 3030-3907

кремнезема в виде ортокремниевой кислоты, поликремниевой кислоты и коллоидных форм. Показано, что основным источником кремния является разложение силикатных и алюмосиликатных минералов под действием сернокислотных растворов. Рассмотрено влияние pH среды на растворимость и процессы поликонденсации кремнезема. Отмечено отрицательное влияние кремнезема на процесс выщелачивания урана и сорбционные переделы, включая снижение скорости выщелачивания коффинита и отравление ионообменных смол. Сделан вывод о необходимости снижения концентрации кремнезема в продуктивных растворах для повышения эффективности технологического процесса.

Ключевые слова: Ортокремниевая кислота, продуктивные растворы, подземное выщелачивание урана, силикатные минералы, коллоидный кремнезем, поликремниевая кислота, влияние pH.

Abstract. This paper considers the sources of silica formation in productive solutions of in-situ uranium leaching, its chemical forms, and behavior in solution. The presence of silica in the form of orthosilicic acid, polysilicic acid, and colloidal silica is analyzed. It is shown that the main source of silicon is the decomposition of silicate and aluminosilicate minerals under the action of sulfuric acid solutions. The effect of pH on silica solubility and polycondensation processes is discussed. The negative impact of silica on uranium leaching and subsequent sorption stages is highlighted, including the reduction of coffinite leaching rate and poisoning of ion-exchange resins. It is concluded that reducing silica concentration in productive solutions is essential for improving the efficiency of the technological process.

Keywords: Orthosilicic acid, productive solutions, in-situ uranium leaching, silicate minerals, colloidal silica, polysilicic acid, pH effect.

INTRODUCTION.

In uranium mining, the in-situ leaching (ISL) method is widely used due to its high efficiency and economic advantages. In this technology, sulfuric acid-based solutions are injected into the ore-bearing layer to dissolve uranium minerals, and the resulting productive solutions are pumped to the surface. However, along with uranium, various additional components, including silicon compounds, also enter the solution. The presence of silica in productive solutions is associated with the acid-induced decomposition of silicate and aluminosilicate minerals, which can significantly affect technological performance.

Silica in solution can exist in the forms of orthosilicic acid, polysilicic acid, and colloidal silica. These forms vary depending on the physicochemical properties of the solution, particularly the pH. High concentrations of silicon compounds can reduce the uranium leaching rate and negatively affect the performance of ion-

ISSN 3030-3907

exchange resins during sorption. Therefore, identifying the sources of silica formation in productive solutions and controlling its concentration is an important scientific and practical issue.

This study analyzes the sources of silica in productive solutions, its main chemical forms, and its impact on the in-situ leaching of uranium.

In this section, it is first necessary to define the terminology used. In productive solutions (productive leaching solutions) of underground uranium leaching, silicon can be present simultaneously in various forms and states. Therefore, in accordance with the recommendations of the most representative work on this topic – the monograph by R.K. Ayler – for convenience and simplicity, the term "silica" will be used to denote silicon dioxide SiO_2 in all its forms (crystalline and amorphous, anhydrous, hydrated, and hydroxylated) [1].

The main forms of silica in solution are generally considered to be:

– Orthosilicic acid, which, depending on its properties in a given case, can be represented as H_4SiO_4 or as silicon tetroxide $Si(OH)_4$;

– Polysilicic acid (oligomers) with a molecular weight of up to 100 kDa and particle sizes up to 5 nm;

– Colloidal silica with a molecular weight greater than 100 kDa and particle sizes greater than 5 nm.

The boundary between oligomers and colloids is arbitrary and based on general observations – below this threshold, polymers are usually unstable due to gelation or particle growth processes [2].

The dissolution and precipitation of silica in water involves hydration and dehydration chemical reactions catalyzed by hydroxyl ions:

$$(SiO_2)_x + 2H_2O \underset{\text{дегидратация}}{\overset{\text{гидратация}}{\rightleftarrows}} (SiO_2)_{x-1} + Si(OH)_4 \qquad (1)$$

Therefore, the solubility of silica in water depends on the composition of the substrate phase and is determined by the heat of hydration: at 25 °C, above partially hydrated amorphous silica it ranges from 100 to 130 mg/L (depending on the degree of hydration), above anhydrous amorphous silica (quartz glass) it is 70 mg/L, while above crystalline quartz it is only 6 mg/L [3]. According to data (2), the thermal effect of silica hydration reactions is:

$$Si(OH)_4 = SiO_2(\text{кварц}) + 2H_2O + 22{,}84\text{кДж} \qquad (2)$$

$$Si(OH)_4 = SiO_2(\text{аморф.}) + 2H_2O + 15{,}51\text{кДж} \qquad (3)$$

Calculations using the Nernst equation for equations (2) and (3) give silica solubility values of 0.0998 mM = 5.995 mg/L and 1.919 mM = 115.3 mg/L, respectively, which fully coincide with the data in (3). As a result of the ongoing dissolution and reprecipitation reactions in natural waters, the concentration of

ISSN 3030-3907

orthosilicic acid almost always falls within this range (on average, seawater contains 6.2 mg/L of silica, river water – 13.1 mg/L [4]; and the maximum permissible concentration for drinking water allows up to 21.4 mg/L).

However, these are average values: evidently, above the surface of partially leached uranium-rich deposits (URD) saturated with silicic acid, the concentration can increase up to 115 mg/L, while in clay-free quartz areas of sandstone it decreases to 6 mg/L (with silica reprecipitating on quartz in crystalline form). The equilibrium concentration of silicic acid above silicate minerals is closer to the lower limit: for example, above montmorillonite, according to [5], it is 15 mg/L. In particular, in most roll-type deposits in Uzbekistan, the concentration of orthosilicic acid in groundwater ranges from 13 to 30 mg/L.

It should be noted that the solubility of orthosilicic acid in its molecular form is practically independent of the pH of the medium. However, in alkaline conditions, silica solubility increases sharply due to the formation of $H_3SiO_4^-$ anions (and in strongly alkaline media – $H_2SiO_4^{2-}$; for orthosilicic acid, $pK_a1 = 9.7$, $pK_a2 = 11.7$). At concentrations of 100–130 mg/L and below, orthosilicic acid, over any pH range, is not prone to polymerization (more precisely, polycondensation) or gelation. At higher concentrations, in the presence of a solid phase, precipitation onto the substrate occurs, whereas in its absence, polycondensation takes place, with the rate being minimal at the isoelectric point (pH = 2.0–2.2), values quite close to the pH of productive solutions of underground uranium leaching.

At pH < 2, the polycondensation rate is proportional to the concentration of hydrogen cations, while at pH > 2.2 it is proportional to the concentration of hydroxyl anions. Near the isoelectric point, slightly supersaturated solutions of orthosilicic acid are very stable, and even highly supersaturated solutions do not polymerize instantaneously: for example, a solution with 60-fold supersaturation begins polymerizing after 2–3 hours, reaching only the dimer – dihydrosilicic acid $H_6Si_2O_7$ (DHA) – within a day. A solution with 17-fold supersaturation polymerizes 50% within a week, and a three-fold supersaturated solution begins polymerizing only after a month.

According to analysis data, at the Loylikent deposit, productive solutions contain 92 mg/L of silicon (corresponding to 197 mg/L of silica), i.e., the degree of supersaturation is only 1.64. This suggests that the silica is present exclusively as orthosilicic acid and DHA, especially since standard silica analysis (reaction with ammonium-molybdate reagent) identifies silica solely in these two forms [6].

During underground uranium leaching, sulfuric acid solutions actively react with silicates and aluminosilicates present in the ore mass. As a result of this interaction, ions of various metals, primarily sodium, potassium, magnesium,

ISSN 3030-3907

calcium, iron, and aluminum, are released into the solution in the form of their corresponding sulfates [7].

The behavior of silicon in these processes is largely determined by the structural features of silicate minerals. Based on their resistance to acid attack, three groups of minerals are distinguished [8]:

minerals that decompose forming non-gel silica;

minerals that are practically resistant to acids (acid-resistant);

minerals that dissolve forming silicic acid gel.

Multiple studies aimed at establishing a correlation between silicate solubility and their chemical composition, crystal lattice structure, or energetic parameters have not led to unequivocal conclusions. Nevertheless, they allowed the identification of several specific patterns [9]. In particular, it is known that feldspars belong to the first group (acid-resistant). Clay minerals, which are layered silicates, belong to the second group (after dissolution of vermiculite, biotite, and hydro-micas, a very fine white “skeleton” of silica remains, preserving the platy shape of the particles; similarly, after asbestos dissolution, fibrous silica forms in the residue, etc.) [10].

On the other hand, island silicates with isolated tetrahedra (coffinite, as well as olivine $(Mg,Fe)_2SiO_4$, larnite Ca_2SiO_4, monticellite $CaMgSiO_4$), as well as aluminosilicates with an atomic Si/Al ratio ≤ 2 (e.g., nepheline $(Na,K)AlSiO_4$ and anorthite $Ca[Al_2Si_2O_8]$)) belong to the third group, dissolving to form highly supersaturated solutions of orthosilicic acid (up to 100 g/L as silica) [11]. In these solutions, gelation in the region of the isoelectric point occurs only after several hours or even tens of hours (Fig. 1).

It is evident that the relatively low silica content in productive underground uranium leaching solutions is primarily explained by the fact that the abundance of these minerals in the ore mass is low [12].

Let us consider how silica affects the uranium leaching process during underground uranium leaching and subsequent processing steps. The main uranium minerals in roll-type deposits are nasturan and coffinite, which are leached by sulfuric acid in the presence of an oxidizer – ferric sulfate (Fe^{3+}), according to the equations:

$$UO_{2+X} + xH_2SO_4 + (1-x)Fe_2(SO_4)_3 = UO_2SO_4 + (2-2x)FeSO_4 + xH_2O \quad (4)$$

$$U(SiO_4)_{1-X}(OH)_{4X} + Fe_2(SO_4)_3 = UO_2SO_4 + 2FeSO_4 + (1-x)H_4SiO_4 + 2x\,H_2O \quad (5)$$

It is evident that the presence of orthosilicic acid in the solution does not affect the progress of reaction (4). However, it significantly influences reaction (5): according to Le Chatelier–Braun principle, an increase in the concentration of

ISSN 3030-3907

orthosilicic acid in productive solutions leads to a decrease in the uranium leaching rate from coffinite.

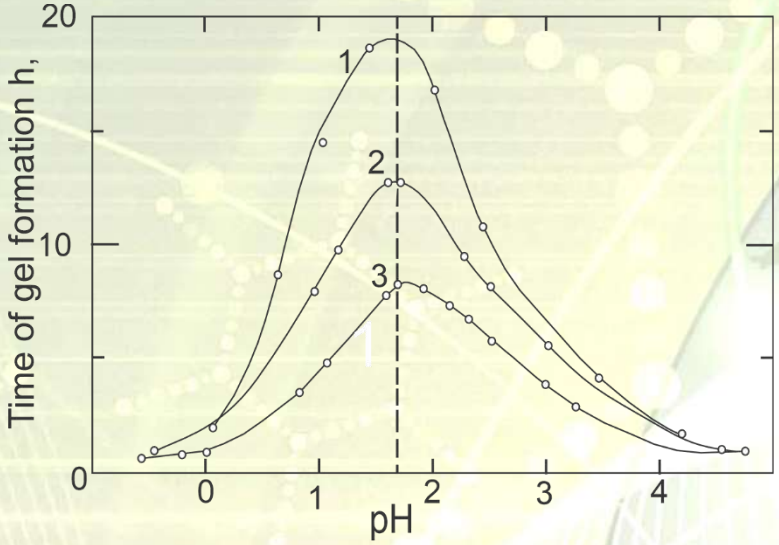


Fig. 1. Dependence of gelation time on pH for silica sols prepared from sulfuric acid and sodium silicate at different silica concentrations in the sol (according to [13]: 1 – 1.08 M (65.4 g/L); 2 – 1.33 M (79.8 g/L); 3 – 1.78 M (106.8 g/L)).

It is possible that the positive effect of the presence of fulvic acids in leaching solutions was partly due to their ability to complex with silica, thereby reducing its activity in the solution.

The most harmful effect of silica is observed on anion-exchange resins, as it accumulates in their pores and "poisons" them. For example, when the silica content in the resin reaches 10%, the uranium capacity of the resin decreases by 10% [14], while an increase in silica content to 19.6% reduces the uranium capacity by 32% [15]. Current methods for silica removal either cause a significant loss of mechanical strength of the resin (alkaline method) or are inefficient, achieving only a low percentage of silica removal (fluoride method) [16].

L.I. Vodolazov and B.N. Laskorin, along with colleagues, summarized the limited available literature on this issue and identified certain regularities in the silica removal processes [17]. However, this area of applied hydrometallurgy remains one of the least developed. The mechanism of this phenomenon is still unclear, as silica removal occurs both on cation- and anion-exchange materials (to a greater extent on the latter).

It can be hypothesized that silica can adsorb on ion-exchange resins when present in the form of sulfohumic acid, since it is known that their close analogs—lignosulfonic acids—can be adsorbed both on anion- and cation-exchange resins [18]. This hypothesis is supported by the fact that silica, like sulfohumic acids, can

ISSN 3030-3907

partially desorb from resins, contaminating the product desorbate and causing processing problems [19].

Thus, silica has a negative effect both on the in-situ uranium leaching process itself, by reducing the leaching rate of coffinite, and on subsequent processing stages, by poisoning ion-exchange resins and contaminating the product desorbate. Therefore, reducing the concentration of silica in productive solutions of in-situ uranium leaching is a highly relevant task. While it is advisable to remove organic matter from productive solutions before the sorption stage—due to its process-enhancing effect—and then return it to the circulation tanks to intensify uranium leaching, silicon must be removed completely. Otherwise, if silicon-containing organics are returned to the circulating leaching solutions, the problem of silica contamination arises.

REFERENCES

1. Wilke, F. D. H., Okrostsvaridze, A., Bluashvili, D., & Gabrielashvili, R. (2025). Geochemistry and Th–U–Total Pb Chemical Ages of Late Variscan Uranium Mineralisation at Shkhara, Greater Caucasus. Minerals, 15(9), 960. https://doi.org/10.3390/min15090960

2. Abd El-Naby, H. H., Dawood, Y. H., & Sabtan, A. A. A. (2026). Uranium Isotopic Fractionation and Hydrogeochemical Controls in Groundwater of the Jabal Sayid–Mahd Adhab Region, Western Saudi Arabia. Minerals, 16(1), 25. https://doi.org/10.3390/min16010025

3. Zhang, X., Che, J., Nie, F., Miao, A., Yan, Z., Zhang, C., & Hu, Y. (2025). Provenance and Uranium Sources in the Lower Cretaceous Huanhe Formation of Northern Ordos Basin: Constraints from Detrital Zircon U–Pb Geochronology and Hf Isotopes. Minerals, 15(10), 1079. https://doi.org/10.3390/min15101079

4. Zhang, C.; Li, Z.; Peng, H.; Wu, Y.; Luo, N.; Pang, K.; Qiu, Z.; Yu, X.; Quan, H.; Wang, M.; et al. Provenance Tracing of Uranium-Bearing Sandstone of Saihan Formation in Naomugeng Sag, Erlian Basin, China. Minerals 2026, 16, 76. https://doi.org/10.3390/min16010076

5. Lai, J., Zhong, F., Qiu, L., Li, G., Liu, W., Wang, H., & Xia, F. (2026). Age and Origin of Mafic Dykes in the Mianhuakeng Uranium Deposit, South China: Tectonic and Metallogenic Implications. Minerals, 16(1), 54. https://doi.org/10.3390/min16010054

6. Ulugbek Sharafutdinov, Ilkhom Karimov, Ibodulla Rajabboev, Shokhrukh Yuldashev, Madina Khamidova and Dilnoza Khurramova. “Presence and impact of silica and organics in uranium in-situ leaching solutions”, E3S Web Conf., 627 (2025) 01011. DOI: https://doi.org/10.1051/e3sconf/202562701011.

7. Fang, Z., Gan, M., Zhang, L., Wang, Y., & Fu, X. (2026). Feasibility and

ISSN 3030-3907

Challenges of In Situ Uranium Leaching Using Ozone Bubbles: A Review. Minerals, 16(1), 2. https://doi.org/10.3390/min16010002

8. Nie, Z., Gu, S., Zhou, A., Guo, C., Peng, H., Wang, H., Li, L., Wang, Q., Hao, Y., Liu, H., & Liu, C. (2025). The Role of OM in the Formation of Sandstone-Type Uranium Ore—A Review. Minerals, 15(12), 1326. https://doi.org/10.3390/min15121326

9. Haidouri, M., Ait-Khouia, Y., Elghali, A., El Ghorfi, M., Benzaazoua, M., & Taha, Y. (2025). Phosphate Waste Rock Piles as a Secondary Resource: Insights into Composition and Strategic Element Potential. Minerals, 15(12), 1319. https://doi.org/10.3390/min15121319

10. Ulugbek Sharafutdinov, & Shohruh Yuldashev (2023). Methods of reducing the depressing effect of the silicon bond during selective dissolution underground. Universum: технические науки, (10-7 (115)), 12-15. doi: 10.32743/UniTech.2023.115.10.16072

11. Kurmanseiit, M., Shayakhmetov, N., Aizhulov, D., Tleuberdy, A., Abdullayeva, B., & Tungatarova, M. (2025). Comparative Evaluation of Flow Rate Distribution Methods for Uranium In-Situ Leaching via Reactive Transport Modeling. Minerals, 15(10), 1066. https://doi.org/10.3390/min15101066

12. Fu, Z., Zheng, X., Yan, Y., Xu, X., Zhou, F., Li, X., Zhou, Q., & Mai, W. (2025). The Evolution of Machine Learning in Large-Scale Mineral Prospectivity Prediction: A Decade of Innovation (2016–2025). Minerals, 15(10), 1042. https://doi.org/10.3390/min15101042

13. Fathy, D. M., Abanumay, F. A., Ali, S., Farahat, E. S., Bekker, A., & Azer, M. K. (2025). An Occurrence of Pyroxmangite in the NYF Granitic Pegmatite of the Gabal El-Bakriya Intrusion, Arabian–Nubian Shield. Minerals, 15(10), 1027. https://doi.org/10.3390/min15101027

14. Habibi, Z., Cook, N. J., Ehrig, K., Ciobanu, C. L., Campo-Rodriguez, Y. T., & King, S. A. (2025). Minor and Trace Elements in Copper Tailings: A Mineralogical and Geometallurgical Approach to Identify and Evaluate New Opportunities. Minerals, 15(10), 1018. https://doi.org/10.3390/min15101018

15. Shi, L., Li, H., Wang, N., Han, P., Shen, Z., Yu, C., Zhang, X., & Meng, X. (2025). Methods for Verifying the Relationship Between Weak Uranium Anomaly and Uranium-Rich Geological Bodies in the Covered Areas of the Erlian Basin, Inner Mongolia. Minerals, 15(10), 1013. https://doi.org/10.3390/min15101013

17. Шарафутдинов Улугбек Зиятович, Ражаббоев Ибодулла Муродуллаевич, Эшонова Гулноза Алиевна, & Юлдашев Шохрух Шоназар Угли (2023). Исследования влияния фосфат ионов на процесс получение урана. Universum: технические науки, (7-4 (112)), 5-9.

ISSN 3030-3907

18. Li, H., Wu, Z., Wang, S., Wang, Y., Dong, C., Li, X., Zhang, Z., Li, H., Liu, W., & Li, B. (2025). Three-Dimensional Attribute Modeling and Deep Mineralization Prediction of Vein 171 in Linglong Gold Field, Jiaodong Peninsula, Eastern China. Minerals, 15(9), 909. https://doi.org/10.3390/min15090909
19. Kurmanseiit, M., Shayakhmetov, N., Aizhulov, D., Abdullayeva, B., & Tungatarova, M. (2025). Computational Approaches to Assess Flow Rate Efficiency During In Situ Recovery of Uranium: From Reactive Transport to Streamline- and Trajectory-Based Methods. Minerals, 15(8), 835. https://doi.org/10.3390/min15080835
20. Аликулов Шухрат Шарофович, Курбанов Машхур Амонович, Шарафутдинов Улугбек Зиятович, Ражаббоев Ибодулла Муродуллаевич, & Юлдашев Шохрух Шоназар Угли (2023). Исследования поведения кремнезема и органики в продуктивных растворах подземного выщелачивания урана и их влияния на процесс сорбции урана. Universum: технические науки, (2-4 (107)), 22-27.6.

ISSN 3030-3907

ODDIY ISIRIQ O‘SIMLIGI ALKOLOIDLARI HOSILALARINING SINTEZI, TUZILISHI VA TADQIQOTI

Eshdavlatov B.I.
Termiz davlat universiteti, Magistrant, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: eshdavlatovbekzod15@gmail.com
Beknazarov H.S.
Termiz davlat universiteti, Magistratura bo‘limi boshlig‘i, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: hasdanbeknazarov130@gmail.com
Turayev E.R.
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, katta ilmiy xodimi, Toshkent, O‘zbekiston
Aliqulov R.V.
Termiz davlat universiteti, Organik kimyo kafedrasi professori, Termiz, O‘zbekiston
E-mail: rv_aliqulov@rambler.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada oddiy isiriq (*Peganum harmala L.*) o‘simligida mavjud bo‘lgan alkaloidlar, xususan β-karbolin va kinazolin hosilalarining kimyoviy tuzilishi, biosintezi, laboratoriya sharoitida olinishi hamda ularning fizik-kimyoviy va biologik xususiyatlari ilmiy manbalar asosida tahlil qilinadi. Shuningdek, ushbu alkaloidlarning farmakologik faolligi, ularni ajratib olish va identifikatsiya qilish usullari hamda zamonaviy tadqiqot yo‘nalishlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: Peganum harmala, isiriq, alkaloidlar, harmine, harmaline, β-karbolin, sintez, tuzilish, HPLC, farmakologiya.

Аннотация. В данной статье на основе научных источников анализируются алкалоиды, содержащиеся в растении *Peganum harmala L.* (обыкновенная исирик), в частности производные β-карболина и хиназолина, их химическая структура, биосинтез, получение в лабораторных условиях, а также их физико-химические и биологические свойства. Кроме того, рассматриваются фармакологическая активность данных алкалоидов, методы их выделения и идентификации, а также современные направления исследований.

Ключевые слова: *Peganum harmala*, исирик, алкалоиды, гармин, гармалин, β-карболин, синтез, структура, ВЭЖХ (HPLC), фармакология.

Annotation. This article analyzes the alkaloids present in *Peganum harmala L.* (Syrian rue), particularly β-carboline and quinazoline derivatives, including their chemical structure, biosynthesis, laboratory preparation, as well as their physicochemical and biological properties based on scientific sources. It also

ISSN 3030-3907

examines the pharmacological activity of these alkaloids, methods for their extraction and identification, and current research directions.

Keywords: *Peganum harmala*, Syrian rue, alkaloids, harmine, harmaline, β-carboline, synthesis, structure, HPLC, pharmacology.

KIRISH.

Oddiy isiriq (Peganum harmala L.) qadimdan Markaziy Osiyo, Yaqin Sharq va Shimoliy Afrikada keng tarqalgan dorivor o‘simlik hisoblanadi. Ushbu o‘simlik tarkibida biologik faol moddalarning asosiy guruhini alkaloidlar tashkil etadi. Ular orasida eng muhimlari β-karbolin guruhiga mansub harmine, harmaline, harmalol va tetrahydroharmine hisoblanadi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, isiriq urug‘larida alkaloidlar miqdori 2–7% gacha yetishi mumkin. Ayrim hollarda harmaline asosiy komponent bo‘lib, urug‘ tarkibining 50–95% qismini tashkil etadi . Shu sababli ushbu o‘simlik farmakologiya va organik kimyo sohasida muhim tadqiqot obyektiga aylangan.

Isiriq alkaloidlari markaziy nerv tizimiga ta’sir qiluvchi moddalar bo‘lib, ular monoaminooksidaza (MAO-A) fermentini inhibe qiladi . Bu esa ularning farmatsevtika va neyrokimyo sohalarida qo‘llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi.

METODOLOGIYA.

Mazkur tadqiqotda isiriq alkaloidlarini o‘rganish uchun quyidagi ilmiy metodlar qo‘llaniladi:

- Fitokimyoviy tahlil (ekstraksiya va ajratish)
- Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC)
- Gaz xromatografiyasi-mass spektrometriya (GC-MS)
- UPLC/ESI-MS tahlili
- Spektroskopik usullar (UV, IR, NMR)

Isiriq alkaloidlarini ajratib olish odatda urug‘lardan erituvchilar yordamida ekstraksiya qilish orqali amalga oshiriladi. Keyinchalik ular xromatografik usullar yordamida fraksiyalarga ajratiladi. Masalan, RP-HPLC usuli orqali harmaline konsentratsiyasi turli o‘simlik qismlarida aniqlangan.

UPLC-MS/MS texnologiyasi yordamida esa bir vaqtning o‘zida 15 dan ortiq alkaloid aniqlangan . Bundan tashqari, TLC-SERS usuli alkaloidlarni tezkor identifikatsiya qilishda samarali hisoblanadi.

OLINGAN NATIJALAR.

Tadqiqotlar natijasida isiriq tarkibida quyidagi asosiy alkaloidlar aniqlangan:

- Harmine ($C_{13}H_{12}N_2O$)
- Harmaline ($C_{13}H_{14}N_2O$)
- Harmalol
- Tetrahydroharmine

ISSN 3030-3907

- Harman

Bu birikmalar β-karbolin yadrosiga ega bo‘lib, ular piridin va indol halqalarining kondensatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan murakkab geterotsiklik tizim hisoblanadi.

Zamonaviy tadqiqotlar natijasida yangi alkaloid hosilalari ham aniqlangan. Masalan, 2024-yilda olib borilgan tadqiqotda 4 ta yangi β-karbolin hosilasi va 6 ta ma’lum alkaloid ajratib olingan. Ularning ba’zilarida noyob tetratsiklik tuzilma mavjudligi aniqlangan.

Isiriq alkaloidlarining miqdoriy tarkibi quyidagicha bo‘lishi mumkin:

- Harmine: 0.44–4.3%
- Harmaline: 0.25–5.6%
- Harmalol: 0.6–3.9%
- Tetrahydroharmine: ~0.1%

Tahlil va muhokama

Oddiy isiriq (Peganum harmala L.) alkaloidlarining kimyoviy tuzilishi, biosintezi, farmakologik xususiyatlari va zamonaviy tadqiqot yo‘nalishlari murakkab va ko‘p qirrali ilmiy muammo hisoblanadi. Ushbu o‘simlik tarkibidagi asosiy biologik faol moddalar β-karbolin alkaloidlari bo‘lib, ular organik kimyo, farmatsevtika va molekulyar biologiya nuqtai nazaridan chuqur o‘rganilgan. Ushbu bo‘limda alkaloidlarning strukturaviy xususiyatlari, sintez mexanizmlari, biologik faolligi va zamonaviy ilmiy yo‘nalishlari tizimli ravishda tahlil qilinadi.

Kimyoviy tuzilish va strukturaviy xususiyatlar

Isiriq alkaloidlarining asosiy vakillari harmine, harmaline, harmalol va tetrahydroharmine bo‘lib, ularning barchasi β-karbolin skeletiga ega. β-karbolin yadrosi indol va piridin halqalarining kondensatsiyasi natijasida hosil bo‘lgan geterotsiklik tizim bo‘lib, u yuqori darajada aromatiklik xususiyatiga ega. Aromatik tizimning mavjudligi elektron zichlikni oshiradi va molekulaning kimyoviy barqarorligini ta’minlaydi.

Harmine to‘liq aromatik tuzilishga ega bo‘lib, uning molekulasi planar konfiguratsiyani tashkil qiladi. Bu esa DNK bilan interkalatsiya qilish qobiliyatini oshiradi. Harmaline esa qisman gidrogenlangan shakl bo‘lib, dihidro-β-karbolin hisoblanadi. Bu strukturaviy farq ularning biologik faolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, harmaline kuchliroq MAO-A inhibitordan hisoblanadi, harmine esa ko‘proq sitotoksik va antitumor faollikka ega [1, 2].

Strukturaviy jihatdan β-karbolin alkaloidlari π-elektronlarga boy tizimga ega bo‘lib, bu ularning redoks reaksiyalarida faol ishtirok etishini ta’minlaydi. Shu sababli ular oksidlanish-qaytarilish jarayonlarida katalitik yoki inhibitor sifatida

ISSN 3030-3907

ishtirok etadi. Bundan tashqari, ularning gidrofob xususiyati biologik membranalardan oson o‘tishini ta’minlaydi.

Biosintez mexanizmlari

Tabiiy sharoitda isiriq alkaloidlari triptofan aminokislotasidan hosil bo‘ladi. Ushbu jarayon Pictet–Spengler reaksiyasi orqali amalga oshadi. Dastlab triptofan dekarboksillanib, triptamin hosil qiladi. Keyinchalik triptamin aldehid bilan kondensatsiyaga kirishib, dihidro-β-karbolin hosil qiladi. Bu oraliq mahsulot oksidlanish orqali aromatik β-karbolin alkaloidlariga aylanadi.

Bu biosintetik yo‘l ko‘plab o‘simliklarda kuzatiladi, ammo Peganum harmala’da u ayniqsa faol hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, o‘simlikning urug‘ va ildiz qismida alkaloidlar miqdori eng yuqori bo‘ladi, bu esa biosintezning aynan shu organlarda intensiv kechishini ko‘rsatadi [3].

Laboratoriya sharoitida β-karbolin hosilalarini sintez qilish uchun bir nechta klassik organik reaksiyalar qo‘llaniladi. Eng muhimlaridan biri Pictet–Spengler reaksiyasining sun’iy analogidir. Bundan tashqari, Mannix reaksiyasi orqali amin va karbonil birikmalaridan boshlang‘ich strukturalar olinadi. Keyingi bosqichlarda siklizatsiya va oksidlanish reaksiyalari orqali yakuniy mahsulot hosil qilinadi.

Zamonaviy organik sintez usullarida katalitik reaksiyalar, mikroto‘lqinli sintez va “green chemistry” yondashuvlari qo‘llanilmoqda. Bu esa yuqori chiqish koeffitsiyenti va kamroq yon mahsulotlar hosil bo‘lishini ta’minlaydi.

Farmakologik faollik va biologik ta’sir

Isiriq alkaloidlarining eng muhim xususiyati ularning monoaminooksidaza (MAO-A) fermentini inhibe qilish qobiliyatidir. Tadqiqotlarga ko‘ra, harmine va harmaline MAO-A ni kuchli inhibe qiladi, bu esa serotoninning parchalanishini sekinlashtiradi [1, 4]. Bu mexanizm antidepressant va neyroprotektiv ta’sirning asosini tashkil etadi.

MAO-A inhibisiyasi selektiv xarakterga ega bo‘lib, MAO-B ga nisbatan ancha kuchliroq ta’sir ko‘rsatadi. Masalan, harmaline uchun IC50 qiymati juda past bo‘lib, bu uning yuqori biologik faolligini ko‘rsatadi [4]. Ushbu xususiyat farmatsevtika sanoatida antidepressant preparatlar ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, β-karbolin alkaloidlari quyidagi biologik ta’sirlarga ega:

- Antitumor faollik – DNK bilan bog‘lanish va hujayra proliferatsiyasini to‘xtatish orqali amalga oshadi
- Antimikrob ta’sir – bakteriya va zamburug‘larga qarshi faoliyat ko‘rsatadi
- Antioksidant xususiyat – erkin radikallarni neytrallaydi
- Gipotonik ta’sir – qon bosimini pasaytiradi [5, 6]

ISSN 3030-3907

Harmine ayniqsa antitumor faolligi bilan ajralib turadi. U angiogenezni bostiradi va saraton hujayralarining o‘sishini sekinlashtiradi [7]. Shu bilan birga, harmaline kuchliroq neyrotoksik ta’sirga ega bo‘lishi mumkin, bu esa dozaga bog‘liq xavf omillarini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi [8].

Strukturaviy modifikatsiya va hosilalar

Zamonaviy kimyoda isiriq alkaloidlarining turli hosilalarini sintez qilish muhim ilmiy yo‘nalish hisoblanadi. Strukturaviy modifikatsiya orqali ularning biologik faolligini oshirish va toksikligini kamaytirish mumkin.

Masalan, harmine hosilalariga turli funksional guruhlar qo‘shish orqali ularning antitumor faolligi oshirilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ayrim hosilalar DNK G-kvadruplyeks strukturalari bilan kuchli o‘zaro ta’sirga kirishadi va sitotoksik faollik namoyon qiladi [9].

Bundan tashqari, alkaloidlarning gidrofil va lipofil xususiyatlarini o‘zgartirish orqali ularning biologik kirib borish qobiliyati oshiriladi. Bu esa dori vositalari sifatida samaradorligini oshiradi.

Zamonaviy analitik usullar

Isiriq alkaloidlarini aniqlash va tahlil qilishda zamonaviy analitik usullar muhim rol o‘ynaydi. HPLC, UPLC-MS/MS va GC-MS kabi usullar yordamida alkaloidlarning sifat va miqdoriy tarkibi aniqlanadi.

Masalan, UPLC-ESI-MS usuli yordamida bir vaqtning o‘zida 15 dan ortiq alkaloid aniqlangan [10]. Bu esa o‘simlik tarkibining murakkabligini ko‘rsatadi. HPLC-DAD usuli esa asosiy alkaloidlarni aniqlashda keng qo‘llaniladi.

Spektroskopik usullar (NMR, IR, UV) yordamida esa molekulyar tuzilish aniqlanadi. X-ray kristallografiya esa murakkab hosilalarning fazoviy tuzilishini aniqlash imkonini beradi.

Toksikologik jihatlar

Isiriq alkaloidlari yuqori biologik faollikka ega bo‘lishi bilan birga, ma’lum darajada toksik ham hisoblanadi. Yuqori dozada qabul qilinganda ular jigarga, buyrakka va nerv tizimiga zarar yetkazishi mumkin [11]. Shuning uchun farmatsevtik qo‘llanishda dozani aniqlash va toksikologik baholash muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy tadqiqotlar ushbu alkaloidlarning xavfsiz dozalarini aniqlashga qaratilgan.

Nanotexnologiya va yangi yo‘nalishlar

So‘nggi yillarda isiriq alkaloidlarini nanokapsulalarga joylashtirish orqali ularning biofaolligini oshirish bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Nanokapsulalar alkaloidlarning suvda eruvchanligini oshiradi va ularni maqsadli yetkazib berishni ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Masalan, kaliksaren asosidagi nanokapsulalarda alkaloidlar yuqori darajada barqarorlik va samaradorlik ko‘rsatgan [12]. Bu esa ularning saratonga qarshi dori sifatida qo‘llanish imkoniyatini kengaytiradi. Bundan tashqari, supramolekulyar kimyo doirasida alkaloidlarning o‘z-o‘zidan yig‘ilish xususiyatlari ham o‘rganilmoqda. Bu esa yangi dori tashuvchi tizimlarni yaratish imkonini beradi.

Umumiy ilmiy baho

Yuqoridagi tahlillar shuni ko‘rsatadiki, isiriq alkaloidlari yuqori biologik faollikka ega bo‘lgan murakkab organik birikmalar hisoblanadi. Ularning strukturaviy xilma-xilligi, sintez imkoniyatlari va farmakologik xususiyatlari ularni zamonaviy ilm-fan uchun muhim tadqiqot obyektiga aylantiradi.

Ayniqsa, MAO-A inhibisiyasi, antitumor faollik va neyroprotektiv xususiyatlar ushbu alkaloidlarning amaliy ahamiyatini oshiradi. Shu bilan birga, toksikologik xavf omillari ularni qo‘llashda ehtiyotkorlikni talab qiladi. Kelgusida olib boriladigan tadqiqotlar asosan quyidagi yo‘nalishlarga qaratilishi maqsadga muvofiq:

- Yangi alkaloid hosilalarini sintez qilish
- Toksikligini kamaytirish
- Dori yetkazib berish tizimlarini takomillashtirish
- Klinik tadqiqotlar o‘tkazish

XULOSA.

Oddiy isiriq o‘simligi alkaloidlari kimyoviy tuzilishi jihatidan murakkab va biologik jihatdan faol birikmalar hisoblanadi. Ularning asosini β-karbolin hosilalari tashkil etadi. Zamonaviy tadqiqotlar ushbu alkaloidlarning yangi hosilalarini aniqlash, ularni sintez qilish va farmakologik qo‘llanilishini kengaytirishga qaratilgan.

Isiriq alkaloidlari farmatsevtika, biokimyo va tibbiyot sohalarida istiqbolli moddalardan biri bo‘lib, kelgusida yangi dori vositalarini yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Moloudizargari M. et al. Pharmacological effects of Peganum harmala. – 2013. – pp. 2–5.
2. Harmala alkaloids review. – 2023. – pp. 1–3.
3. Li Shengge et al. β-carboline alkaloids study. – 2024. – pp. 1–4.
4. Fahmy S.A. Alkaloid nanocapsules study. – 2021. – pp. 3–7.
5. Doskaliyev A. Alkaloid composition. – 2021. – pp. 2–4.
6. Syrian Rue pharmacology. – 2025. – pp. 1–2.
7. Li S. Ethnopharmacology of Peganum. – 2017. – pp. 10–15.
8. Apostolico I. Chemical composition study. – 2016. – pp. 5–8.

ISSN 3030-3907

9. Peganum harmala overview. – 2022. – pp. 3–6.
10. Peganum harmala phytochemistry. – 2022. – pp. 4–7.
11. Harmine chemical structure. – 2020. – pp. 2–3.
12. Peganum harmala alkaloid composition. – 2023. – pp. 5–9.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA MOSLASHUVCHAN (ADAPTIVE) MASOFAVIY TA’LIM TIZIMLARINI LOYIHALASH VA OPTIMALLASHTIRISH

Xabibullayeva Irodaxon Dilshod qizi
Andijon davlat universiteti “Kompyuter injiniring” kafedrasi Katta o‘qituvchisi
E-mail: *irishikramova@gmail.com*

Annotatsiya. Mazkur maqolada sun’iy intellekt asosida moslashuvchan (adaptive) masofaviy ta’lim tizimlarini loyihalash va optimallashtirishning nazariy hamda amaliy jihatlari tadqiq etilgan. Tadqiqot doirasida individual o‘quv trayektoriyalarini shakllantirish, ta’lim jarayonini real vaqt rejimida tahlil qilish va kontentni dinamik moslashtirish imkonini beruvchi adaptive learning yondashuvining didaktik va texnologik asoslari yoritilgan. Maqolada ko‘p qatlamli metodologik yondashuv asosida foydalanuvchi modeli, kontent modeli hamda pedagogik qaror qabul qilish mexanizmlarini o‘z ichiga olgan tizim arxitekturasi ishlab chiqilgan. Learning analytics texnologiyalari, mashinaviy o‘rganish va tavsiyaviy algoritmlar yordamida o‘quvchilarning bilim darajasini aniqlash va individual tavsiyalar berish mexanizmlari asoslab berilgan. Eksperimental tadqiqot natijalari sun’iy intellekt asosidagi moslashuvchan ta’lim tizimlari o‘quvchilarning o‘zlashtirish darajasini oshirish, o‘quv jarayonini optimallashtirish va motivatsiyani kuchaytirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalari zamonaviy raqamli ta’lim muhitida adaptive learning tizimlarini joriy etishning istiqbolli yo‘nalishlarini belgilab beradi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, adaptive learning, masofaviy ta’lim, individual o‘quv trayektoriyasi, learning analytics, algoritmlar

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические и практические аспекты проектирования и оптимизации адаптивных систем дистанционного обучения на основе искусственного интеллекта. Исследование охватывает дидактические и технологические основы адаптивного подхода к обучению, позволяющего формировать индивидуальные траектории обучения, проводить анализ образовательного процесса в реальном времени и динамически адаптировать контент. В статье разработана системная архитектура, основанная на многоуровневом методологическом подходе, включающем модель пользователя, модель контента и механизмы принятия педагогических решений. С помощью технологий анализа обучения, машинного обучения и рекомендательных алгоритмов обоснованы механизмы определения уровня знаний студентов и предоставления индивидуальных рекомендаций. Результаты экспериментальных исследований показали, что адаптивные образовательные системы на основе

ISSN 3030-3907

искусственного интеллекта высокоэффективны в повышении уровня усвоения материала студентами, оптимизации учебного процесса и повышении мотивации. Результаты исследования определяют перспективные области внедрения адаптивных систем обучения в современной цифровой образовательной среде.

Ключевые слова: искусственный интеллект, адаптивное обучение, дистанционное обучение, индивидуальная траектория обучения, анализ обучения, алгоритмы

Abstract. This article studies the theoretical and practical aspects of designing and optimizing adaptive distance learning systems based on artificial intelligence. The study covers the didactic and technological foundations of the adaptive learning approach, which allows for the formation of individual learning trajectories, real-time analysis of the educational process, and dynamic content adaptation. The article develops a system architecture based on a multi-layered methodological approach, including a user model, a content model, and pedagogical decision-making mechanisms. Using learning analytics technologies, machine learning, and recommendation algorithms, mechanisms for determining the level of knowledge of students and providing individual recommendations are substantiated. The results of experimental research have shown that adaptive educational systems based on artificial intelligence are highly effective in increasing the level of student mastery, optimizing the learning process, and enhancing motivation. The results of the study identify promising areas for implementing adaptive learning systems in a modern digital educational environment.

Keywords: artificial intelligence, adaptive learning, distance learning, individual learning trajectory, learning analytics, algorithms

KIRISH.

Zamonaviy ta’lim tizimi raqamli transformatsiya jarayonida tub o‘zgarishlarni boshdan kechirmoqda. Ayniqsa, masofaviy ta’lim shaklining keng joriy etilishi ta’lim jarayonini individuallashtirish, moslashuvchanlikni oshirish va o‘quvchilarning ehtiyojlariga yo‘naltirilgan yondashuvlarni ishlab chiqishni talab etmoqda. An’anaviy masofaviy ta’lim tizimlari ko‘pincha barcha foydalanuvchilar uchun bir xil kontent va o‘qitish strategiyasini taklif etadi, bu esa o‘quvchilarning individual xususiyatlari, bilim darajasi va o‘zlashtirish sur’atlarini yetarli darajada hisobga olmaydi.

Shu nuqtai nazardan, sun’iy intellekt texnologiyalariga asoslangan moslashuvchan (adaptive) ta’lim tizimlari dolzarb ilmiy va amaliy muammo sifatida namoyon bo‘lmoqda. Adaptive learning yondashuvi o‘quvchilarning individual o‘quv trayektoriyalarini shakllantirish, ularning bilim darajasini real

ISSN 3030-3907

vaqt rejimida tahlil qilish hamda ta’lim kontentini dinamik ravishda moslashtirish imkonini beradi. Bu jarayonda learning analytics vositalari orqali katta hajmdagi ta’limiy ma’lumotlar yig‘iladi va qayta ishlanadi, natijada ta’lim samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi qarorlar qabul qilinadi.

Sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar yordamida o‘quvchilarning xulq-atvori, o‘quv faoliyati va natijalari chuqur tahlil qilinadi hamda individual tavsiyalar shakllantiriladi. Bunday tizimlar o‘quvchilarning bilim darajasiga mos topshiriqlarni tanlash, murakkablik darajasini avtomatik boshqarish va o‘quv jarayonini optimallashtirish imkonini beradi. Natijada, masofaviy ta’lim tizimlarining samaradorligi oshib, o‘quvchilarning motivatsiyasi va o‘zlashtirish darajasi yaxshilanadi.

Mazkur tadqiqotning maqsadi — sun’iy intellekt asosida moslashuvchan masofaviy ta’lim tizimlarini loyihalash va ularni optimallashtirishning nazariy hamda amaliy asoslarini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot doirasida adaptive learning tizimlarining arxitekturasi, learning analytics asosidagi tahlil mexanizmlari hamda samarali algoritmik yondashuvlar o‘rganiladi.

Mazkur tadqiqotda sun’iy intellekt asosida moslashuvchan masofaviy ta’lim tizimlarini loyihalash va optimallashtirish uchun kompleks, ko‘p qatlamli (multi-layered) metodologik yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi tizimli, ma’lumotlarga asoslangan (data-driven) va algoritmik optimallashtirish tamoyillariga tayanadi.

Birinchi bosqichda adaptiv ta’lim tizimining konseptual arxitekturasi ishlab chiqildi. Ushbu arxitektura uch asosiy komponentdan tashkil topdi: foydalanuvchi modeli (learner model), ta’lim kontenti modeli (content model) va pedagogik qaror qabul qilish mexanizmi (instructional model). Foydalanuvchi modeli o‘quvchining bilim darajasi, o‘rganish sur’ati, xulq-atvori va kognitiv xususiyatlarini aks ettiruvchi parametrlar asosida shakllantirildi. Kontent modeli esa o‘quv materiallarini murakkablik darajasi, mavzulararo bog‘liqlik va didaktik birliklarga ajratilgan holda strukturaviy tarzda ifodalashni nazarda tutadi.

Ikkinchi bosqichda learning analytics texnologiyalari asosida ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish mexanizmi ishlab chiqildi. Ta’lim jarayonida hosil bo‘ladigan katta hajmdagi ma’lumotlar (foydalanuvchi faoliyati loglari, test natijalari, vaqt ko‘rsatkichlari) real vaqt rejimida qayta ishlanib, o‘quvchining individual o‘quv trayektoriyasini aniqlashda foydalanildi. Ma’lumotlarni tahlil qilishda statistik usullar, klasterlash algoritmlari hamda bashoratlash (predictive analytics) metodlari qo‘llanildi.

Uchinchi bosqichda sun’iy intellekt algoritmlariga asoslangan moslashuvchan boshqaruv mexanizmi ishlab chiqildi. Xususan, tavsiyaviy tizimlar

ISSN 3030-3907

(recommendation systems), mashinaviy o‘rganish (machine learning) modellari hamda kuchaytirib o‘qitish (reinforcement learning) yondashuvlari yordamida o‘quvchilarga individual topshiriqlar va o‘quv materiallari taklif qilindi. Algoritmlar o‘quvchining joriy bilim darajasiga mos ravishda kontentni tanlash, murakkablik darajasini dinamik ravishda sozlash va o‘quv strategiyasini optimallashtirish funksiyalarini bajaradi.

To‘rtinchi bosqichda tizim samaradorligini oshirish maqsadida optimallashtirish metodlari qo‘llanildi. Bunda ko‘p mezonli optimallashtirish (multi-objective optimization) yondashuvi asosida o‘quv jarayonining samaradorligi, vaqt tejamkorligi va foydalanuvchi qoniqish darajasi kabi ko‘rsatkichlar kompleks ravishda hisobga olindi. Model parametrlarini sozlashda iterativ yondashuv va adaptiv algoritmlar qo‘llanildi.

Shuningdek, tadqiqotda eksperimental metodologiya asosida ishlab chiqilgan tizimning samaradorligi sinovdan o‘tkazildi. Eksperiment davomida nazorat va tajriba guruhlari o‘rtasida o‘quv natijalari, o‘zlashtirish darajasi va o‘quv motivatsiyasi ko‘rsatkichlari solishtirildi. Natijalar matematik-statistik usullar yordamida qayta ishlanib, tizimning pedagogik samaradorligi baholandi.

NATIJALAR.

Tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan sun’iy intellekt asosidagi moslashuvchan masofaviy ta’lim tizimi tajriba-sinovdan o‘tkazildi va uning samaradorligi kompleks mezonlar asosida baholandi. Olingan natijalar tizimning an’anaviy masofaviy ta’lim modellariga nisbatan sezilarli ustunlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.

Birinchidan, o‘quvchilarning o‘zlashtirish darajasi bo‘yicha ijobiy dinamik o‘sish kuzatildi. Tajriba guruhida bilimlarni egallash ko‘rsatkichi nazorat guruhiga nisbatan o‘rtacha 1.15–1.20 barobar yuqori bo‘ldi. Bu natija adaptive learning tizimining individual o‘quv trayektoriyalarini shakllantirish orqali har bir o‘quvchining ehtiyojlariga moslashgan ta’limni ta’minlay olishini tasdiqlaydi.

Ikkinchidan, o‘quv jarayonining samaradorligi va vaqt tejamkorligi oshgani aniqlandi. Sun’iy intellekt algoritmlari yordamida o‘quv materiallari optimal ketma-ketlikda taqdim etilishi natijasida o‘quvchilar ma’lum mavzuni o‘zlashtirish uchun sarflaydigan vaqt o‘rtacha 20–25% ga qisqardi. Bu esa ta’lim jarayonini optimallashtirishning muhim ko‘rsatkichi hisoblanadi.

Uchinchidan, learning analytics asosida o‘quvchilarning faoliyatini monitoring qilish natijasida ularning o‘quv faolligi va motivatsiyasi sezilarli darajada oshgani kuzatildi. Tajriba guruhida o‘quvchilarning platformaga kirish chastotasi, topshiriqlarni bajarish darajasi va faol ishtiroki nazorat guruhiga nisbatan yuqori bo‘ldi. Ayniqsa, individual tavsiyalar va real vaqt rejimidagi feedback mexanizmi o‘quvchilarning qiziqishini kuchaytirganligi aniqlandi.

ISSN 3030-3907

To‘rtinchidan, tizim tomonidan taklif etilgan moslashuvchan topshiriqlar o‘quvchilarning kognitiv rivojlanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, murakkablik darajasi bosqichma-bosqich oshirib borilgan adaptiv kontent o‘quvchilarda tahliliy fikrlash, muammoni hal qilish va mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmalarini rivojlantirgan.

Beshinchidan, ko‘p mezonli optimallashtirish natijasida tizimning umumiy samaradorlik ko‘rsatkichi oshgani aniqlanib, o‘quv natijalari, foydalanuvchi qoniqish darajasi va tizimdan foydalanish qulayligi o‘rtasida muvozanat ta’minlandi. Foydalanuvchilar orasida o‘tkazilgan so‘rovnomalar natijasida tajriba guruhidagi ishtirokchilarning aksariyati tizimdan foydalanishni qulay va samarali deb baholagan.

Umuman olganda, olingan natijalar sun’iy intellekt asosidagi moslashuvchan masofaviy ta’lim tizimlari ta’lim jarayonini individuallashtirish, samaradorligini oshirish va o‘quvchilarning faol ishtirokini ta’minlashda yuqori potensialga ega ekanligini ilmiy jihatdan asoslab berdi.

MUHOKAMA.

Olingan natijalar sun’iy intellekt asosida qurilgan moslashuvchan masofaviy ta’lim tizimlari zamonaviy ta’lim paradigmalariga to‘liq mos kelishini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, adaptive learning yondashuvi an’anaviy “bir xil kontent – barcha uchun” modelidan farqli ravishda individual yondashuvni ta’minlab, ta’lim jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

Birinchidan, natijalarda kuzatilgan o‘zlashtirish darajasining oshishi konstruktivistik va kompetensiyaviy yondashuvlar bilan uyg‘unlikda izohlanadi. O‘quvchi faol subyekt sifatida individual trayektoriya asosida bilimni mustaqil ravishda shakllantiradi. Bu jarayonda sun’iy intellekt algoritmlari o‘quvchining “yaqin rivojlanish zonasi”ga mos kontentni tanlab berishi orqali o‘rganish samaradorligini oshiradi. Demak, adaptiv tizimlar nafaqat texnologik yechim, balki didaktik jihatdan asoslangan model sifatida ham qaralishi lozim.

Ikkinchidan, learning analytics asosida olingan ma’lumotlar ta’lim jarayonini chuqur diagnostika qilish imkonini berdi. Real vaqt rejimida monitoring qilish va feedback mexanizmlarining mavjudligi o‘quvchilar faoliyatini tezkor tahlil qilish hamda pedagogik qarorlarni avtomatlashtirish imkonini yaratdi. Bu esa ta’limni boshqarishning yangi — data-driven pedagogika modeliga o‘tishni anglatadi.

Uchinchidan, tadqiqot natijalari sun’iy intellekt algoritmlarining (xususan, tavsiyaviy tizimlar va mashinaviy o‘rganish modellari) ta’lim jarayonida samarali qo‘llanilishini ko‘rsatdi. Biroq, bu yerda muhim ilmiy masala sifatida algoritmik shaffoflik (algorithmic transparency) va tushuntiriluvchanlik (explainable AI)

ISSN 3030-3907

muammolari dolzarbligicha qolmoqda. Ya'ni, tizim tomonidan qabul qilinayotgan qarorlar pedagog va o'quvchi uchun tushunarli bo'lishi zarur.

To'rtinchidan, tizim samaradorligi oshganiga qaramay, uning joriy etilishida bir qator cheklovlar mavjud. Jumladan, katta hajmdagi ma'lumotlarni yig'ish va qayta ishlash zarurati texnik infratuzilmaga yuqori talab qo'yadi. Shuningdek, ma'lumotlar xavfsizligi va shaxsiylik (data privacy) masalalari ham muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli, bunday tizimlarni amaliyotga joriy etishda axborot xavfsizligi standartlariga qat'iy rioya qilish talab etiladi.

Beshinchidan, tadqiqot natijalari pedagogning roli transformatsiyalanayotganini ko'rsatadi. An'anaviy bilim beruvchi rolidan tashqari, pedagog endilikda fasilitator, mentor va ta'lim jarayonini boshqaruvchi sifatida faoliyat yuritadi. Sun'iy intellekt esa yordamchi vosita sifatida pedagogik qarorlarni qo'llab-quvvatlaydi, lekin uni to'liq almashtirmaydi.

XULOSA. qilib aytganda, sun'iy intellekt asosidagi moslashuvchan masofaviy ta'lim tizimlari ta'limni individuallashtirish va optimallashtirishda yuqori samaradorlikka ega innovatsion yo'nalish hisoblanadi. Kelgusida tadqiqotlar ushbu tizimlarning tushuntiriluvchanligini oshirish, etik va huquqiy jihatlarini takomillashtirish hamda keng ko'lamli ta'lim platformalariga integratsiyalash masalalariga qaratilishi maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Siemens, G., & Baker, R. S. J. d. (2012). Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge.
2. Ferguson, R. (2012). Learning analytics: Drivers, developments and challenges. International Journal of Technology Enhanced Learning, 4(5–6), 304–317.
3. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston: Center for Curriculum Redesign.
4. Woolf, B. P. (2010). Building Intelligent Interactive Tutors: Student-centered Strategies for Revolutionizing E-learning. Morgan Kaufmann.
5. Knewton. (2014). Adaptive Learning: The Next Generation of Learning. White Paper.
6. Brusilovsky, P., & Millán, E. (2007). User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems. Springer.
7. Dede, C. (2014). The role of digital technologies in deeper learning. Students at the Center: Deeper Learning Research Series.
8. Picciano, A. G. (2017). Theories and frameworks for online education: Seeking an integrated model. Online Learning Journal, 21(3), 166–190.

ISSN 3030-3907

9. Anderson, T. (2008). The Theory and Practice of Online Learning. Athabasca University Press.
10. Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational Data Mining: A Review of the State of the Art. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics.
11. Baker, R., & Inventado, P. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. Springer.
12. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. Pearson.
13. OECD (2021). AI and the Future of Skills, Volume 1: Capabilities and Assessments. OECD Publishing.
14. UNESCO (2021). AI and Education: Guidance for Policy-makers. Paris: UNESCO.
15. Zhang, J., & Beck, J. E. (2014). Modeling Item Difficulty with the Rasch Model and Learning Analytics. Journal of Educational Data Mining.

ISSN 3030-3907

QUYOSH SUV CHUCHUTGICH QURILMALARINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI TAHLILI VA TEXNOLOGIK YECHIMLARI

Ibragimov Umidjon Hikmatullayevich
QarDTU, Energetika muhandisligi kafedrasi professori, t.f.d (DSc)
Qodirov Jobir Ro‘zimamatovich
Bux DU, Geliofizika, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va elektronika kafedrasi dotsenti, t.f.f.d.(PhD)
Karimova Mahbuba Nutfullayevna
Bux DU, Geliofizika, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va elektronika kafedrasi dotsenti
Mavlonov Ulug‘bek Mirzoqulovich
Bux DU, Geliofizika, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va elektronika kafedrasi doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh suv chuchutgich (QSCh) qurilmalarining samaradorligini oshirish masalalari tahlil qilingan. Yer yuzasida chuchuk suv tanqisligi ortib borayotgani sababli muqobil texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Tadqiqotda turli modifikatsiyalar, jumladan tashqi kondensatorlar, termoelektrik sovitgichlar, nanosuyuqliklar, vakuum quvurli kollektorlar va PVT tizimlari bilan integratsiyalangan gibrid QSCh qurilmalari ko‘rib chiqilgan. Tahlillar natijasida bunday tizimlar oddiy qurilmalarga nisbatan 100–300% gacha yuqori unumdorlikka ega ekanligi aniqlangan. Shuningdek, bug‘lanish va kondensatsiya jarayonlarini intensivlashtirish orqali qurilma samaradorligini oshirish mumkinligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: quyosh suv chuchutgich, gibrid tizim, tashqi kondensator, nanosuyuqlik, termoelektrik modul, PVT tizim, suv tanqisligi, energiya samaradorligi.

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы повышения эффективности солнечных опреснительных установок. В условиях глобального дефицита пресной воды особое значение приобретает внедрение альтернативных технологий водоснабжения. В работе проанализированы различные модификации солнечных опреснителей, включая использование внешних конденсаторов, термоэлектрических охладителей, наножидкостей, вакуумных трубчатых коллекторов и гибридных PVT систем. Результаты исследований показывают, что модернизированные установки обеспечивают увеличение производительности до 100–300% по сравнению с традиционными системами. Также установлено, что интенсификация

ISSN 3030-3907

процессов испарения и конденсации существенно повышает энергетическую эффективность установок.

Ключевые слова: солнечный опреснитель, гибридная система, внешний конденсатор, наножидкость, термоэлектрический модуль, PVT система, дефицит воды, энергоэффективность.

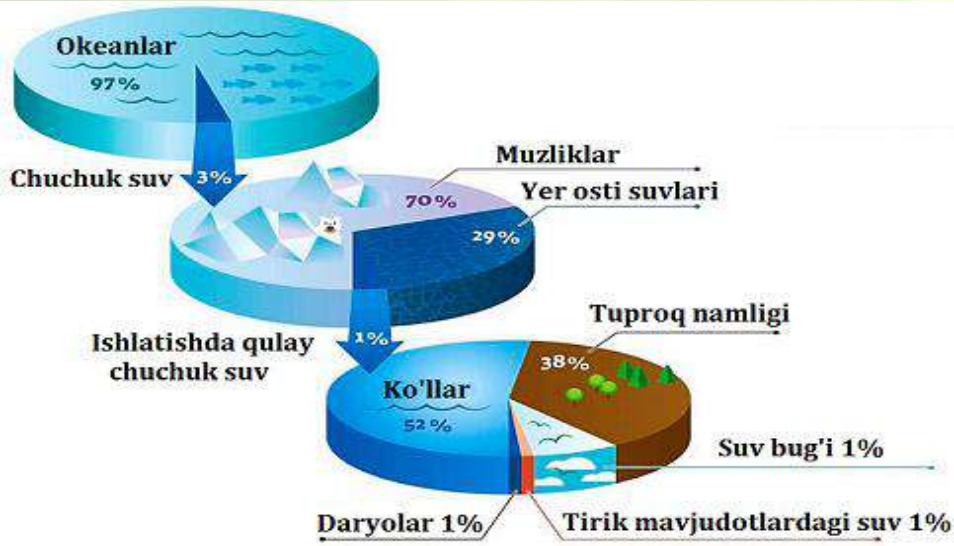
Abstract. This paper analyzes methods for improving the performance of solar desalination systems. Due to the increasing global freshwater scarcity, the development of alternative water treatment technologies is essential. The study investigates various modifications of solar stills, including the integration of external condensers, thermoelectric coolers, nanofluids, evacuated tube collectors, and hybrid photovoltaic-thermal (PVT) systems. The results indicate that advanced hybrid systems can increase productivity by 100–300% compared to conventional designs. Furthermore, enhancing evaporation and condensation processes significantly improves overall system efficiency and freshwater yield, making these systems suitable for remote and water-scarce regions.

Keywords: solar still, hybrid system, external condenser, nanofluid, thermoelectric module, PVT system, water scarcity, energy efficiency

KIRISH.

Yer sayyorasi yashil sayyora hisoblanib, buning asosiy sababi, Yer yuzasining taxminan 75% qismi suv bilan qoplangan [1-2]. Bizning sayyoramizdagi suvlarni ikkita asosiy turga ajratish mumkin: dengiz suvi va chuchuk suv. Yer yuzasidagi barcha suvlarni taqsimlanishi 1-rasmda ko‘rsatilgan [3-4]. Yer yuzasida aholi sonini ortishi bilan chuchuk suvga bo‘lgan talab ham ortib bormoqda. Hozirgi kunda taxminan 4 mlrd. insonlar chuchuk suv ta’minotiga ega bo‘lib, 2,3 mlrd. insonlar suv havzalaridan suv iste’mol qilishadi [5]. Biroq 1,8 mlrd. insonlar chuchuk suv ta’minotiga ega emas [6]. Bundan tashqari, iqlim modeli va ijtimoiy-iqtisodiy senariylarning bashoratiga ko‘ra, 2040 yilga borib 167 ta mamlakat jiddiy suv tanqisligiga uchraydi [7]. Hozirgi kunda chuchuk suvning kunlik iste’moli faollik darajasiga, yoshga, sog‘liq va tashqi muhit sharoitiga bog‘liq holda bir kunda 16 l ni tashkil etadi [8-9]. Yuqoridagi tahlillardan ko‘rinib turibdiki, chuchuk suvga bo‘lgan talabni qanoatlantirish uchun sho‘r yoki ifloslangan suvni toza ichimlik suviga aylantirishga zaruriyat tug‘iladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Yer yuzasida suvni taqsimlanishi

Hozirgi kunda chuchuk suv olishning ko‘p usullari mavjud, masalan, bir samarali bug‘latish [10], ko‘p samarali bug‘latish [11], namlantirish-quritish [12, 13], ko‘p pog‘onali bug‘latish [14-15], gibrid tizimlar [16-17] va hokazo. Biroq, ushbu usullarning ko‘pchiligi qiyin va ko‘p miqdorda energiya talab etadi. Quyosh energiyasi yordamida chuchuklantirish usuli yuqoridagi muammolarni hal etish bilan birgalikda texnologiyasi sodda, ekologik toza va tekin energiyadan foydalanuvchi jarayon hisoblanadi. Suv tanqisligi yuqori bo‘lgan qishloq va chekka hududlarda quyosh suv chuchutgichlari (QSCh) ishonchli va barqaror suv manbai hisoblanadi. Biroq, unumdorligini pastligi va qurilma uchun katta yassi yuzalarni zarurligi QSCh qurilmalarini keng qo‘llanilishini chegaralaydi [18].

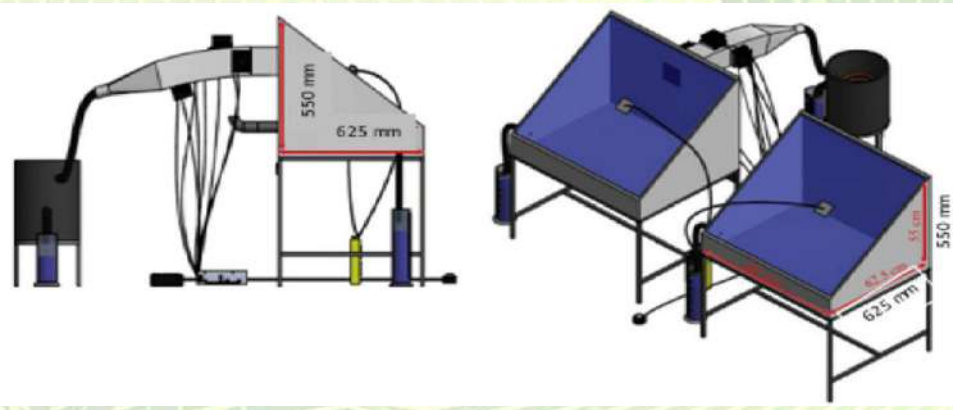
QSCh qurilmalaridan foydalanish birinchi marta 1551 yilda arab kimyogari tomonidan hujjatlashtirilgan. Keyinchalik QSCh qurilmalari 1589 yilda Della Porta, 1862 yilda Lavoisier va 1869 yilda Mauchotlar tomonidan amaliyotga joriy etilgan [19].1872 yilda shved muhandisi Charles Wilson bir havzali standart texnologiyadan foydalanib, birinchi yirik unumdorlikli QSCh qurilmasini qurgan. Hozirgi kunda kombinatsiyalashgan (gibrid) qurilmalardan keng foydalanilmoqda. Bunda asosiy e’tibor bir nishabli havzali QSCh qurilmalarining unumdorligini oshirishga qaratilgan. Negi va boshqalar [20] tomonidan oddiy havzali QSCh qurilmasining unumdorligini oshirish uchun bir nechta modifikatsiyalar taklif etilgan: 1) fitilsiz; 2) 15° qiyalikli fitilli; 3) 30° qiyalikli fitilli; 4) 45° qiyalikli fitilli; 5) 30° qiyalikli fitilli qoraytirilgan havzali. Tajribalar maqbul iqlim sharoitida mart oyida o‘tkazilgan. Natijalarga ko‘ra 5 modifikatsiya eng yuqori 4,372 kg/m^2 unumdorlikka ega bo‘lgan.

Najjar va boshqalarning [21] tadqiqot ishida kondensatorlardan foydalanishning ta’sirini o‘rganish uchun ko‘p sonli nazariy va tajribaviy tadqiqotlar o‘tkazilgan. Tashqi kondensator va nanosuyuqlikdan foydalanish QSCh

ISSN 3030-3907

qurilmasining samaradorligini 50% gacha oshirgan. Radiatorli ichki kondensatordan foydalanilganda chuchuk suv bo‘yicha kunlik unumdorlik 52% ga ortgan. Tahlil natijalariga ko‘ra, QSCh qurilmasiga kondensatorlarni integratsiya qilish chuchuk suv narxini pasaytiradi va chuchuk suv bo‘yicha unumdorlikni oshiradi deb xulosa qilingan. Tashqi kondensatorlar QSCh qurilmasining tashqarisida joylashtiriladi. Ular bug‘ni samarali sovitish va yig‘ish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, chuchuk suv bo‘yicha samaradorlikni sezilarli oshiradi [22]. Abu-Qudais va Othmanlarning [23] tadqiqot ishida tashqi kondensatorlarning nazariy va tajribaviy modellari batafsil ko‘rib chiqilgan bo‘lib, ularning ta’kidlashicha tashqi kondensatorlardan foydalanish QSCh qurilmalarining samaradorligini 47% gacha oshiradi. Tuly va boshqalarning [24] tadqiqot ishida QSCh qurilmasi tashqi qaytargich (quyosh nurlanish oqimi zichligini kuchaytirgich) va tashqi kondensator bilan integratsiya qilingan. Tizim kondensatorda to‘plangan yashirin issiqlikdan tungi vaqtda sho‘r suvni dastlabki qizdirish imkonini beradi. Natijalarga ko‘ra, tizim sutka davomida uzluksiz ishlaganda chuchuk suvni kunlik chiqishi 6-10 l/m^2 ni tashkil etgan.

Nehar va boshqalarning [25] tadqiqot ishida QSCh qurilmasining tashqi kondensatori sifatida issiqlik almashinuv qurilmasidan foydalaniladi. Ularning taklif etgan konstruksiyasi kichik ichki ventilyator, alohida kondensator va ajratgichdan tashkil topgan. Ajratgichlar kameralar orasidagi bo‘shliqni optimallashtirish uchun qo‘shilgan bo‘lib, ular qaytaruvchanlik qobiliyatini oshiradi, o‘zgarmas tokda ishlovchi ventilyator esa QSCh qurilmasidagi bug‘ oqimini kamaytirish uchun xizmat qiladi. Natijalarga ko‘ra, modifikatsiyalangan QSCh qurilmasining unumdorligi oddiy qurilmaga nisbatan 39,3% ga yuqori bo‘lgan. Nazari va boshqalar [26] tomonidan QSCh qurilmasining barcha tashqi yuzasida o‘rnatilgan to‘rtta termoelektrik sovitish moduli (TESM) bilan integratsiya qilingan QSCh qurilmasining unumdorligini tadqiqot qilishgan (2-rasm).



2-rasm. Tashqi kondensatorli va termoelektrik sovitgichli QSCh qurilmasi

ISSN 3030-3907

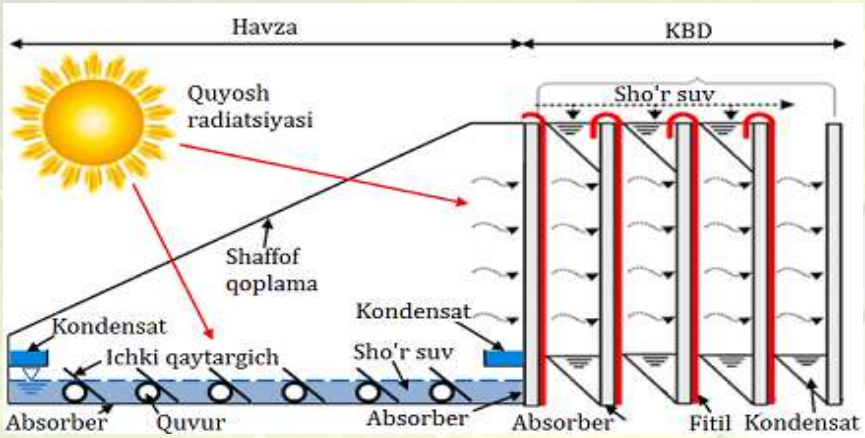
TESM bug‘ni kondensatsiyalash uchun salqin bo‘shliqni ta’minlaydi. Suv havzasiga hajmiy ulushi 0,04% va 0,08% bo‘lgan Cu_2O nanosuyuqlik kiritilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, takomillashgan QSCh qurilmasining o‘rtacha unumdorligi 6 l/m^2 ni, oddiy qurilmada 3 l/m^2 ni tashkil etgan, ya’ni takomillashgan qurilmaning unumdorligi 100% ga ortgan. Parsa va boshqalar [27] uchta qo‘shimcha elementlar bilan integratsiya qilingan QSCh qurilmasining unumdorligini tadqiqot qilishgan. Bunda termoelektrik isitgich, kumushli nanosuyuqlik va tashqi kondensatsion kamerada termoelektrik sovitgichdan foydalanilgan. Natijalarga ko‘ra, gibrid QSCh qurilmasining takomillashganligi 100,5% ni, kunlik unumdorlik 7,76 $l/m^2 \cdot kun$ ni tashkil etgan. Sadeghi va Nazarilar [28] QSCh qurilmasiga issiqlikni uzatish uchun vakuum quvurli kollektor, shuningdek, suv bug‘larini kondensatsiyalash uchun alohida kondensatsiyalovchi kanalli TE modul va $Ag_2Fe_3O_4$ nanosuyuqlikdan foydalanishgan (3-rasm).



3-rasm. Vakuum quvurli kollektorli, tashqi kondensatorli va shaffof qoplamasi sovitiladigan QSCh qurilmasi

Gibrid tizimning kunlik samaradorligi 43,68% ni tashkil etgan. Natijalarga ko‘ra, tizimning unumdorligi 222,18% ga, energiya samaradorligi 117,53% ga va chuchuk suv bo‘yicha unumdorlik 8,86 $l/m^2 \cdot kun$ ga oshgan. Javadi va boshqalar [29] tomonidan QSCh qurilmalari tizimida TESM va tashqi kondensatordan foydalanish masalasi tadqiqot qilingan. Misli qizdirish, termoelektrik qizdirish va quyosh suv kollektorli tizimlarning unumdorligi mos ravishda 7460 ml/m^2, 7020 ml/m^2 va 6020 ml/m^2 ni tashkil etgan. Misli qizdirish tizimining kunlik unumdorligi, energetik, eksergetik va issiqlik samaradorligi eng yuqori bo‘lgan. Yeo va boshqalar [30] bir nishabli havzali QSCh qurilmasiga gibrid ko‘p samarali diffuziyani integratsiya qilishgan. Ular gibrid ko‘p samarali diffuzion qurilma uchun turli issiqlik manbalarini (quyosh issiqlik energiyasi, elektr qizdirgich va chiqib ketuvchi issiqlik) o‘rganishgan (4-rasm). Tadqiqot natijalariga ko‘ra, elektr qizdirgich va chiqib ketuvchi issiqlikdan foydalanilganda, tizimning maksimal unumdorligi 21,65 $kg/m^2 \cdot kun$ ni tashkil etgan.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Gibrid ko‘p samarali diffuzion QSCh qurilmasining sxemasi

Nakade va boshqalar [31] vakuum quvurli quyosh kollektorini toza parafinli issiqlik akkumulyatori va FO‘M asosidagi QSCh qurilmasi bilan birlashtirgan. Havzadagi suv 54 dan 128°C gacha qizdirilgan. QSCh qurilmasida FO‘Mdan foydalanilganda toza parafinga nisbatan chuchuk suvning chiqishi 60,69% ga va energiya samaradorligi 49,91% ga yuqori bo‘lgan. Al-Harahsheh va boshqalar [32] uchta takomillashgan QSCh qurilmasini tajribaviy tadqiqot qilishgan. Ushbu qurilmalar quyidagicha: suvga botirilgan po‘lat quvurning ichiga FO‘M to‘ldirilgan tashqi quyosh kollektorli, ikki shishali sovitib turiladigan va tashqi quyosh kollektori bilan integratsiya qilingan QSCh qurilmalari. FO‘Mni qo‘shilganligi tashqi quyosh kollektorining unumdorligini 50% ga oshirgan. Tashqi quyosh kollektorini integratsiya qilish QSCh qurilmasining unumdorligini 340% gacha oshirgan. FO‘Mli tashqi quyosh kollektorini QSCh qurilmasiga integratsiya qilish unumdorlikni 400% ga oshirgan. El-Said va boshqalar [33] tomonidan issiq havo oqimli va kondensatsion blok sifatida issiqlik nasosidan foydalaniladigan QSCh qurilmasini tajribaviy tadqiqot qilishgan. Havoning sarfi tizimning unumdorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatgan, bunda unumdorlik 7,72 kg/kun, energiya samaradorlik 33,84% va eksergetik samaradorlik 1,43% ni tashkil etgan.

Singh va boshqalar [34] maydoni 1 m^2 bo‘lgan bir nishabli QSCh qurilmasini tadqiqot qilishgan, bunda vakuum quvurli kollektor bevosita havzaga ulangan va tabiiy sirkulyatsiya asosida ishlaydi. Olingan energetik va eksergetik samaradorliklar mos ravishda 5,1...54,5% va 0,15...8,25% oralig‘ida o‘zgargan. Kumar va boshqalar [35] qizdirish jarayonini tezlashtirish uchun majburiy sirkulyatsiya rejimida ishlovchi vakuum quvurli kollektorni havzali QSCh qurilmasiga integratsiya qilishgan. Sirkulyatsiya tezligi 0,06 m/s bo‘lganda suvning chiqishi 3,9 l/m^2 ga yetgan, bunda eksergetik va energetik samaradorliklar mos ravishda 2,6% va 33,8% ni tashkil etgan. Bhargva va Yadavlar [36] vakuum quvurli kollektor bilan kombinatsiyalashgan aktiv QSCh qurilmasiga

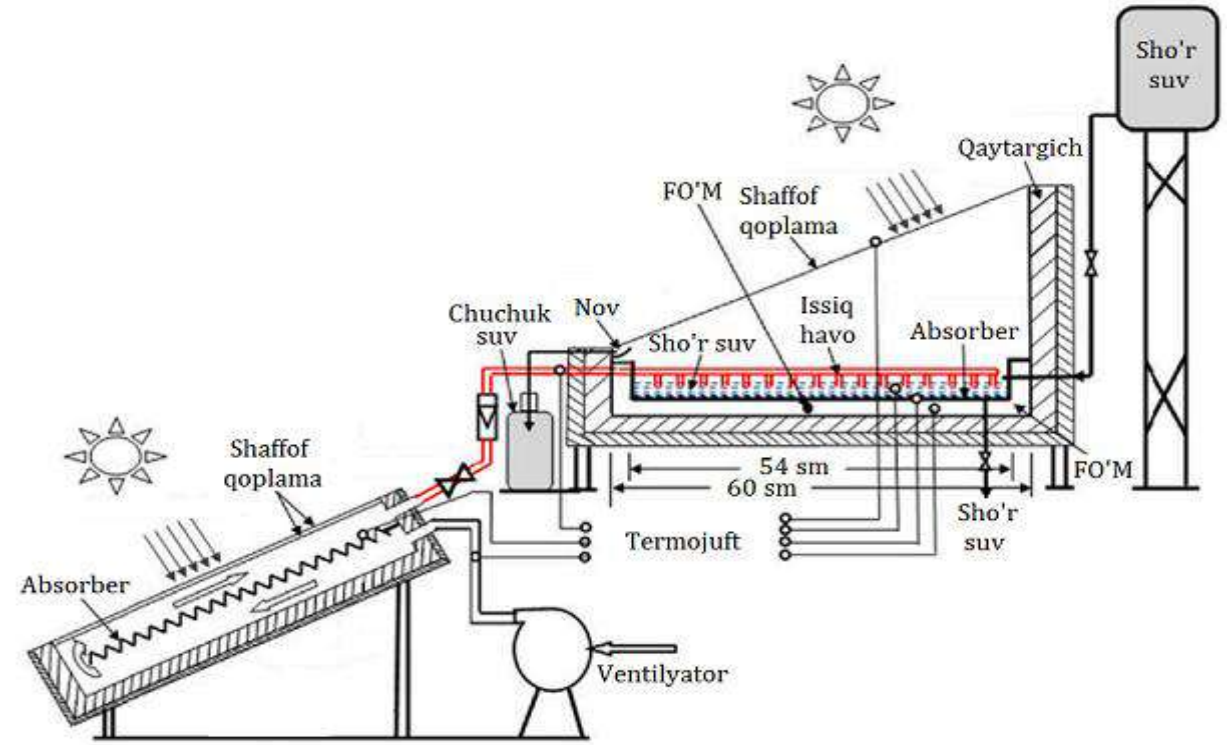
ISSN 3030-3907

issiqlik almashinuv qurilmasini integratsiya qilishni tadqiqot qilishgan. Misli issiqlik almashinuv qurilmasi va ishlatib bo‘lingan avtomobil moyi bilan modifikatsiyalangan QSCh qurilmasining unumdorligi 7,38 $l/m^2/kun$ ni tashkil etgan va bu qiymat oddiy qurilmaga nisbatan 138,9% ga yuqori bo‘lgan. Nema va Krishnasamylar [37] issiqlik quvuri texnologiyasi va vakuum quvurli kollektor bilan integratsiya qilingan QSCh qurilmasining yangi tizimini taklif etishgan. Chuchuk suvning maksimal chiqishi 3,08 $l/m^2/kun$ ni tashkil etganda, issiqlik FIK 30,25% va eksergetik FIK 3,17% ni tashkil etgan.

Abdullah va boshqalarning [18] tadqiqot ishida QSCh qurilmalarining unumdorligini oshirish uchun turbulentlikni hosil qilishning bir nechta usullarini tadqiqot qilishgan. Ushbu usullar suv havzasida turbulentlikni hosil qilish va bug‘lanish jarayonini jadallashtirish uchun qo‘zg‘almas yuza va suv o‘rtasidagi issiqlik chegaraviy qatlamni buzish uchun xizmat qiladi. Suvning turbulentligini hosil qilish uchun purkash bloki, havo pufakchalari, vibratsiyalovchi ovoz samarasi, aralashtirgich va ultratovushli tuman hosil qilgichlardan foydalaniladi. Natijalarga ko‘ra, purkash moslamasidan foydalanilganda unumdorlik va samaradorlik 5400 $ml/m^2 \cdot kun$ va 56%, havoli pufakchalardan foydalanilganda 5490 $ml/m^2 \cdot kun$ va 21,96%, aralashtirgichdan foydalanilganda 5400 $ml/m^2 \cdot kun$ va 34,96%, ultratovush tuman hosil qilgichdan foydalanilganda 6270 $ml/m^2 \cdot kun$ va 83,87% ni tashkil etgan.

Mohamed va Omaralar [38] QSCh qurilmasi havzasidagi suvning haroratini oshirish uchun QSCh qurilmasiga tashqi kondensator, purkash moslamasi, yassi quyosh suv kollektori va QHKni birlashtirishgan. Ekspluatatsiya sharoitiga bog‘liq holda chuchuk suvning chiqishi 51-148% ga ortgan. QSCh qurilmasiga quyosh suv kollektori biriktirilganda unumdorlik 56% va qaynoq suv purkalganda 82% ga ortgan. Ma’lumki, qaynoq havo pufakchalari suv va havoning ajralish chegarasida to‘qnashish maydonini oshiradi, demak, havo pufakchalarini purkash texnologiyasi QSCh qurilmasining unumdorligini oshiradi. Pandey [39] QSCh qurilmasiga havoni majburiy kirish va shaffof qoplamani sovitish jarayonlarini tadqiqot qilishgan. Natijalarga ko‘ra, chuchuk suv bo‘yicha unumdorlik 33,5...47,5% ga, havo pufakchalaridan foydalanish hisobiga samaradorlik 14% ga ortgan. Kabeel va boshqalar [40] QSCh qurilmasi havzasiga qaynoq havoni purkashning ta’sirini tadqiqot qilishgan (5-rasm).

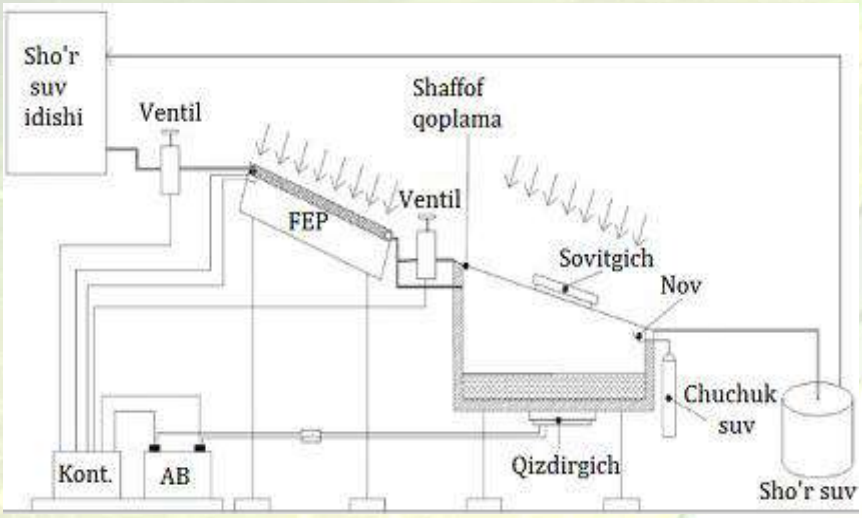
ISSN 3030-3907



5-rasm. Gibrid havzali QSCh qurilmasining sxemasi

Natijalarga ko‘ra, chuchuk suv bo‘yicha unumdorlik 4,5 $l/m^2/kun$ ni tashkil etgan va samaradorlik 108% ga ortgan. Kabeel va Abdelgaiedlar [41] QSCh qurilmasining havzasining ichiga qaynoq havoni purkashni tadqiqot qilishgan. Natijalarga ko‘ra, chuchuk suv bo‘yicha samaradorlik oddiy qurilmaga nisbatan 21,96% ga ortgan va unumdorlik 5490 $ml/m^2/kun$ ni tashkil etgan. FEPdan ajralgan issiqlik energiyasi QSCh qurilmasining ta’minot suvi uchun issiqlik manbai hisoblanadi. FEP orqali o‘tayotgan suvning harorati sezilarli ortadi, buning natijasida havzadagi suvni bug‘lantirish uchun ko‘p miqdordagi energiya talab etilmaydi [42-43], shuningdek, FEPni suv bilan sovitish hisobiga FEPning elektr energiyani ishlab chiqarish samaradorligi 30% gacha ortadi. Pounraj va boshqalar [44] tomonidan aktiv PVT tizim bilan birlashtirilgan gibrid QSCh qurilmasining unumdorligini tadqiqot qilingan (6-rasm).

ISSN 3030-3907



6-rasm. PVT tizim bilan kombinatsiyalashgan QSCh qurilmasi

Tizim Peltening ikkita elementlarini birlashtirgan: birinchisi havzani qizdirish uchun, ikkinchisi QSCh qurilmasining qoplamasini sovitish uchun. Sho‘r suv QSCh qurilmasiga kiritishdan oldin qizdiriladi. Havzadagi suvning sathini boshqarish elektrmagnitli klapan bilan nazorat qilinadi. Aktiv QSCh qurilmasida harorat 52% ga yuqori bo‘lgan va chuchuk suv bo‘yicha unumdorlik 8,77 $l/m^2/kun$ ni tashkil etgan. FEPning elektrik quvvati 32% ga oshgan. Manokar va boshqalar [45] QSCh qurilmasining havzasini ichida o‘rnatilgan FEPli QSCh qurilmasining unumdorligini tadqiqot qilishgan. Tadqiqotchilar maydoni 1,665 m^2 bo‘lgan QSCh qurilmasini tayyorlashgan (7-rasm). Sho‘r suvning sarfi o‘zgarmas 0,0013 kg/s ta’minlangan. Tajribalar 2017 yilning may va aprel oylarida o‘tkazilgan. Yon tomonlari to‘liq izolyatsiya qilingan QSCh qurilmasining unumdorligi 7,3 kg ni tashkil etgan.

Balachandran va boshqalar [45] PVT tizim bilan integratsiyalashgan bir nishabli QSCh qurilmasini tadqiqot qilishgan. Bunda shaffof qoplamani plyonkali sovitishni ta’minlash uchun sho‘r suvdan foydalanilgan va bakdagi suv dastlabki qizdirilgan. Tizim uchun kompozit izolyatsiya sifatida qishloq xo‘jalik fermalaridan yig‘ilgan va natriy gidroksid eritmasi bilan qayta ishlangan yashil boabob tolalaridan foydalanilgan.



7-rasm. Havzasida FEP joylashtirilgan QSCh qurilmasi

ISSN 3030-3907

Havzasidagi suvning sathi 0,5 sm bo‘lganda tizimning unumdorligi 2,253 $l/m^2 \cdot kun$ ni, ushbu vaqtda oddiy izolyatsiyali QSCh qurilmasining unumdorligi 1,655 $l/m^2 \cdot kun$ ni tashkil etgan. Yuqorida keltirilgan adabiyotlar tahlilidan ko‘rinib turibdiki, QSCh qurilmalarining samaradorligini oshirish maqsadida bug‘latish kamerasiga turli tashqi manbalar yordamida qo‘shimcha issiqlikni kiritish, kondensatsiyalanish jadalligini oshirish uchun tashqi kondensator va TESMlaridan foydalanish masalalari ko‘rib chiqilgan bo‘lib, bug‘latish kamerasiga issiq nam havo aralashmasini kiritish, havzaning tubidagi FO‘Mdan foydalanilganda QSCh qurilmalarining samaradorligi va unumdorligini o‘rganish bo‘yicha chuqur ilmiy-tadqiqotlarni o‘tkazishga zaruriyat tug‘iladi. Xususan, QSCh qurilmalarini bevosita QQ qurilmalari, PVT tizim va FEP bilan integratsiyalash asosida gibrid tizimlarni ishlab chiqish yechimini kutayotgan ilmiy-texnik masalalar hisoblanadi. Yuqoridagilarni inobatga olgan holda bir nechta quyosh energetik qurilmalari asosida ishlovchi gibrid tizimlarni ishlab chiqishga qaratilgan tadqiqotlar dolzarb hisoblanadi.

XULOSA. Mazkur tadqiqot natijalariga k**o‘**ra, quyosh suv chuchutgich qurilmalarining samaradorligini oshirish uchun ularni turli texnologiyalar bilan integratsiyalash muhim ahamiyatga ega. Xususan, tashqi kondensatorlar, termoelektrik modullar, nanosuyuqliklar va quyosh kollektorlaridan foydalanish bu**g‘**lanish va kondensatsiya jarayonlarini jadallashtirib, chuchuk suv olish unumdorligini sezilarli darajada oshiradi. Gibrid tizimlar oddiy qurilmalarga nisbatan ancha yuqori samaradorlikka ega b**o‘**lib, suv tanqisligi mavjud hududlarda barqaror yechim sifatida xizmat qilishi mumkin. Kelgusida ushbu tizimlarni yanada takomillashtirish va amaliyotga keng joriy etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Al-Kayiem H.H., Mohamed M.M., Gilani S.I. State of the art of hybrid solar stills for desalination. Arab J Sci. Eng., 48(5), 2023. – p. 5709-5755.
2. Hammoodi K.A. et al. A detailed review of the factors impacting pyramid type solar still performance. Alex Eng. J., 66, 2023. – p. 123-154.
3. Hammoodi K.A. et al. Pyramid solar distillers: a comprehensive review of recent techniques. Results Eng. 2023:101157.
4. El-Sebaey M.S. et al. Experimental study with thermal and economical analysis for some modifications on cylindrical sector and double slope, single basin solar still. Case Stud Therm Eng., 49, 2023:103310.
5. Ungureanu N., Vlăduț V., Voicu G. Water scarcity and wastewater reuse in crop irrigation. Sustainability, 12, 2020:9055.

ISSN 3030-3907

6. Sedlak D. Water for All: Global Solutions for a Changing Climate. Yale University Press; 2024.
7. Luo T., Young R., Reig P. Aqueduct projected water stress country rankings. Tech Note, 16, 2015. – p. 1-16.
8. Saleque A.M., Nowshin N., Ivan M.N.A.S., Ahmed S., Tsang Y.H. Natural porous materials for interfacial solar steam generation toward clean water production. Sol Rrl., 6, 2022:2100986.
9. Ahmed S.F., Kumar P.S., Kabir M., Zuhara F.T., Mehjabin A., Tasannum N., Hoang A.T., Kabir Z., Mofiur M. Threats, challenges and sustainable conservation strategies for freshwater biodiversity. Environ Res., 214, 2022:113808.
10. Onishi V.C., Carrero-Parreno A., Reyes-Labarta J.A., Ruiz-Femenia R., SalcedoDíaz R., Fraga E.S., Caballero J.A. Shale gas flowback water desalination: single vs multiple-effect evaporation with vapor recompression cycle and thermal integration, Desalination, 404, 2017. – p. 230-248.
11. Zhou S., Liu X., Zhang K., Shen S. Investigation and optimization for multi-effect evaporation with thermal vapor compression (MEE-TVC) desalination system with various feed preheater arrangements, Desalination, 521, 2022:115379.
12. Khalili B., Kargarsharifabad H., Rahbar N., Abedini Esfahlani A., Jamshidi E. Performance evaluation of a CGS gas heater-powered HDH desalination system using thermosyphon heat pipes: an experimental study with economic and environmental assessment, Int. Commun. Heat Mass Trans, 152, 2024:107300.
13. An M., Zhang K., Song F., Chen X., Sharshir S.W., Kandeal A.W., Kumar Thakur A., Abdullah A.S., Elkadeem M.R., Chi C., Edreis E.M.A., Kabeel A.E., Ma W., Discovering a robust machine learning model for predicting the productivity of a solar-driven humidifiation-dehumidifiation system, Appl. Therm. Eng., 228, 2023:120485.
14. Thoutam P., Ahmadi Sefidashti P., Ahmad F., Abulkhair H., Ahmed I., Alsaiari A., Almatrafi E., Bamaga O., Rezaei Gomari S. Integration of Hydrate-Based Desalination (HBD) Into Multistage Flash (MSF) Desalination as a Precursor: An Alternative Solution to Enhance MSF Performance and Distillate Production, Water, 2023.
15. Tareemi A.A., Sharshir S.W. A state-of-art overview of multi-stage flash desalination and water treatment: principles, challenges, and heat recovery in hybrid systems, Solar Ener., 266, 2023:112157.
16. Hussien A.A., Salem A.A., Sharshir S.W., Nabil T., Sustainable seawater desalination through solar and wind energy integration with automated control: experimental investigation, Sustain. Ener. Technol. Assess. 71, 2024:103990.

ISSN 3030-3907

17. Salem Ahmed M., Aboelmaaref M.M., Zhao J., Li Y., Sharshir S.W., Wahba M.A.I., Mimi Elsaid A. Performance, economic, and statistical analysis assessment for the hybrid solar dish concentrator with turbine, generator, and reverse osmosis desalination unit, Appl. Therm. Eng., 254, 2024:123802.
18. Abdullah A. et al. Methods used to improve solar still performance with generated turbulence for water desalination-detailed review. Results Eng., 2023:101251.
19. Abujazar M.S.S., Fatihah S., Rakmi A.R., Shahrom M.Z. The effects of design parameters on productivity performance of a solar still for seawater desalination: A review. Desalination, 385, 2016. – p. 178-193.
20. Negi A,, Verma P.R., Saxena A., Ranakoti L., Bhandari P., Singh T., Tiwari G.N. Design and performance of black painted Khes wick modified solar still: An experimental and 5E analysis. International Journal of Thermoflids, 20, 2023:100491.
21. Najjar A., Nooman AlMallahi M., Elgendi M. Evaluating the effect of external and internal condensers on the productivity of solar stills: A review. Energy Conversion and Management: X 24, 2024:100763.
22. Kandeal A.W. et al. Thermo-economic performance enhancement of a solar desalination unit using external condenser, nanofluid, and ultrasonic foggers. Sustainable Energy Technol Assess, 52, 2022:102348.
23. Abu-Qudais M., Othman O.N. Experimental study and numerical simulation of a solar still using an external condenser. Energy, 21 (10), 1996. – p. 851-855.
24. Tuly S., Hassan R., Das B.K., Sarker M. Investigating the energetic, exergetic and sustainability aspects of a solar still integrating fins, wick, phase change materials, and external condenser. J Storage Mater, 55, 2022:105462.
25. Nehar L., Rahman T., Tuly S.S., Rahman M.S., Sarker M.R.I., Beg M.R.A. Thermal performance analysis of a solar still with different absorber plates and external copper condenser. Groundw Sustain Dev., 17, 2022:100763
26. Nazari S., Safarzadeh H., Bahiraei M. Experimental and analytical investigations of productivity, energy and exergy efficiency of a single slope solar still enhanced with thermoelectric channel and nanofluid. Renewable Energy 135, 2019. – p. 729-744.
27. Parsa S.M., Rahbar A., Koleini M.H., Aberoumand S., Afrand M., Amidpour M. A renewable energy-driven thermoelectricutilized solar still with external condenser loaded by silver/nanofluid for simultaneously water disinfection and desalination. Desalination 480, 2020:114354.

ISSN 3030-3907

28. Sadeghi G., Nazari S. Retrofitting a thermoelectric-based solar still integrated with an evacuated tube collector utilizing an antibacterial-magnetic hybrid nanofluid. Desalination, 500, 2021:114871.
29. Javadi Yanbolagh D., Mazaheri H., Saraei A., Jafari Mehrabadi S. "Experimental study on the performance of three identical solar stills with different heating methods and external condenser fully powered by photovoltaic: energy, exergy, and economic analysis," Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 2020. – p. 1-21, doi:10.1080/15567036.2020.1817187.
30. Yeo S., Lim B., Lee G., Park C. Experimental study of effects of different heat sources on the performance of the hybrid multiple-effect diffusion solar still. Sol. Energy 193, 2019. – p. 324-334.
31. Nakade A., Aglawe A., More K., Kalbande V.P. Experimental analysis of two stage solar still integrated with thermal storage based solar collector using nano-enhanced phase change materials. Desalination and Water Treatment, 320, 2024:100755.
32. Al-Harahsheh M., Abu-Arabi M., Ahmad M., Mousa H. Self-powered solar desalination using solar still enhanced by external solar collector and phase change material. Appl Therm Eng., 206, 2022:118118.
33. El-Said E.M.S., Dahab M.A., Omara M., Abdelaziz G.B. Solar desalination unit coupled with a novel humidifier. Renew Energy, 180, 2021. – p. 297-312.
34. Singh R.V., Kumar S., Hasan M.M., Khan M.E., Tiwari G.N. Performance of a solar still integrated with evacuated tube collector in natural mode, Desalination, 318, 2013. – p. 25-33.
35. Kumar S., Dubey A., Tiwari G.N. A solar still augmented with an evacuated tube collector in forced mode, Desalination, 347, 2014. – p. 15-24.
36. Bhargva M., Yadav A. Experimental comparative study on a solar still combined with evacuated tubes and a heat exchanger at different water depths, Int. J. Sustain. Eng. 13, 2020. – p. 218-229.
37. Nema G., Krishnasamy K. An active solar desalination system integrated with collective condenser heat pipe solar evacuated tube collector: a thermoeconomic analysis, Environ. Sci. Poll Res., 31, 2024. – p. 10273-10295.
38. Mohamed A., Omara E.Z.M. Enhancing the solar still performance using solar photovoltaic, flat plate collector and hot air, Desalination, 349, 2014. – p. 1-9.
39. Pandey G.C. Effect of dried and forced air bubbling on the partial pressure of water vapor and performance of solar still, Sol. Energy, 33 (1), 1984. – p. 13-18.
40. Kabeel A.E., Abdelgaied M., Mahgoub M. The performance of a modified solar still using hot air injection and PCM, Desalination (2016).

ISSN 3030-3907

41. Kabeel A.E., Abdelgaied M. Performance enhancement of a photovoltaic panel with reflectors and cooling coupled to a solar still with air injection, J. Clean. Prod. 2019.
42. Pounraj P., Winston D.P., Kabeel A.E., Kumar B.P., Manokar A.M., Sathyamurthy R., Christabel S.C. Experimental investigation on Peltier based hybrid PV/T active solar still for enhancing the overall performance. Energy Convers. Manage., 168, 2018. – p. 371-381.
43. Praveen B., Winston D.P., Pounraj P., Manokar A.M., Sathyamurthy R., Kabeel A.E. Experimental investigation on hybrid PV/T active solar still with effective heating and cover cooling method. Desalination, 435, 2018. – p. 140-151.
44. Manokar A.M., Winston D.P., Kabeel A.E., Sathyamurthy R. Sustainable fresh water and power production by integrating PV panel in inclined solar still. J. Clean. Prod., 172, 2018. – p. 2711-2719.
45. Balachandran G.B., David P.W., Vijayakumar A.B.P., Kabeel A.E., Athikesavan M.M., Sathyamurthy R. Enhancement of PV/T-integrated single slope solar desalination still productivity using water film cooling and hybrid composite insulation. Environ. Sci. Pollut. Res., 27(26), 2020. – p. 32179-32190.

ISSN 3030-3907

AYLANUVCHI MEXANIZMLARDAN OLINGAN AKUSTIK SIGNALLARDAGI SHOVQINLARNI KAMAYTIRISH

Ubaydullayev Utkirjon
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, Elektronika va avtomatika muhandisligi fakulteti, Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlari kafedrasi, **Tashkent, Uzbekistan**
E-mail: utkir2005@mail.ru
Elmira Rakhmanova
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, Elektronika va avtomatika muhandisligi fakulteti, Axborotlarga ishlov berish va boshqarish tizimlari kafedrasi, **Tashkent, Uzbekistan**
E-mail: raxmanovae07@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada aylanuvchi mexanizmlardan olinadigan akustik signallarni qayta ishlashning nazariy va amaliy masalalari yoritiladi. Aylanish jarayonida podshipnik, val, tishli uzatma, rotor va boshqa elementlarda yuzaga keladigan nosozliklar tovush spektrida ma’lum o‘zgarishlarni hosil qiladi. Biroq real ishlab chiqarish sharoitida ushbu signallar tashqi shovqinlar, rezonans hodisalari, mexanik tebranishlar, elektr xalaqitlar va fondagi texnologik jarayonlar bilan aralashib ketadi. Shu sababli foydali akustik komponentalarni ajratib olish, shovqinni kamaytirish va diagnostika uchun informativ belgilarni topish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Maqolada vaqt sohasi, chastota sohasi hamda vaqt–chastota tahliliga asoslangan yondashuvlar, filtrlash usullari, adaptiv algoritmlar, spektral qayta ishlash usullari va xususiyatlarni ajratish tamoyillari mantiqiy ketma-ketlikda bayon qilinadi.

Kalit so‘zlar: akustik signal, aylanuvchi mexanizm, shovqinni kamaytirish, spektral tahlil, podshipnik diagnostikasi, informativ belgi, signalni qayta ishlash.

Аннотация. В данной статье освещаются теоретические и практические вопросы обработки акустических сигналов, поступающих от вращающихся механизмов. Неисправности, возникающие в процессе вращения подшипников, валов, зубчатых передач, роторов и других элементов, вызывают определенные изменения в звуковом спектре. Однако в реальных производственных условиях эти сигналы смешиваются с внешними шумами, явлениями резонанса, механическими вибрациями, электрическими помехами и фоновыми технологическими процессами. В связи с этим выделение полезных акустических компонентов, снижение уровня шума и поиск информативных признаков для диагностики являются важными научно-практическими задачами. В статье в логической последовательности излагаются подходы, основанные на анализе во временной, частотной и

ISSN 3030-3907

временно-частотной областях, методы фильтрации, адаптивные алгоритмы, методы спектральной обработки и принципы выделения признаков.

Ключевые слова: акустический сигнал, вращающийся механизм, шумоподавление, спектральный анализ, диагностика подшипников, информативный признак, обработка сигналов.

Abstract. This article covers the theoretical and practical issues of processing acoustic signals from rotating mechanisms. Faults occurring during the rotation of bearings, shafts, gears, rotors, and other elements cause specific changes in the acoustic spectrum. However, in real industrial environments, these signals are mixed with external noise, resonance phenomena, mechanical vibrations, electrical interference, and background technological processes. Therefore, extracting useful acoustic components, noise reduction, and identifying informative features for diagnostics are critical scientific and practical tasks. The article presents a logical sequence of approaches based on time-domain, frequency-domain, and time-frequency domain analysis, as well as filtering methods, adaptive algorithms, spectral processing techniques, and feature extraction principles.

Keywords: acoustic signal, rotating mechanism, noise reduction, spectral analysis, bearing diagnostics, informative feature, signal processing.

1.KIRISH

Sanoat korxonalarida aylanuvchi mexanizmlar juda keng qo‘llanadi. Nasoslar, ventilyatorlar, kompressorlar, elektr dvigatellar, reduktorlar, turbinalar va turli uzatmalar uzluksiz ishlashi ko‘plab texnologik jarayonlarning barqarorligiga bevosita ta’sir qiladi. Bunday mexanizmlarda yuzaga keladigan kichik nuqsonlar o‘z vaqtida aniqlanmasa, ular asta-sekin kuchayib, katta avariya, ortiqcha energiya sarfi yoki ishlab chiqarish to‘xtab qolishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli texnik holatni nazorat qilishning tebranish, harorat, tok va akustik monitoring kabi usullari amaliyotda tobora ko‘proq ahamiyat kasb etmoqda. Ayrim hollarda mexanizm ichida sodir bo‘layotgan jarayonlar vibratsiya datchiklarida yetarli darajada sezilmaydi, ammo tovush signallarida erta bosqichdayoq namoyon bo‘lishi mumkin. Masalan, podshipnikdagi mikronuqson, tish yuzasidagi yeyilish, notekis ishqalanish yoki rotorning balansdan chiqishi akustik muhitda o‘ziga xos spektral va impulsli alomatlarni shakllantiradi. Biroq akustik yondashuvning asosiy qiyin tomoni shundaki, ishlab chiqarish muhiti odatda juda shovqinli bo‘ladi. Bir vaqtning o‘zida bir nechta mexanizm ishlashi, aks sado, metall konstruksiyalar rezonansi, havo oqimi shovqini va elektr jihozlarining ta’siri foydali signalni yashirib yuborishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan qaraganda, akustik signallardagi shovqinni kamaytirish va diagnostika uchun informativ belgilarni ajratib olish masalasi oddiy filtrlash vazifasidan ancha murakkabdir. Bu yerda signalni fizik mohiyatiga mos ravishda tahlil qilish, foydali va zararli komponentalarni farqlash, jarayonning o‘zgaruvchanligini hisobga olish hamda natijalarni avtomatik tanib olish tizimlariga uzata oladigan xususiyatlar to‘plamini shakllantirish talab etiladi. Mazkur maqolaning maqsadi aynan shu masalalarni tizimli ko‘rib chiqish va aylanuvchi mexanizmlar diagnostikasi uchun amaliy jihatdan samarali algoritmik yechimlarni umumlashtirishdan iborat.

AKUSTIK SIGNALNING XUSUSIYATLARI VA SHOVQIN MANBALARI

Aylanuvchi mexanizmlarning akustik signali odatda bir nechta manbalarning superpozitsiyasi sifatida qaraladi. Bunda asosiy foydali komponenta mexanizmning nominal ish rejimi bilan bog‘liq bo‘lib, aylanish chastotasi, garmonikalar, tishlash chastotalari, podshipnikning xarakteristik nuqta chastotalari va yuklanish darajasiga mos ravishda shakllanadi. Agar tizim sog‘lom holatda bo‘lsa, signal nisbatan barqaror va takrorlanuvchi tuzilishga ega bo‘ladi. Nosozlik paydo bo‘la boshlaganda esa spektral tarkib, amplituda modulyatsiyasi, impulslar chastotasi va vaqt bo‘yicha energiya taqsimoti o‘zgaradi.

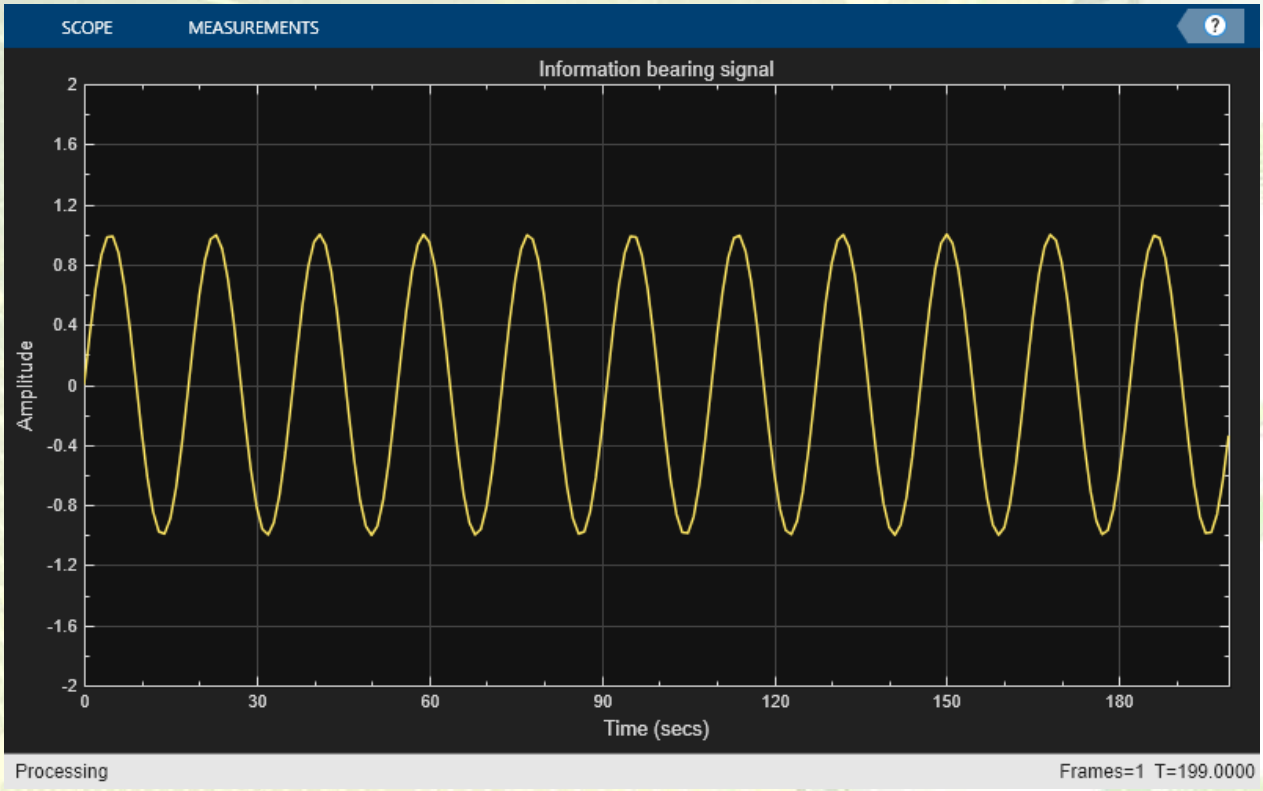
Shovqin manbalarini ichki va tashqi omillarga ajratish mumkin. Ichki shovqinlar mexanizmning boshqa elementlari tomonidan hosil qilinadi: masalan, podshipnikdan olinayotgan signalga reduktorning tishlash shovqini yoki ventilyator pichoqlaridan hosil bo‘lgan aerodinamik komponent aralashib ketadi. Tashqi shovqinlarga esa atrofdagi uskunalar, ishlab chiqarish sexidagi umumiy fondagi tovush, konstruksiyalarning aks sadosi, elektromagnit xalaqit va o‘lchash kanalining o‘zida yuzaga keladigan kvantlash yoki kuchaytirish shovqinlari kiradi.

Akustik signalning yana bir muhim xususiyati uning stasionar bo‘lmasligidir. Mexanizmning yuklanishi o‘zgarishi, tezlikning oshib-kamayishi, ish rejimining vaqtincha o‘zgarishi, ishga tushish yoki to‘xtash jarayonlari signaldagi foydali va foydasiz komponentalarning doimiy emasligini anglatadi. Shuning uchun signalga bir martalik statik spektral tahlil qo‘llash har doim ham yetarli natija bermaydi. Aksincha, vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan tuzilmani ham inobatga oladigan algoritmlar ko‘proq samarali bo‘ladi.

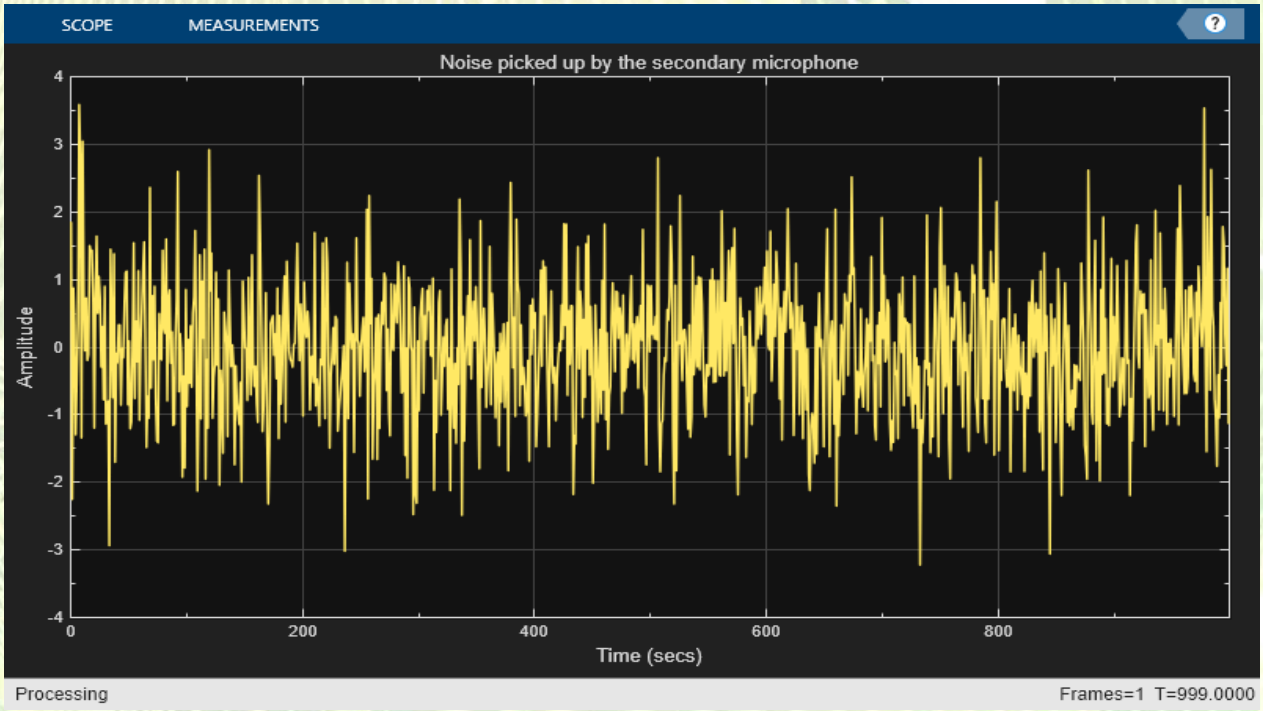
2. SHOVQINNI KAMAYTIRISH USULLARI. Akustik signallarni tozalashda birinchi va eng sodda yondashuv sifatida klassik chiziqli filtrlash usullari qo‘llanadi. Past chastotali filtrlar sekin o‘zgaruvchi fon komponentalarni ajratish uchun, yuqori chastotali filtrlar esa impulsli alomatlarni kuchaytirish uchun xizmat qiladi. Tarmoqli filtrlar esa oldindan ma’lum bo‘lgan diagnostik chastotalar

ISSN 3030-3907

atrofidagi komponentalarni ajratib olishga imkon beradi. Masalan, tishli uzatmada muammo bo‘lsa, tishlash chastotasi va uning yon tarmoqlarini ajratish; podshipnik nosozligida esa xarakteristik zarba chastotasi atrofida energiya yig‘ilishini kuzatish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

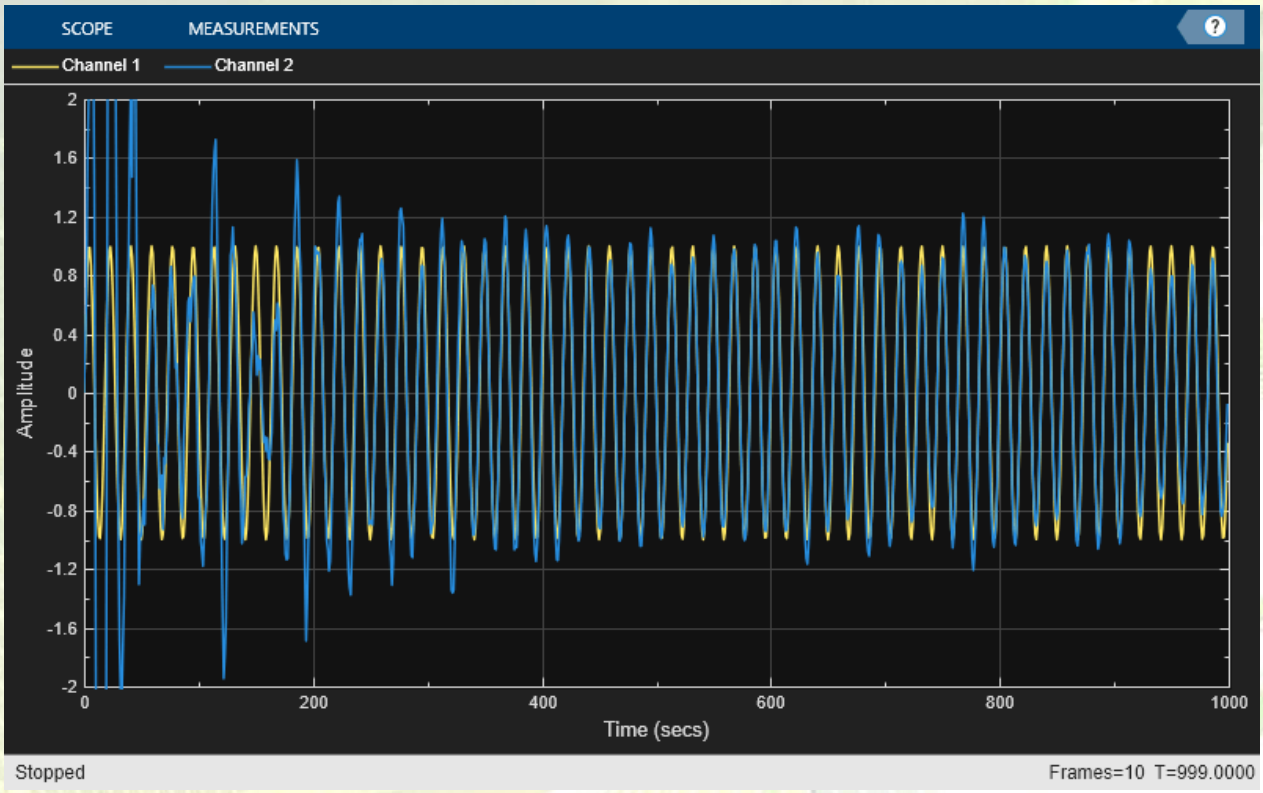


1-rasm. Tadqiqot ob’ektidan olinadigan informativ (shovqinlardan xoli) akustik signalning vaqt sohasidagi ko‘rinishi.

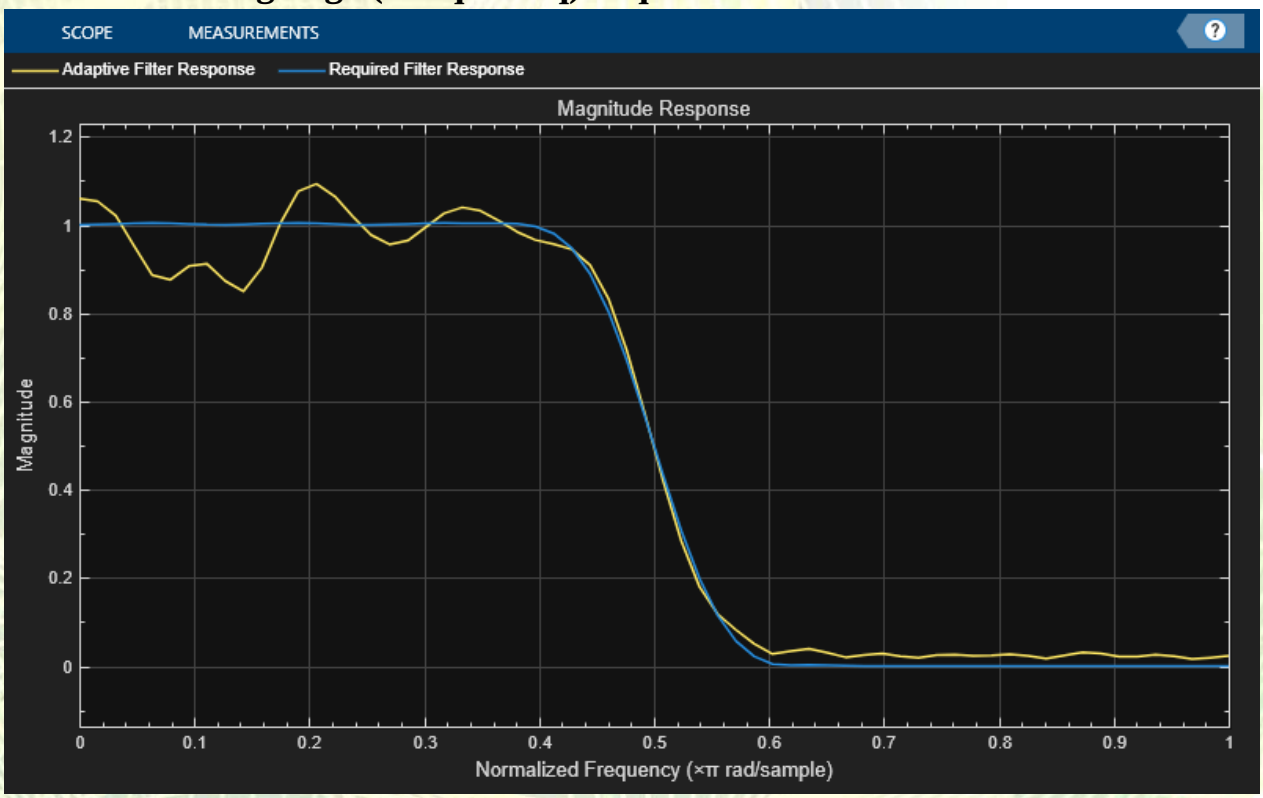


2-rasm. Real ishlab chiqarish sharoitida mikrofon orqali qabul qilingan tashqi texnologik shovqinlar signali.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Adaptiv filtrlash jarayonida chiqish signalining (ko‘k chiziq) informativ signalga (sariq chiziq) vaqt sohasida moslashish dinamikasi.



4-rasm. Adaptiv filtrning amplituda-chastota xarakteristikasi (sariq chiziq) va uning ideal filtr modeliga (ko‘k chiziq) chastota sohasidagi muvofiqligi.

Biroq real signal doim ham shunchalik aniq diapazonda joylashmaydi. Nosozlikning dastlabki bosqichida foydali komponenta juda kuchsiz bo‘lishi,

ISSN 3030-3907

uning chastotasi ish rejimiga qarab siljishi yoki bir nechta foydali komponentalar bir-birining ustiga tushishi mumkin. Shu sababli adaptiv filtrlash usullari amaliyotda alohida ahamiyatga ega.

Spektral ayirish usuli ham ko‘p qo‘llanadigan yondashuvlardan biridir. Bunda shovqinning statistik spektri oldindan yoki signalning nosozlik alomati bo‘lmagan qismlaridan baholanadi, so‘ng u umumiy spektrdan ayirib tashlanadi. Ushbu usul nutq signallarida ham keng qo‘llanadi va akustik diagnostikada ham foydali bo‘lishi mumkin. Ammo spektral ayirishda haddan tashqari agressiv filtratsiya foydali impulslarni ham yo‘qotib yuborishi xavfi bor. Shuning uchun amaliyotda bu usul silliqlash, cheklash va adaptiv baholash bilan birgalikda qo‘llanadi.

3. NATIJALAR VA MUHOKAMA. Akustik diagnostika amaliyotida eng katta xatolardan biri signalni sof matematik obyekt sifatida ko‘rib, mexanizmning fizik tabiatini e’tibordan chetda qoldirishdir. Aslida esa foydali belgi qaysi nuqta chastotada paydo bo‘lishi, nima sababdan modulyatsiyalanishi va nega aynan ma’lum vaqt oralig‘ida kuchayishi mexanizmning tuzilishi va kinematikasi bilan chambarchas bog‘liq. Shuning uchun samarali algoritm yaratishda konstruktsion parametrlar, aylanish tezligi, yuklanish diapazoni va sensor joylashuvini bilish juda muhim.

Ikkinchi muhim masala — umumlashtirish qobiliyati. Laboratoriyada olingan toza signallarda yaxshi ishlagan algoritm real sex sharoitida kutilgan natijani bermasligi mumkin. Sababi, amaliy muhitda harorat, fon shovqini, mikrofon masofasi, uskunalar joylashuvi va ish rejimi doimiy emas. Shu bois modelni qurishda turli sharoitlarda yig‘ilgan ma’lumotlar bilan o‘qitish, domenlararo barqaror belgilardan foydalanish va imkon qadar fizik ma’nosi aniq bo‘lgan ko‘rsatkichlarga tayanish tavsiya etiladi.

Yana bir muhim jihat shundaki, akustik va vibratsion monitoringni qarama-qarshi qo‘yish to‘g‘ri emas. Ko‘plab holatlarda ular bir-birini to‘ldiradi. Vibratsiya datchiklari konstruktsiyaga bevosita o‘rnatilib, lokal mexanik holat haqida aniqroq ma’lumot berishi mumkin; mikrofonlar esa kontaktsiz monitoringni, xavfsiz masofadan o‘lchashni va ayrim erta akustik alomatlarni qayd etishni ta’minlaydi. Demak, eng istiqbolli yondashuvlardan diagnostika bo‘lib, bunda akustik signal asosiy yoki yordamchi kanal sifatida qo‘llanadi.

4.XULOSA. Mazkur maqolada aylanuvchi mexanizmlardan olinadigan akustik signallardagi shovqinni kamaytirish tizimli ravishda tahlil qilindi. Ko‘rib chiqilgan yondashuvlar shuni ko‘rsatadiki, real ishlab chiqarish sharoitida foydali signal va shovqinni oddiy tarzda ajratish ko‘pincha mumkin emas. Shu sababli

ISSN 3030-3907

filtrlash, adaptiv kompensatsiya, spektral ayirish, dekompozitsiya usullari va vaqt–chastota tahlili bir-birini to‘ldiruvchi vositalar sifatida qaralishi kerak.

Vaqt, chastota va vaqt–chastota domenlaridan olingan xususiyatlarni birgalikda qo‘llash, aylanuvchi mexanizmlarning sog‘lom va nosoz holatlarini ishonchli farqlash imkonini oshiradi. Ayniqsa podshipnik va tishli uzatmalardagi erta nuqsonlarni aniqlashda impulsli hamda modulyatsiyalangan belgilar muhim ahamiyat kasb etadi.

Kelgusida ushbu yo‘nalishda real vaqt rejimida ishlovchi aqlli diagnostika tizimlarini yaratish, akustik signallarni sensor ma’lumotlari bilan birlashtirish, shovqinli sanoat muhitlari uchun barqaror chuqur o‘rganish modellari ishlab chiqish hamda ma’lumot yetishmovchiligi sharoitida transfer learning usullarini tatbiq etish istiqbolli yo‘nalishlar sirasiga kiradi. Shu ma’noda akustik signalni qayta ishlash nafaqat diagnostika vositasi, balki prognozli texnik xizmat ko‘rsatish tizimlarining muhim tarkibiy qismi sifatida qaralishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Randall R. B. Vibration-based Condition Monitoring. John Wiley & Sons.
2. Antoni J. Cyclostationarity by examples. Mechanical Systems and Signal Processing.
3. Smith S. W. The Scientist and Engineer’s Guide to Digital Signal Processing.
4. Mallat S. A Wavelet Tour of Signal Processing.
5. Oppenheim A. V., Schafer R. W. Discrete-Time Signal Processing.
6. Lei Y., Lin J., He Z., Zuo M. J. Condition monitoring and fault diagnosis of rotating machinery.
7. Widrow B., Stearns S. D. Adaptive Signal Processing.
8. Cohen L. Time-Frequency Analysis.
9. Yang W., Tavner P., Wilkinson M. Condition monitoring and fault diagnosis of rotating electrical machines.
10. Boylestad R. va boshqalar. Signal processing hamda instrumentation bo‘yicha amaliy qo‘llanmalar.

ISSN 3030-3907

AXBOROT XAVFSIZLIGIDA NMAP VOSITASIDAN SAMARALI FOYDALANISH USULLARI

Maxmatqulov Tuychi Oqil o‘g‘li
“Mirzo Ulug‘bek” nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti magistranti
E-mail: tuychimaxmatqulov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada komputer tarmog‘i xavfsizligi tahlil jarayonida Nmap vositasidan foydalanish usullari ko‘riladi. Tadqiqotda tarmoqdagi ishlab turgan qurilmalarni topish, ochiq portlarni topish, xizmatlarning versiyalarini hamda operatsion tizim(OS)ni aniqlash imkoniyatlari ko‘riladi. Nmap vositasining komputer tarmog‘i xavfsizligidagi muhimligi yoritilib, uni samarali qo‘llash usullari sinab ko‘riladi. Ushbu jarayon Ubuntu(Linux) muhitida amalda sinalgan tarmoq skaner qilish tajribalariga asoslanadi.

Kalit so‘zlar: axborot xavfsizligi, Nmap, port skanerlash, komputer tarmog‘i , kiberxavfsizlik.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы использования инструмента Nmap для анализа сетевой инфраструктуры в процессе обеспечения информационной безопасности. В исследовании анализируются возможности обнаружения активных узлов сети, сканирования открытых портов, определения версий сервисов и операционных систем. Освещается практическое значение Nmap при оценке уровня безопасности сети и описываются эффективные методы его применения. Исследование основано на экспериментах по сканированию сети в среде Ubuntu.

Ключевые слова: информационная безопасность, Nmap, сканирование портов, анализ сети, кибербезопасность.

Abstract. This article examines the use of the Nmap tool for analyzing network infrastructure in the context of information security. The study analyzes methods for detecting active hosts, scanning open ports, identifying service versions, and determining operating systems. The practical importance of Nmap in assessing network security and effective approaches to its use are discussed. The research is based on network scanning experiments conducted in an Ubuntu environment.

Keywords: information security, Nmap, port scanning, network analysis, cybersecurity.

KIRISH.

Axborot texnologiyalarining tez rivojlanishi va ko‘payishi kompyuter tarmoqlari va internet dunyoda barcha sohalarida o‘zining muhimligini mustahkamlab bormoqda. Tarmoqli tizimlar ko‘p foydalanishi axborot almashinuv jarayonini tezligini oshirdi va turli xil xavfsizlik tahdidlarining ko‘payishiga ham

ISSN 3030-3907

sabab bo‘lmoqda. Shuning uchun axborotlarni xavfsiz saqlash, tarmoqdagi zaif nuqtalarni topish va ularni himoyalash muhim vazifadir. [1]

Axborot xavfsizligini ta’minlash jarayonida tarmoq tekshirish va kuzatib borish muhim ahamiyatga ega. Tarmoqdagi faol qurilmalar, ochiq portlar, ishlayotgan xizmatlar hamda operatsion tizimlar haqida aniq ma’lumot olish tizim administratorlari va axborot xavfsizligi mutaxassislari uchun zarur hisoblanadi. Ushbu ma’lumotlarni aniqlash yordamida tarmoqdagi ehtimoliy xavf manbalari aniqlanadi va xavfsizlik siyosatini samarali shakllantirish imkoniyati yaratiladi. [2]

Tarmoqni tahlil qilish va skanerlash jarayonida keng qo‘llaniladigan vositalardan biri **Nmap (Network Mapper)** hisoblanadi. Nmap bu ochiq manbali tarmoq skaneri bo‘lib, u tarmoqdagi qurilmalarni aniqlash, portlarni skanerlash, xizmatlarni topish hamda operatsion tizimlarni aniqlash imkoniyatini beradi. Bu vosita axborot xavfsizligi mutaxassislari, tizim administratorlari va tarmoq muhandislari tomonidan tarmoq infratuzilmasini tahlil qilish hamda xavfsizlik darajasini baholashda keng qo‘llaniladi. [3]

Nmap vositasining samarasi uning keng ko‘lamli skanerlash usullarini borligi, o‘zgaruvchan konfiguratsiya imkoniyatlari va skriptlar orqali ishlay olish qobiliyatiga ega ekanligi bilan izohlanadi. [4] Ushbu imkoniyatlar orqali axborot xavfsizligi mutaxassisi tarmoq infratuzilmasi haqida batafsil ma’lumotga ega bo‘lishi, ehtimoliy zaifliklarni aniqlashi va xavfsizlikni mustahkamlash bo‘yicha kerakli choralarni ko‘rishi mumkin. [5]

Tadqiqotning obyekti sifatida LAN komputer tarmog‘i va ularning xavfsizlik holati tanlangan bo‘lsa, tadqiqot predmeti sifatida esa tarmoqni tahlil qilish va diagnostika qilish jarayonida Nmap vositasidan foydalanish usullari qaraladi. Tadqiqot jarayonida tarmoqni skanerlash, portlarni aniqlash, xizmatlarni identifikatsiya qilish hamda tizim haqida ma’lumot yig‘ish usullari o‘rganiladi.

METODOLOGIYA.

Bu tadqiqotda ishida komputer tarmog‘ini tahlil qilish hamda uning xavfsizligini baholash davomida Nmap (Network Mapper) vositasidan foydalanish usullari o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida nazariy tahlil, amaliy sinov hamda tarmoq skanerlash usullaridan foydalanildi. Ushbu metodlar yordamida Nmap dasturining tarmoqdagi qurilmalarni aniqlash, ochiq portlarni topish, xizmatlarni identifikatsiya qilish hamda operatsion tizimni aniqlash imkoniyatlari tahlil qilindi.

Tadqiqotning amaliy qismi kichik lokal tarmoq muhitida olib borildi. Sinov jarayonida bir nechta kompyuter qurilmalari va tarmoq xizmatlariga ega bo‘lgan test muhiti tashkil etildi. Tadqiqot muhitida Linux operatsion tizimi o‘rnatilgan kompyuter asosiy tahlil vositasi bo‘lib xizmat qildi. Mazkur tizimda Nmap dasturi

ISSN 3030-3907

o‘rnatilib, tarmoqdagi qurilmalar va xizmatlarni aniqlash uchun har xil skanerlash usullari qo‘llanildi.

Tadqiqot davomida Nmap dasturining bir nechta asosiy funksiyalaridan foydalanildi. Jumladan, tarmoqdagi faol qurilmalarni aniqlash uchun host discovery usuli qo‘llanildi. Ushbu usul orqali tarmoq segmentida faol holatda ishlayotgan qurilmalar aniqlanib, ularning IP manzillari ro‘yxati shakllantirildi. Shundan so‘ng aniqlangan qurilmalarda ochiq portlarni aniqlash maqsadida port skanerlash usullari amalga oshirildi.

Portlarni aniqlash davomida turli xil skanerlash metodlari qo‘llanildi. Jumladan, TCP SYN skanerlash, TCP Connect skanerlash hamda UDP port skanerlash usullari orqali tarmoq xizmatlari tekshirildi. Ushbu metodlar yordamida tarmoqdagi xizmatlarning holati, ochiq yoki yopiq portlar hamda filtrlangan portlar aniqlanib, ularning xavfsizlik nuqtai nazaridan bahosi berildi.

Tarmoqdagi xizmatlarni yanayam chuqurroq tahlil qilish uchun Nmap dasturining service version detection funksiyasidan foydalanildi. Ushbu funksiya yordamida ochiq portlarda ishlayotgan xizmatlarning turi hamda versiyasi aniqlanib, potensial zaifliklar mavjudligini baholash imkoniyati yaratildi. Shuningdek, operatsion tizimni aniqlash maqsadida OS detection funksiyasi ham qo‘llanildi. Bu usul orqali tarmoqdagi qurilmalarning operatsion tizimi haqida taxminiy ma’lumotlar olindi.

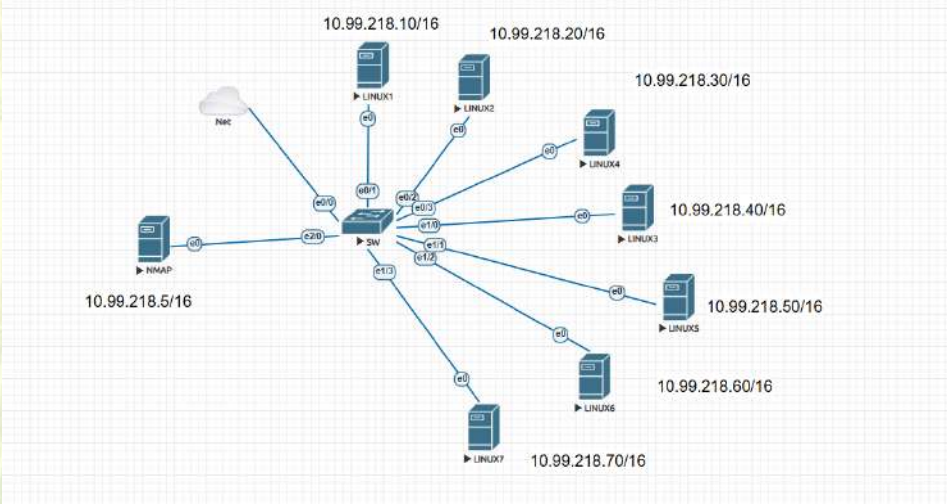
Olingan natijalar tahlil qilinib, tarmoqdagi qurilmalar, ochiq portlar, xizmatlar va ularning xavfsizlik holati haqida umumiy xulosalar chiqarildi. Tadqiqot natijalari Nmap vositasidan foydalanish orqali tarmoq infratuzilmasini samarali tahlil qilish hamda axborot xavfsizligini mustahkamlash mumkinligini ko‘rsatdi. Mazkur metodologiya tarmoq administratorlari hamda axborot xavfsizligi mutaxassislari uchun tarmoqni monitoring qilish va potensial tahdidlarni aniqlashda amaliy ahamiyatga ega.

RESULTS.

ISSN 3030-3907

1. LAN topologiya
2. ip/tarmoq oralig'i tanlash
3. faol qurilmalarni aniqlash
4. Portni skanerlash
5. OSni aniqlash
6. Xizmat va versiyalarni aniqlash
7. Skanerlash natijalari formati

Natijalarni olish ketma-ketligi



1-rasm. Nmap yordamida tarmoq skanerlash uchun yaratilgan laboratoriya topologiyasi

Laboratoriya topologiyasi bir nechta Linux serverlardan iborat bo‘lib, har bir host alohida IP manzilga ega. Nmap o‘rnatilgan tizim ushbu hostlarga nisbatan tarmoq skanerlashni amalga oshiradi.

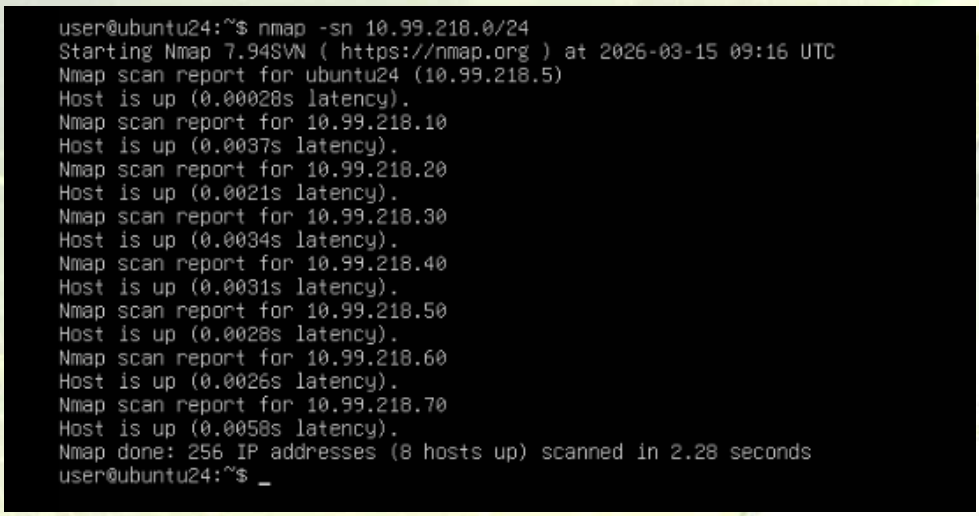
Host discovery natijalari

Tarmoqdagi faol qurilmalarni aniqlash uchun Nmap vositasining host discovery funksiyasidan foydalanildi.

Buyruq:nmap -sn 10.99.218.0/24

Natijada 10.99.218.0/24 tarmoq segmentida jami 8 ta faol host aniqlangan. Skanerlash jarayonida har bir host uchun tarmoq kechikish vaqti (latency) ham qayd etildi. Bu ko‘rsatkich tarmoqdagi qurilmalar bilan aloqa tezligini baholash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

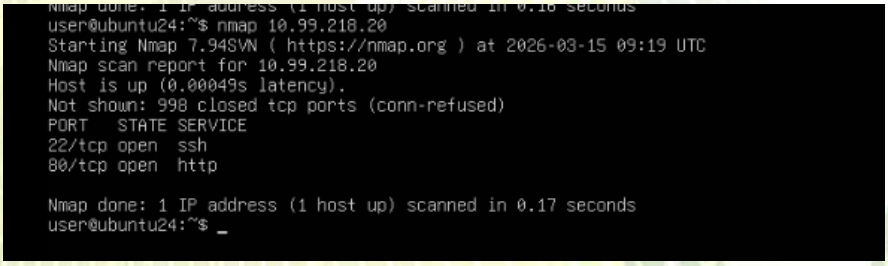


2-rasm. Nmap yordamida tarmoqdagi faol hostlarni aniqlash natijasi

Olingan natijalar tarmoq segmentida faol qurilmalarni tezkor aniqlashda Nmap vositasi samarali ishlashini ko‘rsatdi.

Port scanning natijalari

Keyingi bosqichda aniqlangan hostlarda ochiq portlarni aniqlash uchun port skanerlash amalga oshirildi.



3-rasm. 10.99.218.20 hostida port skanerlash natijasi

Mazkur hostda ikki xil xizmat faol ekanligi aniqlandi:

22-port — SSH

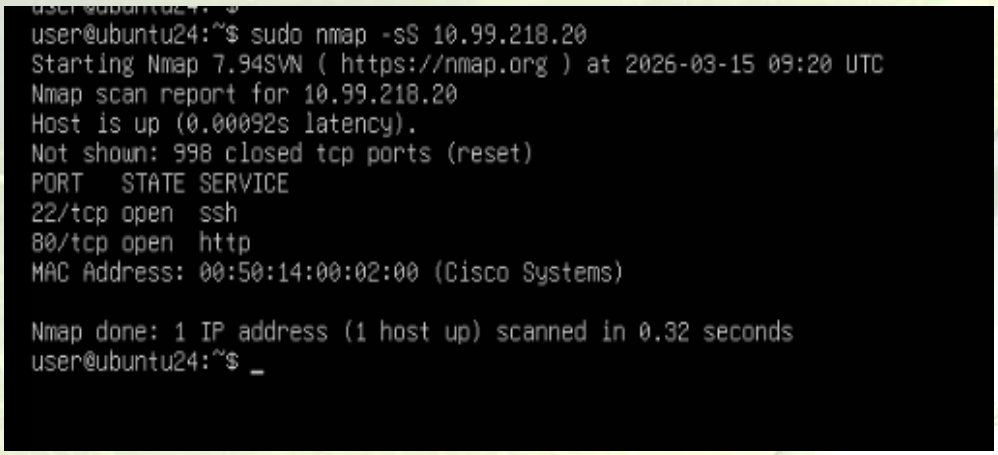
80-port — HTTP

Bu hostda veb server xizmati ishlayotganligini ko‘rsatadi.

SYN scanning natijalari

Tarmoqni yanada chuqurroq tahlil qilish uchun TCP SYN scanning usuli qo‘llanildi.

ISSN 3030-3907

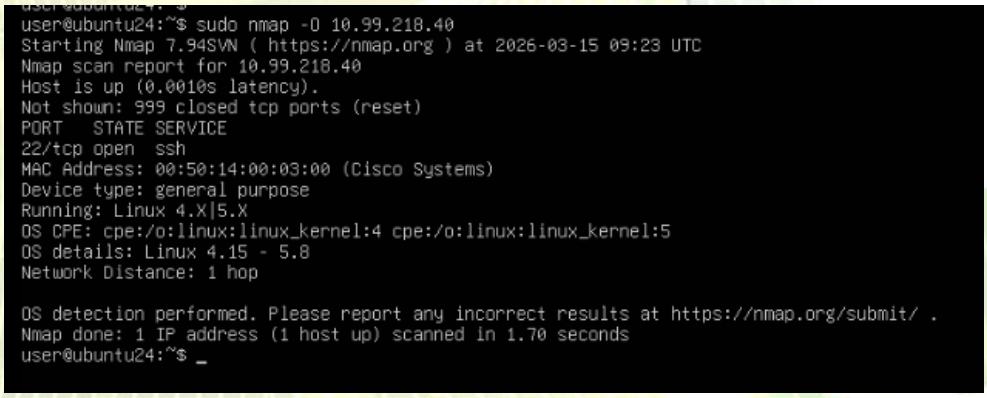


4-rasm. SYN scan yordamida ochiq portlarni aniqlash natijasi

Mazkur usul orqali portlarni tez va nisbatan yashirin tarzda aniqlash mumkinligi kuzatildi. SYN scan yordamida ham 10.99.218.20 hostida 22 va 80 portlar ochiq ekanligi tasdiqlandi.

Operatsion tizimni aniqlash

Nmap vositasi yordamida tarmoqdagi qurilmalarning operatsion tizimi ham aniqlanishi mumkin.



5-rasm. Nmap yordamida operatsion tizimni aniqlash natijasi

Natijalarga ko‘ra tarmoqdagi hostlarda Linux operatsion tizimi ishlayotganligi aniqlangan. Shuningdek, tizim yadrosi versiyasi Linux 4.15 – 5.8 oralig‘ida ekanligi taxmin qilingan.

Service detection natijalari

Nmap dasturining -sV parametri yordamida xizmatlarning aniq versiyalari aniqlanadi.

ISSN 3030-3907

```
user@ubuntu24:~$ sudo nmap -sV 10.99.218.20
Starting Nmap 7.94SVN ( https://nmap.org ) at 2026-03-15 09:21 UTC
Nmap scan report for 10.99.218.20
Host is up (0.0023s latency).
Not shown: 998 closed tcp ports (reset)
PORT   STATE SERVICE VERSION
22/tcp open  ssh     OpenSSH 9.6p1 Ubuntu 3ubuntu13.15 (Ubuntu Linux; protocol 2.0)
80/tcp open  http    nginx 1.24.0 (Ubuntu)
MAC Address: 00:50:14:00:02:00 (Cisco Systems)
Service Info: OS: Linux; CPE: cpe:/o:linux:linux_kernel

Service detection performed. Please report any incorrect results at https://nmap.org/submit/ .
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 6.71 seconds
user@ubuntu24:~$ _
```

6-rasm. Xizmatlar versiyasini aniqlash natijasi

Natijalarga ko‘ra:SSH xizmati — OpenSSH 9.6p1 va HTTP xizmati — nginx 1.24.0 versiyalari ishlayotganligi aniqlangan.

Natijalarni saqlash

Nmap vositasi yordamida olingan skanerlash natijalari XML formatida ham saqlanishi mumkin.

```
 GNU nano 7.2                                scan_results.xml
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<!DOCTYPE nmaprun>
<?xml-stylesheet href="file:///usr/bin/../share/nmap/nmap.xsl" type="text/xsl"?>
<!-- Nmap 7.94SVN scan initiated Sun Mar 15 09:37:04 2026 as: nmap -A -oX scan_results.xml 10.99.218.0/24 -->
<nmaprun scanner="nmap" args="nmap -A -oX scan_results.xml 10.99.218.0/24" start="1773567424" startstr="Sun Mar 15 09:37:04 202
<scaninfo type="connect" protocol="tcp" numservices="1000" services="1,3-4,6-7,9,13,17,19-26,30,32-33,37,42-43,49,53,70,79-85,8
<verbose level="0"/>
<debugging level="0"/>
<host><status state="up" reason="unknown-response" reason_ttl="0"/>
<address addr="10.99.218.5" addrtype="ipv4"/>
<hostnames>
</hostnames>
</host>
<host><status state="up" reason="unknown-response" reason_ttl="0"/>
<address addr="10.99.218.10" addrtype="ipv4"/>
<hostnames>
</hostnames>
</host>
<host><status state="up" reason="unknown-response" reason_ttl="0"/>
<address addr="10.99.218.30" addrtype="ipv4"/>
<hostnames>
</hostnames>
</host>
<host><status state="up" reason="unknown-response" reason_ttl="0"/>
<address addr="10.99.218.20" addrtype="ipv4"/>
<hostnames>
</hostnames>
</host>
<host><status state="up" reason="unknown-response" reason_ttl="0"/>
<address addr="10.99.218.40" addrtype="ipv4"/>
<hostnames>
</hostnames>
</host>
<host><status state="up" reason="unknown-response" reason_ttl="0"/>
<address addr="10.99.218.70" addrtype="ipv4"/>
<hostnames>
</hostnames>
</host>
<host><status state="up" reason="unknown-response" reason_ttl="0"/>
<address addr="10.99.218.50" addrtype="ipv4"/>
```

7-rasm. Nmap skanerlash natijalarini XML formatda saqlash

Bu format keyinchalik avtomatlashtirilgan tahlil vositalarida foydalanish uchun qulay hisoblanadi.

DISCUSSION (MUHOKAMA)

Ushbu ishdada Nmap vositasidan foydalanib laboratoriya tarmog‘ining xavfsizlik holati o‘rganildi. O‘tkazilgan skanerlash natijalariga ko‘ra, tarmoqdagi 10.99.218.0/24 ip diapazonida bir nechta faol hostlar aniqlangan. Host discovery natijalari komputer tarmog‘ida sakkizta faol qurilma borligini aniqladi. Bu Nmap vositasining tarmoq qurilmalarini aniqlash jarayonida tezkor va samarali ekanligini isbotlaydi.

ISSN 3030-3907

Portni skaner qilish davomidaida topilgan natijalar tarmoqdagi xizmatlarning qanday konfiguratsiya qilinganligi haqida muhim ma’lumotlar berdi. Masalan, 10.99.218.10 hostida faqat 22-port (SSH) ochiq ekanligi aniqlangan bo‘lsa, 10.99.218.20 hostida esa 22-port (SSH) va 80-port (HTTP) portlar ochiq ekanligi kuzatildi. Bu holat tarmoqdagi hostning amaliy vazifalari har xil ekanligini bildirdi. SSH xizmati masofadan ulanib so‘ngra boshqarish uchun ishlatilsa, HTTP xizmati esa veb server faoliyatini qo‘llab quvvatlash uchun ishlatiladi.

Service detection natijalari ham tarmoqni ko‘proq o‘rganish imkonini yaratdi. Nmap vositasining -sV qo‘shimcha optioni bilan 10.99.218.20 hostida ishlayotgan xizmatlarning versiyalari aniqlanib, OpenSSH 9.6p1 hamda nginx 1.24.0 server xizmatlari mavjudligi aniqlandi. Xizmat versiyalarini aniqlash axborot xavfsizligi jihatidan muhim topilmadir, chunki ko‘plab kiberhujumlar aynan eski yoki zaif versiyadagi dasturiy xizmatlardan foydalanish orqali amalga oshiriladi. [6]

Operatsion tizimni aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan skanerlash natijalari ham muhim ma’lumotlarni taqdim etdi. 10.99.218.40 hostida o‘tkazilgan OS detection bilan ushbu tizimda Linux operatsion tizimi ishlayotganligi aniqlandi. Shu bilan birga tizim yadrosi versiyasi Linux 4.15–5.8 oralig‘ida ekanligi taxmin qilingan. Bu ma’lumotlar tarmoq muhitining umumiy konfiguratsiyasini tushunish hamda xavfsizlik strategiyasini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

SYN scandan foydalanib olingan natijalar port skaner qilishning yanada samarali amalga oshirilishini ko‘rsatdi. [7] SYN scanning ayniqsa katta tarmoqlarni tahlil qilish jarayonida samarali hisoblanadi. Ushbu usul tarmoqdagi ochiq portlarni tez aniqlash imkonini beradi va tarmoqdagi xizmatlar haqida aniq ma’lumot olishga yordam beradi.

Shu bilan bir qatorda, tadqiqot natijalari Nmap vositasi yordamida olingan skanerlash ma’lumotlarini turli formatlarda saqlash mumkinligini ham ko‘rsatdi. XML formatida saqlangan natijalar keyinchalik boshqa tahlil vositalari yordamida qayta ko‘rib chiqilishi yoki kuzatuvlarni avtomatlashtirishda qo‘llanishi mumkin. [8]

XULOSA.

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, Nmap vositasi tarmoq infratuzilmasini tahlil qilish va axborot xavfsizligini ta’minlashda samarali va qulay vositalardan biri hisoblanadi. Uning yordamida tarmoqdagi faol qurilmalarni aniqlash, ochiq portlar va xizmatlar holatini baholash hamda potensial zaifliklarni o‘z vaqtida aniqlash mumkin.

Tadqiqot davomida olingan natijalar asosida Nmap’dan to‘g‘ri va ehtiyotkorlik bilan foydalanish tarmoq xavfsizligini oshirish, tizimlarni monitoring

ISSN 3030-3907

qilish va kiberxavfsizlik tahdidlarini kamaytirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. R. A, 3.Advanced network scanning //American Journal of Engineering Research (AJER). – 2016. – T. 5. – №. 6. – C. 38-42..
2. R. S. Jetty S., Securing network infrastructure: discover practical network security with Nmap and Nessus 7. – Packt Publishing Ltd, 2019..
3. P. B. Orebaugh A., Pinkard B. Nmap in the enterprise: your guide to network scanning. – Elsevier, 2011..
4. C. P, Nmap Network Exploration and Security Auditing Cookbook: Network discovery and security scanning at your fingertips. – Packt Publishing Ltd, 2021
5. L. R, “Nmap network scan performance optimisation //fourth international conference on signal processing and computer science (SPCS 2023). – SPIE, 2023. – T. 12970. – C.”.
6. C. A. S., 6.Practical Network Scanning: Capture network vulnerabilities using standard tools such as Nmap and Nessus. – Packt Publishing Ltd, 2018..
7. M. Shah, “Penetration testing active reconnaissance phase–optimized port scanning with nmap tool //2019 2nd International Conference on Computing, Mathematics and Engineering Technologies (iCoMET). – IEEE, 2019. – C.”.
8. J. S, 5.Network scanning cookbook: Practical network security using Nmap and Nessus 7. – Packt Publishing Ltd, 2018..

ISSN 3030-3907

MEDICINAL PROPERTIES AND MEDICAL SIGNIFICANCE OF BLACK SEDANA (NIGELLA SATIVA L.)

Ostonova Gulnoza Rashidovna
Teacher of Asia International University
Email: ostonovagulnozarashidovna@oxu.uz

Annotatsiya. Qora sedana (Nigella sativa L.) qadimdan xalq tabobatida keng qo‘llanilgan dorivor o‘simliklardan biridir. Uning urug‘i va yog‘i biologik faol moddalarga, ayniqsa, muhim farmakologik ahamiyatga ega bo‘lgan timokinon, nigellon, alkaloidlar, flavonoidlar va yog‘ kislotalariga boy. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, qora kunjut antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, mikroblarga qarshi, immunomodulyator, gipoglikemik va gepatoprotektiv xususiyatlarga ega. Maqolada qora sedanani tibbiyot va farmatsevtika sohasida ilmiy asosda qo‘llash istiqbollari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Nigella sativa, timoquinon, fitoterapiya, antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, xalq tabobati, farmakologiya.

Abstract. Black cedar (Nigella sativa L.) is one of the medicinal plants widely used in folk medicine since ancient times. Its seeds and oil are rich in biologically active substances, especially thymoquinone, nigellon, alkaloids, flavonoids and fatty acids, which have important pharmacological value. The results of the study show that black sesame has antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, immunomodulatory, hypoglycemic and hepatoprotective properties. The article sheds light on the prospects of using black sedana in the field of medicine and pharmacy on a scientific basis.

Keywords: Nigella sativa, thymoquinone, phytotherapy, antioxidant, anti-inflammatory, folk medicine, pharmacology.

Аннотация. Черный седан (Nigella sativa L.) – одно из лекарственных растений, широко применяемых в народной медицине с древних времен. Его семена и масло богаты биологически активными веществами, особенно тимохиноном, нигеллоном, алкалоидами, флавоноидами и жирными кислотами, имеющими важное фармакологическое значение. Результаты исследований показывают, что черный кунжут обладает антиоксидантными, противовоспалительными, антимикробными, иммуномодулирующими, гипогликемическими и гепатопротекторными свойствами. В статье описаны перспективы использования кедра черного на научной основе в сфере медицины и фармацевтики.

Ключевые слова: чернушка посевная, тимохинон, фитотерапия, антиоксидант, противовоспалительное средство, народная медицина, фармакология.

ISSN 3030-3907

1.INTRODUCTION.

In ancient times, in particular, in Indian medicine and Babylonian beauty traditions, black cedar was included in various elixirs and cosmetics to promote health and preserve youth. Even today, it is valued for its useful properties.

Medicinal plants play an important role in the development of modern pharmacology and clinical medicine. According to the World Health Organization, a large part of the world's population uses herbal medicines for treatment. Among them, the black sedan is of particular importance.

Black sedum (Nigella sativa) is an annual plant belonging to the Ranunculaceae family, widely distributed in the Mediterranean region, South-West Asia and North Africa. Historical sources mention that it was used in ancient Egypt, Greece and Eastern medicine. In particular, Ibn Sina in his Al-Qanun fi't-tibb described black cedar as a general energy booster and a cure for many diseases.

In recent decades, scientific interest in black cedar has increased, and the bioactive substances contained in it have been studied in depth. In particular, thymoquinone is of great importance pharmacologically.

The quality and appearance of sedana also depends on the region in which it is grown. Its outer shell is black, and the core can be light orange to brown in color. Unrefined black sesame is especially useful due to its richness in vitamins and trace elements.

The purpose of this article is to systematically study the medicinal properties of black cedar based on scientific sources and evaluate its place in modern medicine.

2. METHODS (Materials and methods)

This scientific work was carried out by the method of analytical and systematic review. Black sedana seed

Black sedan oil

Extracts (alcoholic and aqueous)

3. RESULTS

3.1. Chemical composition

Black sesame seeds consist of the following main substances:

Thymoquinone is the main bioactive substance

Nigellon

Alkaloids (nigellidin, nigelicin)

Flavonoids

Saponins

Fatty acids (linoleic, oleic acid)

Vitamins (Vitamin E)

ISSN 3030-3907

Minerals (Fe, Zn, Ca)

Thymoquinone has been identified as a powerful antioxidant and anti-inflammatory substance.

3.2. Benefits of black sedan

Sedana is used as a treatment for nervous system diseases, internal wounds, worms, painful and abnormal menstrual cycle in women, cancer diseases, respiratory tract diseases, nausea and vomiting, kidney and liver diseases, headache and toothache, colds, eye diseases, heart and stomach diseases. To strengthen the body, consume 1 teaspoon of black celery (daily amount, it is not recommended to increase it) after meals. Celery oil also increases breast milk.

Black seed oil improves hair growth and prevents premature graying of hair.

Useful features:

It has a destructive effect against microbes, viruses and various fungal (fungal) viruses. Lowers blood sugar. Facilitates digestion. It cleanses the body of toxins. Helps heal wounds and regenerate cells. Useful for allergic diseases. Strengthens the immune system. Improves the hormonal system and mood. It is recommended for nervous and skin diseases, asthma and allergies in children.

How to use: In order to prevent diseases, in the morning and in the evening, on an empty stomach, 15-20 minutes before eating, you should eat 1 teaspoon of freshly ground celery. It should be consumed within 6 months.

Medicinal recipes that can be prepared at home from black cedar:

- To prepare medicinal tincture of black sedana seeds, pour a teaspoon of crushed seeds into a small teapot, pour a glass of boiling water over it, close the lid, wait 15 minutes, and then slowly drink it warm.

- In most cases, for the treatment of chronic diseases of the gastrointestinal tract, such as cholecystitis, enterocolitis, enteritis, hepatitis, pancreatitis, it is possible to drink 1 cup (150 ml) of tincture 2-3 times a day. If you follow the recommended dosage and frequency of reception, side effects are not observed. In case of an overdose, the tincture can cause irritation of the mucous membrane of the stomach and intestines, which is observed in the form of pain that appears immediately after taking the drug. In this case, reduce the dose or completely stop drinking the tincture.

- If you have a cold with a runny nose, roast and grind black sesame seeds, add a little vegetable oil and keep in a warm place for 24 hours. Put 3-4 drops in each nostril.

- For chest pain, cough and runny nose, add 1 tablespoon of black cumin seeds to boiling water and cover your head with a blanket.

ISSN 3030-3907

- For insomnia, mix 1 teaspoon of ground black seeds with honey or tea and drink before dinner.

For high blood pressure: 1 teaspoon is crushed together with sesame seeds and unroasted sesame, 15-20 minutes before meals, on an empty stomach. Treatment should last 6 months.

Cedar tea: Add 1 teaspoon of freshly ground cedar to a glass of boiling water, then cover and let it steep for 10 minutes. Then it is filtered and drunk. You can drink 2-3 cups a day.

Asthma and cough: Massage the chest with a mixture of sedana oil and olive oil. ¼ of the amount is held under the tongue.

Diarrhea: mix 1 teaspoon of sesame oil with a cup of yogurt. This mixture is consumed 2 times a day for 3 days.

Headache: 1 tablespoon of crushed black sesame, 1 tablespoon of crushed anise, 1 tablespoon of crushed peppercorns (cloves) 1 teaspoon before meals. The mixture is held in the mouth until it is easy to swallow. Do not consume with water! Rheumatism: Sedana oil mixed with a small amount of olive is heated, and the painful area is massaged with this mixture.

For skin diseases: mix 1.5 teaspoons of sesame oil with 1 tablespoon of olive oil. The resulting mixture is applied to the face and left on the skin for 1 hour. Then it is washed off.

Dizziness: It is recommended to drink sedana tea. It is also applied under the face and behind the neck.

For earaches: For earaches and infectious diseases, black seed oil is instilled into the ears.

During labor: To relieve labor pains, it is recommended to heat the sedana and then drink it with honey.

Cancer patients: Cedar oil is applied to the affected area. Drink 1 teaspoon of sesame oil and 1 glass of freshly squeezed carrot juice (swish before drinking) 3 times a day. Drink this drink for 3 months.

To improve memory: Boil peppermint and then mix it with honey and 7 drops of sedana oil. Drink hot whenever you want. Also, reduce tea and coffee consumption.

Anti-laziness: It is recommended to consume 10 drops of sedana oil with a glass of orange juice. A mixture of sedana crushed and mixed with honey helps dissolve kidney and gall bladder stones.

Black seed improves hair growth and prevents premature graying.

Black sesame is characterized by a high calcium content - 100 grams of the product contains almost 1000 mg of calcium, which is close to the daily

ISSN 3030-3907

requirement. Also, the zinc in it helps the bones to be strong. Sedana contains many antioxidants, which help to reduce the amount of "bad" cholesterol. Magnesium plays an important role in maintaining normal blood pressure.

Vitamin E contained in the product helps to maintain skin tension and elasticity. Therefore, it is recommended to massage with cedar oil. The beneficial fatty acids in it improve intestinal function. Antioxidants strengthen immunity, and fiber protects the liver and helps remove harmful substances from the body.

It has been found to lower blood glucose levels in type 2 diabetes.

Protects liver cells from toxic damage.

Reduces inflammation in bronchial asthma and allergic rhinitis.

Helps control blood sugar.

Lowers cholesterol levels.

Some studies have shown that it inhibits the proliferation of cancer cells.

Effect on mood and nervous system

The combination of calcium and magnesium has a positive effect on reducing nervousness and stress. Tryptophan and thiamine substances help the body to produce serotonin, the "hormone of happiness".

Benefits for women

Sedana contains important substances such as calcium, iron, B group vitamins, zinc, phosphorus, magnesium and selenium. Therefore, it is recommended to use it especially for women who are new mothers. It is also useful during menopause. The phytoestrogens in the composition partially replace the estrogen hormone in women and help to slow down the premature aging process.

In Eastern medicine, it is noted that black sedana improves hearing and vision, strengthens memory, and even helps prevent graying of hair. In an experiment conducted in Japan, white-haired participants consumed two spoons of black sesame every day for two months, and over time, it was observed that the hair color began to darken.

Benefits for men

Zinc and copper contained in sedana are important for men's health. These trace elements improve blood circulation. Also, vitamins A and E have a beneficial effect on the body.

How much should be consumed?

Eating 2-3 teaspoons of black sesame a day is considered sufficient.

Sedan oil

Sedana oil is widely used not only in cooking, but also in cosmetology. It has moisturizing and antioxidant properties and is effective in skin care. Therefore, it is used in the production of various cosmetics and soaps.

ISSN 3030-3907

Who is not recommended?

Pregnant women and people who have had organ transplants (liver, kidneys, heart) are prohibited from consuming black celery and celery oil, when it is consumed, the body's immunity increases, which can lead to alienation of surgically placed foreign organs. People with kidney and bladder problems are advised to eat foods containing celery with caution. Since there are about 560 kcal in 100 grams of the product, those who are on a diet should also keep the norm.

Method of consumption

Adults: 1 teaspoon 2 times a day, morning and evening after meals, with any warm drink. Children: half a teaspoon 2 times a day, after meals, with any warm drink.

One may wonder whether it is necessary to consume sedana itself for treatment or its oil is better. Sedana oil is currently extracted from two types of sedana, Saudi and Ethiopian sedana. Both types of sedans are equally useful.

It is necessary to choose real and pure sedana oil. There are cases where some unscrupulous sellers chase the convenient and dirty profit chain and sell black seed oil with cheap cotton or pistachio oil. Therefore, when buying it, it is necessary to pay attention to the fact that it is obtained from a reliable seller, that it is made in a factory, not artificially, and that it is packed and, most importantly, that it is pressed cold (not heated). Only in this case, it is possible to be sure that sedan oil retains its beneficial properties.

How to store?

Black sedan can be stored in a dark and cool place in an airtight container for up to three months. If you want to preserve its quality for half a year, it is advisable to store it in the refrigerator.

4. DISCUSSION.

Analyzes show that black sedana is a universal medicinal plant with versatile pharmacological properties. Its main bioactive component, thymoquinone, has a wide range of biological effects.

Modern scientific research confirms many features that have been used in folk medicine. In particular, it is considered as a promising tool for diabetes, inflammatory diseases and immune system disorders.

At the same time, large-scale clinical studies are still not enough. Dosing, standardization, and long-term safety issues need to be thoroughly investigated.

CONCLUSION.

Black sedana (Nigella sativa L.) is a medicinal plant rich in biologically active substances, with versatile pharmacological effects. It has antioxidant, anti-

ISSN 3030-3907

inflammatory, antimicrobial, hypoglycemic and immunomodulatory properties. It has great prospects as an additional and auxiliary treatment in modern medicine.

REFERENCES USED

1. Ahmed A., Husain A., Mujeeb M., et al. A review on therapeutic potential of Nigella sativa: A miracle herb. Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine. 2013;3(5):337–352.
2. Gali-Muhtasib H., Roessner A., Schneider-Stock R. Thymoquinone: A promising anti-cancer drug from natural sources. International Journal of Biochemistry & Cell Biology. 2006;38(8):1249–1253.
3. Woo C.C., Kumar A.P., Sethi G., Tan K.H.B. Thymoquinone: potential cure for inflammatory disorders and cancer. Biochemical Pharmacology. 2012;83(4):443–451.
4. Randhawa MA, Alghamdi MS. Anticancer activity of Nigella sativa (black seed) – A review. American Journal of Chinese Medicine. 2011;39(6):1075–1091.5. Forouzanfar F., Bazzaz B.S.F., Hosseinzadeh H. Black cumin (Nigella sativa) and its constituent (thymoquinone): A review on antimicrobial effects. Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 2014;17(12):929–938.

ISSN 3030-3907

MARGANETS BIOGEN ELEMENTINING ORGANIZIMDAGI AHAMIYATI.

Ne'matova Lola
Samarqand davlat tibbiyot universiteti biotexnologiya, injenering va farmatsiya fakultetini talabasi
Abduxalilova Shoxsanam
Samarqand davlat tibbiyot universiteti biotexnologiya, injenering va farmatsiya fakultetini talabasi
Islomov Lazizbek Bekmurodovich
Samarkand davlat tibbiyot universiteti akademik litseyi
Karjavov Abdixakim Raxmonovich
Samarqand davlat tibbiyot universiteti asistenti,
E-mail: arkarjavov@gmail.com
orcid.org/0000-0002-0156-9608
A uy, Amir Temur ko‘chasi 18-uy, Amir Temur ko‘chasi 18, 140100, Samarqand, Samarqand viloyati

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy tibbiyotning yuqori aniqlikdagi diagnostika va maqsadli terapiya uchun xavfsiz kontrast agentlarga bo‘lgan ehtiyoji tahlil qilinadi. An’anaviy gadoliniy asosidagi MRI kontrast moddalarining toksiklik muammolari fonida, biologik mosligi yuqori bo‘lgan marganets asosidagi nanopartikullar (Mn NPs) istiqbolli muqobil sifatida ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda marganetsning uchta asosiy shakli (MnO, MnS va $MnFe_2O_4$) misolida ularning sintez usullari, MRI dagi T1/T2 kontrast mexanizmlari va dori yetkazib berishdagi roli o‘rganilgan. Tahlil natijalari MnO nanopartikullarining o‘sma to‘qimalarining kislotali muhitida eruvchanligi tufayli pH-ga sezgir "aqlli" T1-kontrast agenti sifatida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi. Shuningdek, $MnFe_2O_4$ zarralarining magnit yo‘naltirilgan dori yetkazish va dual-modal tasvirlash orqali teranostik platformalar yaratishdagi salohiyati yoritilgan. Maqola yakunida Mn nanopartikullarining klinik xavfsizligini baholash va amaliyotga joriy etish istiqbollari bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: marganets nanopartikullari (Mn NPs), MRI, kontrast agentlar, teranostika, maqsadli dori yetkazish, MnO, $MnFe_2O_4$.

Аннотация. В статье рассматривается актуальная потребность современной медицины в безопасных контрастных агентах для высокоточной диагностики и таргетной терапии. На фоне проблем токсичности традиционных МРТ-контрастных веществ на основе гадолиния, наночастицы марганца (Mn NPs) с высокой биосовместимостью рассматриваются как перспективная альтернатива. В работе изучены три основные формы марганца (MnO, MnS и

ISSN 3030-3907

$MnFe_2O_4$), методы их синтеза, механизмы T1/T2-контрастирования в МРТ и их роль в адресной доставке лекарств. Анализ показывает, что наночастицы MnO демонстрируют высокую эффективность в качестве «умных» pH-чувствительных T1-контрастных агентов благодаря их растворимости в кислой среде опухолевых тканей. Также освещен потенциал частиц $MnFe_2O_4$ в создании тераностических платформ за счет магнитно-направленной доставки лекарств и дуальной модальности визуализации. В заключении обсуждаются перспективы оценки токсикологической безопасности и внедрения Mn-наночастиц в клиническую практику.

Ключевые слова: наночастицы марганца (Mn NPs), МРТ, контрастные агенты, тераностика, адресная доставка лекарств, MnO, $MnFe_2O_4$.

Abstract. This article analyzes the necessity of safer and more efficient agents for high-precision diagnostics and targeted therapy in modern medicine. Given the toxicity concerns associated with traditional gadolinium-based MRI contrast agents, biocompatible manganese-based nanoparticles (Mn NPs) are explored as promising alternatives. The study examines three main types of manganese (MnO, MnS, and $MnFe_2O_4$), focusing on their synthesis methods, T1/T2 contrast mechanisms in MRI, and their role in drug delivery. Results indicate that MnO nanoparticles exhibit high efficiency as pH-sensitive "smart" T1-contrast agents due to their solubility in the acidic environment of tumor tissues. Additionally, the potential of $MnFe_2O_4$ particles in developing theranostic platforms through magnetically targeted drug delivery and dual-modal imaging is highlighted. The article concludes by discussing the toxicological safety assessment and optimization of these nanoparticles for future clinical trials.

Keywords: manganese nanoparticles (Mn NPs), MRI, contrast agents, theranostics, targeted drug delivery, MnO, $MnFe_2O_4$.

KIRISH.

Biologik ahamiyati. Marganetsning (Mn) biologik ahamiyati inson va o‘simliklar uchun juda muhim, chunki u organizmda fermentlar faoliyatini rag‘batlantiradi, suyak va biriktiruvchi to‘qimalar rivojlanishiga yordam beradi hamda metabolizmda ishtirok etadi. Inson organizmida yetarli miqdorda bo‘lmasa, kasalliklar kelib chiqishi mumkin, o‘simliklarda esa xloroz (xlorofill yetishmasligi) yuzaga keladi. Marganets (Mn) organizm uchun zarur bo‘lib, ayniqsa suyaklar, nerv tizimi va moddalar almashinuvi uchun muhim. Uning yetishmasligi turli kasalliklarga olib kelishi mumkin, jumladan, asab tizimi buzilishi va rivojlanishda muammolar. Mn organizmda sutkasiga 4 mg dan kam bo‘lmagan miqdorda bo‘lishi kerak va uning tanqisligi kasalliklarga sabab bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Moddalar almashinuvi: Marganets ko‘plab fermentlarning faoliyatini ta'minlashda ishtirok etadi, bu esa oqsillar, yog‘lar va uglevodlar almashinuvi uchun zarurdir. . Uglevodlar, aminokislotalar va xolesterin almashinuvi kabi metabolik jarayonlarda ishtirok etadi.

Suyak va bo‘g‘imlar: (Mn) suyak to‘qimasining rivojlanishi va saqlanib qolishiga yordam beradi, bu esa osteoporoz kabi kasalliklarning oldini olishda yordam beradi. Suyak va biriktiruvchi to‘qimalarning sog‘lom rivojlanishi va saqlanishiga yordam beradi. Marganets suyak va bo‘g‘im to‘qimalari metabolizmini boshqaruvchi, kollagen sintezi hamda osteoblast faolligi uchun zarur bo‘lgan kofaktor hisoblanadi. Ushbu mikroelement antioksidant himoyani ta’minlab, suyak massasini saqlash va osteoartritni oldini olishda muhim rol o‘ynaydi.

Nerv tizimi: (Mn) nerv tizimining to‘g‘ri ishlashiga yordam beradi, bu esa xotira, diqqat va boshqa kognitiv funksiyalarni qo‘llab-quvvatlaydi. Asab tizimining normal ishlashi uchun zarur.

- **Glutamin sintetaza faolligi:** Mn astrotsitlarda glutamatni (asosiy qo‘zg‘atuvchi neyromediator) glutaminga aylantiruvchi fermentning kofaktori hisoblanadi. Bu neyrotoksiklikni oldini olish va miyaning kimyoviy muvozanatini saqlashda hayotiy ahamiyatga ega.
- **Magneziy (Mg) o‘rnini bosish:** So‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, Mn ionlari kalsiy kanallari orqali neyronlarga kirib, sinaptik uzatishni modulyatsiya qila oladi.
- **Mielin qobig‘ini saqlash:** Mn biriktiruvchi to‘qimalar va lipidlar metabolizmida qatnashib, nerv tolalarining izolyatsiyasi (mielinlanishi) uchun zarurdir.
- Neyronal traktografiya: Mn^{2+} ionlari kalsiy kanallari orqali faol neyronlarga kiradi va aksonlar bo‘ylab harakatlanadi. Bu miya ichidagi asab yo‘llarini (traktlarni) "tiriklayin" ko‘rish imkonini beradi.
- Funktsional xaritalash: Gd-asosidagi agentlardan farqli o‘laroq, Mn neyronal faollikka bog‘liq holda to‘planadi, bu esa miya faoliyatini (masalan, xotira yoki sensor jarayonlarni) molekulyar darajada tasvirlashga yordam beradi.

Miyada Mn ning ortiqcha to‘planishi (Manganizm) Parkinson kasalligiga o‘xshash simptomlarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli, zamonaviy tadqiqotlar **Mn-nanopartikullarini (Mn NPs)** "yashirin" yoki "topshiriqli" (targeted) shaklda yetkazishga qaratilgan:

- **pH-sezgir MnO:** Kislotali neyronal muhitda (masalan, insult yoki o‘sma hududida) ionlarga ajralib, faqat kerakli nuqtada kontrast beradi.

ISSN 3030-3907

• **Gematofensafalik to‘siq (BBB):** Mn nanopartikullari dori vositalarini miya to‘sig‘idan o‘tkazishda "transport vositasi" vazifasini o‘taydi.

Enzim faolligi: Marganets ko‘plab fermentlarning, jumladan, oksidativ va antioksidant funksiyalarni bajaradigan fermentlarning faol bo‘lishi uchun zarur.

Reproduktiv salomatlik: Marganets jinsiy a'zolarning normal ishlashi uchun zarur bo‘lib, uning etishmasligi reproduktiv muammolarga olib kelishi mumkin

Immun tizimi: (Mn) immun tizimining faoliyatini yaxshilashda muhim rol o‘ynaydi, bu esa organizmni infeksiyalardan himoya qiladi.

Marganets tanqisligi belgilari mushaklardagi zaiflik va kuchsizlik, nerv tizimi buzilishi,miyada o‘zgarishlar,osteoporoz,qisqa muddatli jigar kasalliklariga sabab bo‘ladi.

Marganetsning manbalari: oziq-ovqat mahsulotlari, barcha turdagi sabzavotlar, mevalar, yong‘oqlar, urug‘lar va donlarda (Mn) ko‘p bo‘ladi. Toza ichimlik suvi ham (Mn) manbai hisoblanadi.

Marganets organizmda juda oz miqdorda mavjud bo‘lib, asosan jigar, suyaklar, buyraklar va oshqozon osti bezida to‘planadi. Uning organizmdagi umumiy miqdori nisbatan kam bo‘lsa-da, u fermentlarning ajralmas qismi sifatida faoliyat yuritadi. Marganetsga bo‘lgan kunlik ehtiyoj yosh, jins va fiziologik holatga (masalan, homiladorlikka) qarab farq qiladi. Biroq, odatda bu mikroelementga bo‘lgan ehtiyoj juda past bo‘lib, to‘g‘ri va muvozanatli ovqatlanish orqali qoplanishi mumkin. Marganets donli ekinlar, yong‘oqlar, ko‘k choy, dukkakli o‘simliklar va ko‘katlar kabi o‘simlik mahsulotlarida ko‘p bo‘ladi. Marganets moddalar almashinuvi, xususan, uglevodlar, yog‘lar va oqsillar metabolizmida ishtirok etadi. Shuningdek, u antioksidant himoya tizimining muhim qismi bo‘lgan fermentlarning ishlashi uchun zarur.

Yosh bolalar uchun ahamiyati. Yosh bolalar o‘sib-rivojlanar ekan, marganets ayniqsa katta rol o‘ynaydi. U suyak va tog‘ay to‘qimalarining rivojlanishida ishtirok etuvchi fermentlar faoliyati uchun zarur.

Yetishmaslik oqibatlari. Marganets yetishmovchiligi bolaning skelet tizimining normal rivojlanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi, o‘sishning sekinlashishiga olib kelishi hamda moddalar almashinuvining buzilishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Homilador ayollarda. Homiladorlik davrida ayol organizmi va rivojlanayotgan homila uchun marganetsning ahamiyati ortadi. U homilaning suyak, biriktiruvchi to‘qimalari hamda asab tizimi shakllanishida ishtirok etadi. Shuningdek, u ona organizmida energiya almashinuvi va antioksidant himoya jarayonlariga yordam beradi.

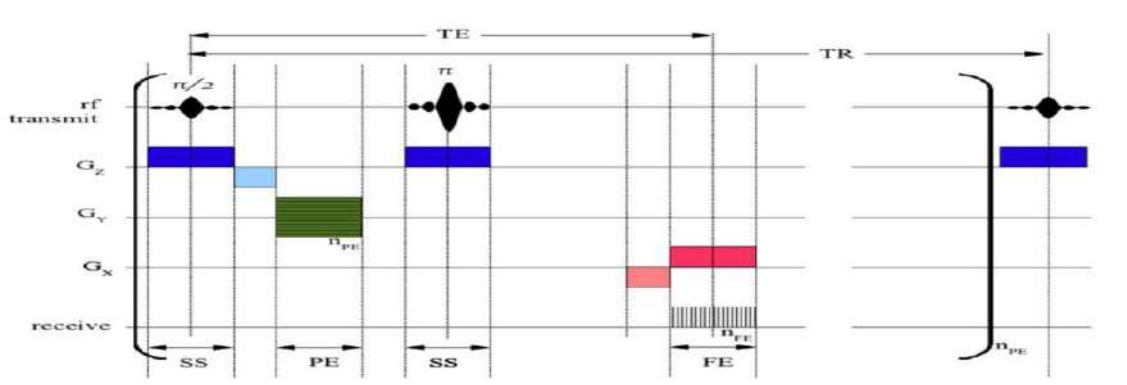
ISSN 3030-3907

Yetishmaslik oqibatlari: Homilador ayollarda marganets tanqisligi homilaning rivojlanishida nuqsonlar kelib chiqish xavfini oshirishi mumkin. Ona organizmida esa metabolik buzilishlar yuzaga kelishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Keksa yoshdagilar uchun. Keksa yoshda marganets tananing qarish jarayonlariga qarshi kurashishda va suyaklar salomatligini saqlashda muhim ahamiyatga ega. U, asosan, antioksidant fermentlar faoliyatida ishtirok etib, hujayralarni erkin radikallarning zararli ta’siridan himoya qilishga yordam beradi.

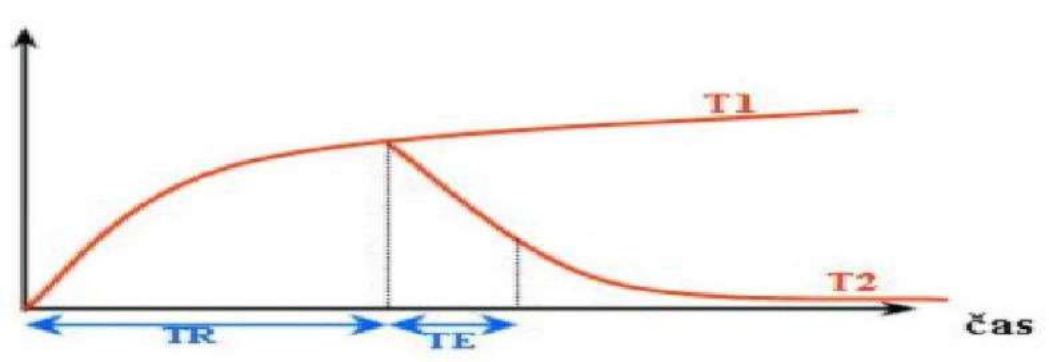
Yetishmaslik oqibatlari. Keksa yoshdagilarda marganets yetishmasligi suyaklarning mo‘rtlashuvi (osteoporoz), bo‘g‘imlardagi muammolar xavfini kuchaytirishi, shuningdek, asab tizimining funksional buzilishiga olib kelishi mumkin.

Magnit-Rezonans Tasvirlash (MRT). Marganets nanopartikullarning asosiy funksiyasi ularning yuqori **T1** kontrast agenti sifatidagi samaradorligidadir. Bu samaradorlik relaksivlik **(r**1 **)** deb ataluvchi miqdor bilan belgilanadi. Magnit-rezonans tomografiyada (MRI) MRI ketma-ketligi impulslar ketma-ketligi va impulsli maydon gradientlarining ma’lum bir sozlamalari bo‘lib, ma’lum bir tasvir ko‘rinishiga olib keladi.



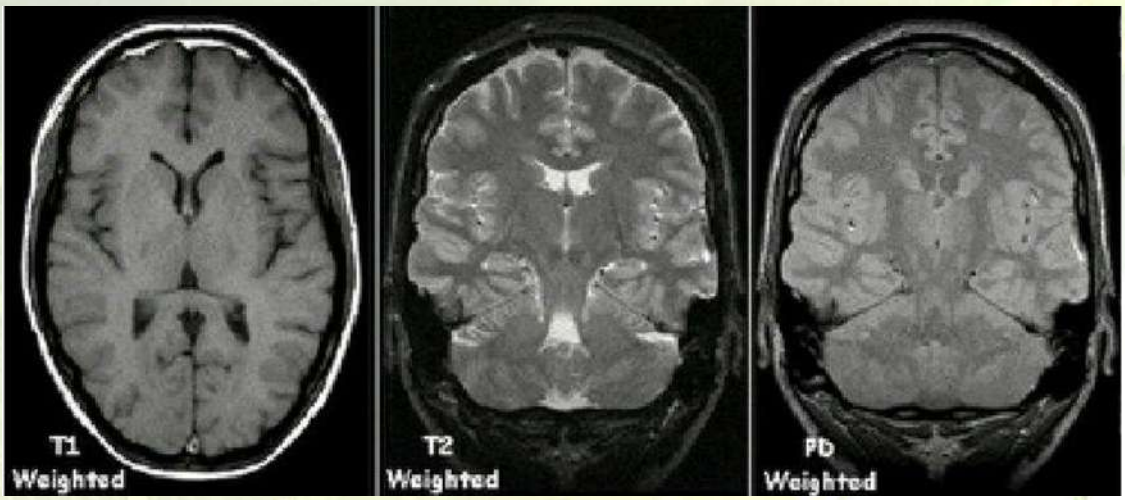
1-Rasm Puls ketma-ketligining spin echo turi uchun vaqt diagrammasi.

Ko‘p parametrli MRI ikki yoki undan ortiq ketma-ketlikning kombinatsiyasi va yoki spektroskopiya kabi boshqa maxsus MRI konfiguratsiyalarini o‘z ichiga oladi.[2][3]



2-Rasm TR va TE ning MR signaliga ta’siri

ISSN 3030-3907



3-Rasm T1 vaznli, T2 vaznli va PD vaznli MRI skanerlariga misollar

Har bir to‘qima T1 (spin-panjasi; ya’ni statik magnit maydon bilan bir xil yo‘nalishda magnitlanish) va T2 (spin-spin; statik magnit maydonga ko‘ndalang) mustaqil bo‘shashish jarayonlari bilan qo‘zg‘alishdan keyin o‘zining muvozanat holatiga qaytadi. T1 vaznli tasvirni yaratish uchun takrorlanish vaqtini (TR) o‘zgartirish orqali MR signalini o‘lchashdan oldin magnitlanishni tiklashga ruxsat beriladi. Ushbu tasvirning vazni miya yarim korteksini baholash, yog 'to‘qimasini aniqlash, jigar o‘choqli lezyonlarini tavsiflash va umuman, morfologik ma’lumotlarni olish, shuningdek, kontrastdan keyingi ko‘rish uchun foydalidir. T2 vaznli tasvirni yaratish uchun, aks-sado vaqtini (TE) o‘zgartirish orqali MR signalini o‘lchashdan oldin magnitlanishning parchalanishiga ruxsat beriladi. Ushbu rasmni o‘lchash shish va yallig‘lanishni aniqlash, oq moddaning shikastlanishlarini aniqlash va prostata va bachadondagi zonal anatomiyani baholash uchun foydalidir.



4-Rasm Sinovial xondromatozli tizzaning proton zichligi bilan o‘lchangan tasviri

ISSN 3030-3907

Proton zichligi (PD) – vaznli tasvirlar uzoq takrorlash vaqti (TR) va qisqa aks-sado vaqti (TE) bilan yaratiladi.[4] Miya tasvirlarida bu ketma-ketlik kulrang materiya (yorqin) va oq materiya (to‘q kulrang) o‘rtasida aniqroq farqlanadi, ammo miya va CSF o‘rtasida kam kontrast mavjud.[4] Bu qo‘shma kasallik va shikastlanishni aniqlash uchun juda foydali. Teranostika nuqtai nazaridan Mn NPs ikki tomonlama rol o‘ynaydi: diagnostika va terapiya.

Diagnostika: Yuqorida aytib o‘tilganidek, Mn^{2+} ionlari orqali T1 kontrastli tasvirlash.

Terapiya: Nanopartikullar yuzasiga Doksorubitsin yoki Paklitaksel kabi kimyoterapiya dorilari yuqlanadi. Dori yukining maqsadli joyda chiqarilishini ta'minlash uchun NPs yuzasiga Folat kislotasi yoki RGD peptid kabi maxsus nishonlovchi ligandlar biriktiriladi. Bu ligandlar saraton hujayralaridagi ortiqcha ifodalangan retseptorlarga faol ravishda bog‘lanadi (Faol Yo‘naltirish). MnFe2O4kabi ferritlar esa magnit yo‘naltirish mexanizmi uchun a'lo darajada. Ular tashqi magnit maydon ta'siri ostida o‘sma sohasiga to‘planishga qodir bo‘lib, bu dori yetkazish samaradorligini keskin oshiradi. Temir, kobalt yoki nikeldan tashkil topgan metall nanozarrachalar yuqori magnit to‘yinganlikni ta’minlaydi va o‘zgaruvchan magnit maydonlar ta’sirida sezilarli issiqlik hosil qilishi mumkin. Biroq, ularning potentsial toksikligi biotibbiyotda qo‘llanilishini diqqat bilan ko‘rib chiqishni talab qiladi.

Magnit gipertermiya terapiyasi: Magnit gipertermiya terapiyasi saraton kasalligini davolashda induksion nanopartikullarni isitishning eng istiqbolli qo‘llanmalaridan biridir. Ushbu yondashuv o‘simta joylariga nanozarrachalarni maqsadli etkazib berishni, so‘ngra o‘zgaruvchan magnit maydonga ta'sir qilishni o‘z ichiga oladi. Natijada mahalliylashtirilgan isitish saraton hujayralarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘ldirishi yoki ularni boshqa davolanishga sezgir qilishi mumkin.

Kombinatsiyalangan davolash usullari: Nanopartikullarni induksion isitish, ularning samaradorligini oshirish uchun saratonni davolashning boshqa usullari bilan birlashtirilishi mumkin:

Kimyoterapiyani kuchaytirish: Nanozarrachalar tomonidan ishlab chiqarilgan issiqlik o‘simta qon tomirlarining o‘tkazuvchanligini oshirishi, dori vositalarini etkazib berish va qabul qilishni yaxshilashi mumkin. Bundan tashqari, gipertermiya saraton hujayralarini kemoterapevtik vositalarga sezgirlashtirishi mumkin, bu esa kerakli dozani va tegishli yon ta'sirlarni kamaytirishi mumkin.

Maqsadli dori vositalarini yetkazib berish: Nanozarrachalar qizdirilganda terapevtik vositalarni olib o‘tish va chiqarish uchun mo‘ljallangan bo‘lishi mumkin, bu esa o‘simta joylariga aniq, mahalliylashtirilgan dori etkazib berish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

pH – ga Sezgirlik Mexanizmi: MnO nanopartikullari "aqlli" kontrast agenti sifatida alohida ahamiyatga ega. Ular normal to‘qimalarning neytral muhitida (pH 7.4) past relaksivlikka ega bo‘lib, o‘sma to‘qimalarining kislotali muhitiga (pH ≈6.5) tushganda

$$MnO + 2H^{+} \rightarrow Mn^{2+} + H2O$$

reaksiyasi orqali eriydi. Ushbu erish natijasida ko‘p miqdorda erkin Mn^{2+} ionlari ajralib chiqadi, bu esa kontrast signalini ikki-uch baravar kuchaytiradi, patologik joyni yuqori aniqlikda tasvirlash imkonini beradi.

Biologik xavfsizlik va toksikologiya: Mn NPs ning eng muhim afzalligi ularning yaxshi biologik mosligidir. Mn tanadagi Mn-SOD kabi fermentlar tarkibida tabiiy ravishda mavjud. MnO NPs parchalanganda, Mn^{2+}ionlari shaklida jigarda metabollanadi va safro-ichak yo‘li orqali organizmdan chiqariladi.Biroq, dozalash masalasi muhim. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, Mn NPs 10 - 50 mg/kg dozalarda past sitotoksiklik namoyish etadi. Ammo, bu cheklovdan yuqori bo‘lgan yuqori dozalar Mn ning markaziy asab tizimida to‘planishi va nevrotoksiklik (Manganizm) xavfini keltirib chiqarishi mumkin. Shuning uchun, Mn NPs loyihalashtirilganda ularning tez va to‘liq chiqarilish darajasiga katta e'tibor qaratish lozim.

- MnO (Marganets oksidi): O‘sma to‘qimalarining kislotali (pH < 7.4) muhitida eruvchanligi tufayli, bu zarralar "aqlli" pH-sezgir T1-kontrast agenti sifatida yuqori samaradorlik ko‘rsatmoqda.
- $MnFe_2O_4$ (Marganets ferritlari): Magnit maydoni ostida dori vositalarini yo‘naltirilgan holda yetkazish va dual-modal (bir vaqtning o‘zida ham T1, ham T2) tasvirlash imkonini beradi. Bu esa teranostika (diagnostika va terapiya uyg‘unligi) uchun poydevor yaratadi.
- Xavfsizlik: Marganets organizm uchun muhim mikroelement bo‘lgani sababli, uning asosidagi agentlar gadoliniyga nisbatan xavfsizroq ekskretsiya xususiyatiga ega.

XULOSA. Ushbu maqola Marganets elementining inson hayotidagi ahamiyatini va tiboyotda qo‘llanilishiga asoslanadi. Marganets (Mn) asosidagi nanopartikullarning (NPs) biomedikal, xususan, Magnit-rezonans tasvirlash (MRI) kontrast agentlari va teranostik tizimlar sifatidagi ulkan salohiyatini atroflicha tahlil qildi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, Mn NPs an'anaviy Gadoliniy (Gd) asosidagi moddalarga nisbatan biologik mosligi yuqori va kamroq toksik muqobil hisoblanadi. Bundan tashqari bu maqolada elementning yosh bolalarda, keksalarda va homilador ayollar organizmida bo‘lgan miqdori, foydali va zararli tomonlari yoritib beriladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Smith, J. D. (2018). Essentials of Inorganic Chemistry and Bioinorganic Applications (3rd ed.). Wiley-VCH.
2. Park, K., & Lee, J. (2020). Comparison of \text{Gd}-Free MRI Contrast Agents: Focus on Biological Roles and Excretion of Manganese. Biomaterials, 260, 120287.
3. Zhao, H., & Wang, L. (2024). Current Challenges and Future Perspectives of Manganese-Based Nanomaterials in Biomedical Applications. Chemical Reviews, 124(5), 1500–1540.
4. Gao, W., et al. (2021). High \text{r}_1 Relaxivity Manganese Sulfide Nanoparticles as Biocompatible MRI Contrast Agents. Nano Letters, 21(10), 4165–4173.
5. Chen, J., Liu, H., & Ma, S. (2022). Synthesis of \text{MnFe}_2\text{O}_4 Nanocrystals for Magnetically Guided Theranostics in Oncology. Advanced Functional Materials, 32(45), 2207399.
6. Li, X., Wang, Q., & Zhang, Y. (2023). pH-Responsive Manganese Oxide Nanoparticles for Enhanced \text{T}_1-Weighted MRI and Tumor-Targeted Drug Delivery. ACS Nano, 17(15), 15401–15415.
7. "ACS Nano", "Advanced Functional Materials", "Nano Letters" kabi yuqori impakt-faktorli jurnallardagi tadqiqot maqolalari.
8. Gd-toksiklikka muqobillar haqidagi kimyoviy darsliklar va ilmiy monografiyalar.
9. Fayzullayev N., Akmalaiuly K., Karjavov A. Catalytic synthesis of a line by acetylene hydration // Известия НАН РК. Серия химии и технологии. – 2020. – N .2. -C. 23-30.
10. Fayzullayev N. I., Karjavov A.R., Yusupova S. S. Catalytic Synthesis of Acetone Direct Acetylene Hydration // International journal of Advanced Science and Technology . – 2020 .- T.29. – N.05.- C 4507-4514.
11. Karjavov A. R., Fayzullaev N. Study of the kinetics and mechanism of the reaction of the catalytic hydrochloration of acytylene// AIP Conference proceedings. – AIP Publishing LLC, 2024. -T.3045. – N. 1.-C.060046.
12. Fayzullayev N., Akmalaiuly K., Karjavov A. Catalytic synthesis of a line by acetylene hydration. (2020),2, Number 440 (2020,),23-30 (Электронный ресурс).
13. Karjavov A.R., Fayzullayev N. Determination of technological parameters of producing vinylchloride from from acetylene // AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC ,2024.- T.3045. -N. 1.- C.060045.

ISSN 3030-3907

14. Karjavov A., Fayzullayev N.,Baykulov A. Production of acetone by catalytic hydration of acetylene // E3S Web of Conference . -EDP Science ,2023. - T .389.- C.01046

ISSN 3030-3907

KLINIK IBORALARDA ENG KO‘P QO‘LLANILADIGAN SUFFIKSLAR (LOTIN TILI MISOLIDA)

Bolbekov Asadbek Sa’dulla o‘g‘li.
Samarqand davlat tibbiyot universiteti talabasi
Alikobilov Alijonbey Elmurod o‘g‘li.
Samarqand davlat tibbiyot universiteti talabasi
Normurodova Sohiba Mallayevna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Tillar kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Mazkur maqolada klinik terminologiyada keng qo‘llaniladigan suffikslar lotin tili misolida tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida eng faol ishlatiladigan suffikslar (-itis, -osis, -oma, -algia va boshqalar) tizimlashtirilib, ularning semantik ma’nosi va amaliy qo‘llanishi o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, suffikslar kasallik nomlarini shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi va tibbiyot xodimlari uchun ularni bilish zarur hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: suffiks, klinik terminologiya, lotin tili, kasallik nomlari, tibbiy til

Аннотация. В данной статье анализируются наиболее часто используемые суффиксы в клинической терминологии на примере латинского языка. В ходе исследования были систематизированы основные суффиксы (-itis, -osis, -oma, -algia и др.), а также изучено их семантическое значение и практическое применение. Результаты показывают, что суффиксы играют важную роль в формировании названий заболеваний.

Ключевые слова: суффикс, клиническая терминология, латинский язык, названия заболеваний, медицинский язык.

Abstract. This article analyzes the most commonly used suffixes in clinical terminology based on the Latin language. The study systematizes key suffixes such as -itis, -osis, -oma, -algia, and others, examining their semantic meaning and practical use. The results indicate that suffixes play a crucial role in forming disease names and are essential for medical professionals.

Keywords: suffix, clinical terminology, Latin language, disease names, medical terminology.

INTRODUCTION.

Tibbiyot terminologiyasi lotin va grek tillariga asoslangan bo‘lib, klinik iboralarni shakllantirishda suffikslar muhim rol o‘ynaydi. Suffikslar orqali kasallikning:

turi
kelib chiqishi
patologik holati
simptomlari

ISSN 3030-3907

aniqlanadi.

Masalan:

gastritis — oshqozon yallig‘lanishi

nephrosis — buyrak degenerativ kasalligi

Ushbu maqolaning maqsadi — klinik terminologiyada eng ko‘p qo‘llaniladigan suffikslarni tahlil qilish va ularning amaliy ahamiyatini ko‘rsatishdir.

Materiallar va usullar

Tadqiqot quyidagi usullar asosida olib borildi:

Tibbiy terminologiya bo‘yicha ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish

Lotin va grek suffikslarining lingvistik tahlili

Klinik atamalarni morfologik tahlil qilish

Asosiy e’tibor amaliy tibbiyotda eng ko‘p uchraydigan suffikslarga qaratildi.

NATIJALAR.

Quyida klinik terminologiyada eng ko‘p qo‘llaniladigan suffikslar keltirilgan:

№	Suffiks	Ma’nosi	Misol	Tarjimasi
1	-itis	yallig‘lanish	Gastritis	Oshqozon yallig‘lanishi
2	-osis	degenerativ jarayon	Nephrosis	Buyrak kasalligi
3	-oma	o‘sma	Lipoma	Yog‘ o‘smasi
4	-algia	og‘riq	Neuralgia	Asab og‘rig‘i
5	-emia	qon holati	Anemia	Kamqonlik
6	-uria	siydik holati	Hematuria	Siydikda qon
7	-pathy	kasallik	Neuropathy	Asab kasalligi
8	-logy	fan, o‘rganish	Cardiology	Yurak ilmi
9	-scopy	tekshirish	Endoscopy	Ichki tekshiruv
10	-ectomy	olib tashlash	Appendectomy	Apendiksni olib tashlash
11	-plasty	tiklash	Rhinoplasty	Burun plastikasi
12	-megaly	kattalashish	Cardiomegaly	Yurak kattalashuvi
13	-lysis	parchalanish	Hemolysis	Qon parchalanishi
14	-stenosis	torayish	Aortic stenosis	Aorta torayishi
15	-rrhea	oqish	Diarrhea	Ich ketish

MUHOKAMA.

ISSN 3030-3907

Tahlil natijalariga ko‘ra:
Eng ko‘p ishlatiladigan suffikslar -itis, -osis, -oma hisoblanadi
Grek kelib chiqishli suffikslar klinik terminologiyada ustunlik qiladi
Suffiks orqali kasallik mohiyatini tushunish mumkin
Masalan:
hepatitis → jigar + yallig‘lanish
osteoma → suyak + o‘sma
Bu esa:
shifokorlar uchun tez diagnostika
farmatsevtlar uchun to‘g‘ri tushunish
talabalar uchun oson yodlash
imkonini beradi.

XULOSA.

Klinik terminologiyada suffikslar kasallik nomlarini shakllantirishda asosiy element hisoblanadi. Ularni chuqur o‘rganish:
tibbiy savodxonlikni oshiradi
klinik fikrlashni rivojlantiradi
xalqaro terminologiyani tushunishni osonlashtiradi

Shu sababli tibbiyot va farmatsiya ta’limida suffikslarni o‘rganish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Terminologia Medica
2. Dorland’s Medical Dictionary
3. Gray’s Anatomy
4. Lotin tili va tibbiy terminologiya darsligi
5. Oxford Medical Dictionary
6. Allen, J. H., & Greenough, J. B. New Latin Grammar for Schools and Colleges. Ginn & Company, 1903.Ushbu kitob lotin tilining asosiy grammatik qoidalarini, jumladan sifat darajalari va ularning yasalishi haqidagi tushunchalarni keng qamrab oladi.
7. Bennett, C. E. New Latin Grammar. Allyn and Bacon, 1895.Lotin grammatikasi bo‘yicha asosiy manbalardan biri bo‘lib, unda lotin tilidagi sifatlarning turlanishi va darajalari haqida batafsil ma’lumot berilgan.
8. Normurodova, Sokhiba. "THE SOCIAL AND CULTURAL IMPORTANCE OF THE LATIN LANGUAGE AND ITS PRESENT AND HISTORICAL LANDSCAPE." Центральноазиатский журнал академических исследований 2.5 (2024): 51-55.4. Normurodova, S. M., & Yorova, S. K. (2023).

ISSN 3030-3907

Nemis tili frazeologik birikmalari va tilning lug‘at boyligi. Science and Education, 4(2), 1672-1675.
9. Yorova, S., Aytmuratova, P., Esanova, M., & Normurodova, S. (2023). Phraseological Units In The Medical Field Of English And Uzbek Cultures. Development and innovations in science, 2(2), 10-13.
10. Sohiba, N., & Perkhan, A. (2023). The role of latin terms in medicine. INTERNATIONAL JOURNAL OF SOCIAL SCIENCE & INTERDISCIPLINARY RESEARCH ISSN: 2277-3630 Impact factor: 8.036, 12(10), 1-3.
11. Zafar, M., & Sohiba, N. (2023). Kundalik turmushda keng qo‘llanilishda bo‘lgan suyuqliklarni ifodalovchi dori shakllari haqida chet el ilmiy nashrlaridan olingan fikrlar.
12. Mallaevna, Normurodova Sokhiba, and Ayesha Khalid. "Topic chemical terminology of salts." International conference on multidisciplinary science. Vol. 1. No. 5. 2023.
13. Mallaevna N. S., Khalid A. Topic chemical terminology of salts //International conference on multidisciplinary science. – 2023. – Т. 1. – №. 5. – С. 226-229.
14. Mallaevna, N. S., & Chopra, A. (2024). Some features of prescription rules in medicine. technical science research in Uzbekistan, 2(1), 238-244.
15. Mallaevna, N. S., and M. Fatima. "Pathological conditions and processes, different physical properties qualities and other signs." Yangi O‘zbekistonda Tabiiy va Ijtimoiy-gumanitar fanlar respublika ilmiy amaliy konferensiyasi 1.7 (2023): 91-95.
16. Mallaevna, N. S. (2023). THE MAIN INDICATORS OF THE COMMUNICATION CULTURE OF A MEDICAL WORKER. JOURNAL OF INNOVATIONS IN SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL RESEARCH, 6(7), 85-88.
17. Mallaevna, N. S. (2024). THE SOCIAL AND CULTURAL IMPORTANCE OF THE LATIN LANGUAGE AND ITS PRESENT AND HISTORICAL LANDSCAPE. Central Asian Journal of Academic Research, 2(5), 51-55.

ISSN 3030-3907

SUG‘URTA XIZMATLARINI RAQAMLASHTIRISHNING ZAMONAVIY MEXANIZMLARI

Nozimov Eldor Anvarovich
Samarqand iqtisodiyot va servis instituti “Investitsiya va innovatsiyalar” kafedrasi katta o‘qituvchisi
E-mail: eldornozimov@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-1580-8654

Annotatsiya. Mazkur maqolada sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirishning zamonaviy mexanizmlari, ularning iqtisodiy samaradorlikka ta’siri hamda milliy sug‘urta bozorini transformatsiya qilishdagi o‘rni tahlil qilinadi. Tadqiqotda sug‘urta kompaniyalari faoliyatiga raqamli texnologiyalarni, jumladan, sun’iy intellekt, “Big Data” tahlili, blokcheyn, mobil ilovalar, onlayn platformalar va insurtech yechimlarini joriy etishning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Raqamlashtirish jarayonida mijozlarga xizmat ko‘rsatish sifati, sug‘urta mahsulotlarini individualizatsiya qilish, risklarni aniq baholash va zararlarni tezkor qoplash mexanizmlarining takomillashuvi asoslab beriladi. Shuningdek, elektron polislar, masofaviy identifikatsiya, avtomatlashtirilgan anderrayting va onlayn to‘lov tizimlarining afzalliklari hamda mavjud institutsional va huquqiy muammolar ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirish kompaniyalarning operatsion xarajatlarini kamaytirish, shaffoflikni oshirish va sug‘urta qamrovini kengaytirishga xizmat qiladi. Maqolada O‘zbekiston sug‘urta bozorida raqamli transformatsiyani jadallashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: sug‘urta bozori, raqamlashtirish, insurtech, elektron polis, sun’iy intellekt, Big Data, blokcheyn, masofaviy identifikatsiya, avtomatlashtirilgan anderrayting, onlayn sug‘urta xizmatlari.

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные механизмы цифровизации страховых услуг, их влияние на повышение эффективности страховых компаний и роль в трансформации национального страхового рынка. В исследовании анализируются теоретические и практические аспекты внедрения цифровых технологий в деятельность страховых организаций, включая искусственный интеллект, технологии Big Data, блокчейн, мобильные приложения, онлайн-платформы и решения insurtech. Обосновывается значение цифровизации для повышения качества обслуживания клиентов, индивидуализации страховых продуктов, совершенствования оценки рисков и ускорения процессов урегулирования убытков. Особое внимание уделяется электронным полисам, дистанционной идентификации, автоматизированному андеррайтингу и системам онлайн-

ISSN 3030-3907

платежей, а также существующим институциональным и правовым барьерам. По результатам исследования разработаны научно обоснованные предложения и рекомендации по ускорению цифровой трансформации страхового рынка.

Ключевые слова: страховой рынок, цифровизация, insurtech, электронный полис, искусственный интеллект, Big Data, блокчейн, дистанционная идентификация, автоматизированный андеррайтинг, онлайн-страхование.

Abstract. This article examines modern mechanisms of digital transformation of insurance services and their impact on improving the efficiency of insurance companies and the development of the national insurance market. The study analyzes the theoretical and practical aspects of implementing digital technologies in insurance activities, including artificial intelligence, Big Data analytics, blockchain, mobile applications, online platforms, and insurtech solutions. The importance of digitalization in enhancing customer service quality, personalizing insurance products, improving risk assessment, and accelerating claim settlement processes is substantiated. Special attention is paid to electronic policies, remote identification, automated underwriting, and online payment systems, as well as existing institutional and legal challenges. Based on the research results, scientifically grounded proposals and recommendations are developed to accelerate the digital transformation of the insurance market.

Keywords: insurance market, digitalization, insurtech, electronic policy, artificial intelligence, Big Data, blockchain, remote identification, automated underwriting, online insurance services.

KIRISH.

So‘nggi yillarda global iqtisodiyotda raqamli transformatsiya jarayonlari jadal sur’atlarda rivojlanib, moliyaviy xizmatlar sohasi, xususan sug‘urta bozori ham ushbu o‘zgarishlarning faol ishtirokchisiga aylanmoqda. Raqamli texnologiyalarning keng joriy etilishi sug‘urta faoliyatining an’anaviy modellarini tubdan o‘zgartirib, xizmat ko‘rsatish jarayonlarini avtomatlashtirish, ma’lumotlarni tezkor qayta ishlash va mijozlarga qulay, tezkor hamda shaffof xizmatlar taqdim etish imkonini bermoqda. Bugungi kunda sug‘urta kompaniyalari raqobatbardoshligini oshirish va bozordagi ulushini kengaytirish maqsadida raqamlashtirish mexanizmlarini strategik ustuvor yo‘nalish sifatida belgilamoqda.

Sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirish – bu nafaqat texnologik yangiliklarni joriy etish, balki kompaniyaning butun boshqaruv tizimini, operatsion jarayonlarini, mijozlar bilan ishlash mexanizmlarini va risklarni baholash tizimini modernizatsiya qilish demakdir. Sun’iy intellekt asosida avtomatlashtirilgan anderrayting tizimlari, katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish (Big Data),

ISSN 3030-3907

blokcheyn texnologiyasi, elektron polislar, masofaviy identifikatsiya va onlayn to‘lov tizimlari sug‘urta jarayonlarining samaradorligini sezilarli darajada oshirmoqda. Mazkur texnologiyalar sug‘urta shartnomalarini rasmiylashtirish vaqtini qisqartirish, zararlarni ko‘rib chiqish va to‘lovlarni amalga oshirish jarayonlarini tezlashtirish hamda inson omilidan kelib chiqadigan xatolarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, raqamli iqtisodiyot sharoitida mijozlarning talab va ehtiyojlari ham o‘zgarib bormoqda. Iste’molchilar endilikda xizmatlarni masofadan turib olish, mobil ilovalar orqali shartnomalarni tuzish va sug‘urta holatlarini onlayn tarzda qayd etish imkoniyatlariga katta e’tibor qaratmoqda. Bu esa sug‘urta kompaniyalarini raqamli platformalarni rivojlantirish, interaktiv xizmat turlarini joriy etish va mijozga yo‘naltirilgan biznes modelini shakllantirishga undaydi.

O‘zbekiston sug‘urta bozorida ham raqamlashtirish jarayoni bosqichma-bosqich amalga oshirilmoqda. Davlat tomonidan elektron hukumat tizimlari, raqamli identifikatsiya mexanizmlari va onlayn moliyaviy xizmatlarni rivojlantirishga qaratilgan islohotlar sug‘urta sohasining raqamli transformatsiyasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Biroq amaliyotda texnologik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmagani, kadrlar malakasining pastligi, axborot xavfsizligi bilan bog‘liq muammolar va normativ-huquqiy bazaning to‘liq takomillashmaganligi raqamlashtirish jarayonining samarali amalga oshirilishiga to‘sqinlik qilmoqda.

Shu nuqtai nazardan, sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirishning zamonaviy mexanizmlarini ilmiy jihatdan o‘rganish, ularning iqtisodiy samaradorligini tahlil qilish, mavjud muammolarni aniqlash hamda amaliy taklif va tavsiyalar ishlab chiqish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Mazkur tadqiqot sug‘urta kompaniyalari faoliyatini modernizatsiya qilish, raqamli texnologiyalar asosida xizmat ko‘rsatish sifatini oshirish va milliy sug‘urta bozorining barqaror rivojlanishiga hissa qo‘shishga qaratilgan.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirish masalasi so‘nggi yillarda iqtisodiy adabiyotlarda keng o‘rganilayotgan dolzarb yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan sug‘urta sohasida raqamli texnologiyalarning joriy etilishi, insurtech rivojlanishi hamda raqamli transformatsiyaning iqtisodiy samaradorligi bo‘yicha qator ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan.

Xorijiy tadqiqotchilarning ishlarida sug‘urta sohasida raqamlashtirish jarayoni moliyaviy innovatsiyalarning tarkibiy qismi sifatida ko‘rib chiqiladi. Jumladan, raqamli texnologiyalar sug‘urta kompaniyalarining operatsion

ISSN 3030-3907

samaradorligini oshirish, risklarni aniqroq baholash va mijozlarga individual yondashuvni ta’minlash vositasi sifatida talqin etiladi. Ayrim olimlar sun’iy intellekt va katta hajmdagi ma’lumotlar tahlili (Big Data) sug‘urta tariflarini shakllantirish va zararlarni prognoz qilishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ta’kidlaydi. Shuningdek, blokcheyn texnologiyasi sug‘urta shartnomalarining shaffofligini oshirish va firibgarlik holatlarini kamaytirishda samarali mexanizm sifatida baholanadi.

Insurtech konsepsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarda sug‘urta kompaniyalari va texnologik startaplar o‘rtasidagi integratsiya yangi biznes modellarini shakllantirishi, raqamli platformalar orqali sug‘urta mahsulotlarini sotish jarayonini soddalashtirishi va mijozlar bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri kommunikatsiyani rivojlantirishi asoslab berilgan. Xalqaro amaliyotda elektron polis tizimlari, avtomatlashtirilgan anderrayting va mobil sug‘urta xizmatlari keng qo‘llanilayotgani ilmiy manbalarda qayd etilgan.

Mahalliy olimlarning tadqiqotlarida esa sug‘urta bozorini modernizatsiya qilish, raqamli iqtisodiyot sharoitida sug‘urta kompaniyalari faoliyatini takomillashtirish hamda normativ-huquqiy bazani rivojlantirish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan. Ayrim ishlarda O‘zbekistonda sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirishning bosqichlari, mavjud muammolar va istiqbolli yo‘nalishlari tahlil qilinib, axborot tizimlarini integratsiya qilish hamda raqamli infratuzilmani rivojlantirish zarurligi ta’kidlangan.

Shu bilan birga, mavjud adabiyotlarda sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirishning iqtisodiy samaradorligi, raqamli transformatsiyaning risk boshqaruviga ta’siri va raqamli platformalarning uzoq muddatli barqarorlikka qo‘shadigan hissasi bo‘yicha yanada chuqur empirik tadqiqotlar yetarli darajada emasligi kuzatiladi. Ayniqsa, milliy sug‘urta bozori sharoitida raqamlashtirish mexanizmlarining amaliy natijalarini statistik ma’lumotlar asosida baholash masalasi dolzarbligicha qolmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirishning zamonaviy mexanizmlarini o‘rganish jarayonida ilmiy bilishning umumiy va maxsus usullaridan kompleks ravishda foydalanildi. Tadqiqotning metodologik asosini iqtisodiy nazariya, raqamli iqtisodiyot konsepsiyalari, sug‘urta nazariyasi hamda zamonaviy moliyaviy innovatsiyalar bo‘yicha ilmiy yondashuvlar tashkil etadi.

Tadqiqot jarayonida tahlil va sintez, induksiya va deduksiya, taqqoslash, umumlashtirish hamda tizimli yondashuv usullaridan foydalanildi. Ushbu usullar sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirish mexanizmlarining mazmun-mohiyatini ochib berish, ularning o‘zaro bog‘liqligini aniqlash va rivojlanish tendensiyalarini

ISSN 3030-3907

baholash imkonini berdi. Shuningdek, statistik tahlil usuli orqali sug‘urta bozorida raqamli texnologiyalarning joriy etilishi bilan bog‘liq mavjud ma’lumotlar o‘rganildi va ularning samaradorligi tahlil qilindi.

Empirik tadqiqot doirasida sug‘urta kompaniyalarining amaliy faoliyati, elektron polis tizimlari, onlayn platformalar, avtomatlashtirilgan anderrayting mexanizmlari va raqamli xizmat ko‘rsatish tizimlari tahlil qilindi. Normativ-huquqiy hujjatlar hamda sohaga oid davlat dasturlari o‘rganilib, raqamlashtirish jarayonining institutsional asoslari baholandi.

Bundan tashqari, qiyosiy tahlil usuli yordamida milliy sug‘urta bozoridagi raqamlashtirish jarayonlari xorijiy tajriba bilan taqqoslandi va ilg‘or amaliyot elementlarini joriy etish imkoniyatlari aniqlashtirildi. Tadqiqotda foydalanilgan ma’lumotlar rasmiy statistik manbalar, ilmiy adabiyotlar, xalqaro tashkilotlar hisobotlari hamda ochiq axborot resurslariga asoslandi.

Mazkur metodologik yondashuv sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirish mexanizmlarining samaradorligini kompleks baholash, mavjud muammolarni aniqlash va ularni bartaraf etish bo‘yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqish imkonini berdi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirish jarayonini chuqur tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy raqamli texnologiyalar sug‘urta kompaniyalari faoliyatining barcha bosqichlariga – mahsulotni ishlab chiqish, shartnomani rasmiylashtirish, riskni baholash, sug‘urta hodisasini qayd etish va zararlarni to‘lash jarayonigacha – sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Tadqiqot davomida olingan natijalar sug‘urta bozorida raqamli transformatsiya kompaniyalar samaradorligini oshirish, operatsion jarayonlarni optimallashtirish hamda mijozlarga xizmat ko‘rsatish sifatini yaxshilashga xizmat qilayotganini tasdiqladi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, elektron polis tizimlarining joriy etilishi sug‘urta shartnomalarini rasmiylashtirish jarayonini bir necha barobar tezlashtirgan. An’anaviy hujjat aylanishi o‘rniga raqamli platformalar orqali avtomatlashtirilgan rasmiylashtirish tizimlari qo‘llanilishi vaqt va moliyaviy resurslarni tejash imkonini bermoqda. Bundan tashqari, onlayn to‘lov tizimlarining integratsiyasi mijozlarga sug‘urta mukofotlarini masofadan turib to‘lash imkoniyatini yaratib, xizmatlardan foydalanish qulayligini oshirmoqda.

Sun’iy intellekt va Big Data texnologiyalarining amaliyotga joriy etilishi risklarni baholash jarayonini sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqdi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, katta hajmdagi ma’lumotlar asosida sug‘urta tariflarini individual shakllantirish, mijozlarning xatti-harakatlarini tahlil qilish va zarar ko‘rish ehtimolini prognoz qilish imkoniyati kengaymoqda. Bu esa sug‘urta

ISSN 3030-3907

kompaniyalariga adolatli tarif siyosatini yuritish va zararlar darajasini kamaytirish imkonini beradi.

Muhokama jarayonida aniqlanishicha, raqamlashtirish sug‘urta kompaniyalarining ichki boshqaruv tizimiga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Avtomatlashtirilgan anderrayting tizimlari qaror qabul qilish jarayonini tezlashtirib, inson omili bilan bog‘liq xatoliklarni kamaytirmoqda. Shuningdek, raqamli monitoring va analitik platformalar kompaniya faoliyatini real vaqt rejimida kuzatish, moliyaviy ko‘rsatkichlarni tahlil qilish va strategik qarorlar qabul qilishda muhim rol o‘ynamoqda.

Shu bilan birga, tadqiqot davomida bir qator muammolar ham aniqlanib, ular raqamlashtirish jarayonining to‘liq samaradorligiga to‘sqinlik qilayotganligi ma’lum bo‘ldi. Xususan, ayrim sug‘urta kompaniyalarida raqamli infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi, axborot tizimlarining integratsiya qilinmaganligi va kiberxavfsizlik bilan bog‘liq risklar mavjudligi kuzatildi. Bundan tashqari, raqamli texnologiyalarni samarali boshqarish uchun malakali mutaxassislar yetishmasligi ham muhim muammolardan biri hisoblanadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, raqamlashtirishning iqtisodiy samarasi uzoq muddatli istiqbolda namoyon bo‘ladi. Dastlabki bosqichda texnologik investitsiyalar yuqori xarajatlarni talab qilsa-da, keyinchalik avtomatlashtirish natijasida operatsion xarajatlar kamayadi va foyda marjasi oshadi. Shu sababli sug‘urta kompaniyalari raqamli transformatsiyani strategik rivojlanish dasturlariga kiritishi zarur.

Milliy sug‘urta bozori misolida olib borilgan tahlillar davlat tomonidan raqamli iqtisodiyotni rivojlantirishga qaratilgan islohotlar sug‘urta sektorining modernizatsiyasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatayotganini ko‘rsatdi. Elektron hukumat tizimlari, raqamli identifikatsiya mexanizmlari va onlayn moliyaviy xizmatlarning kengayishi sug‘urta kompaniyalariga raqamli platformalarni samarali integratsiya qilish imkonini bermoqda. Biroq yagona axborot tizimini yaratish va barcha sug‘urta subyektlarini raqamli ekotizimga to‘liq jalb etish masalasi dolzarbligicha qolmoqda.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirishning zamonaviy mexanizmlarini o‘rganish natijalari shuni ko‘rsatadiki, raqamli texnologiyalar sug‘urta kompaniyalari faoliyatining samaradorligini oshirish, xizmat ko‘rsatish jarayonlarini optimallashtirish hamda mijozlarga qulay va shaffof xizmatlar taqdim etishda muhim rol o‘ynaydi. Elektron polis tizimlari, avtomatlashtirilgan anderrayting, sun’iy intellekt, Big Data tahlili, blokcheyn texnologiyasi va onlayn

ISSN 3030-3907

to‘lov platformalarining joriy etilishi sug‘urta operatsiyalarini tezlashtirib, inson omili bilan bog‘liq xatolarni kamaytirishga xizmat qilmoqda.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, raqamlashtirish sug‘urta kompaniyalarining operatsion xarajatlarini kamaytirish, risklarni aniqroq baholash va mijozlar bazasini kengaytirish imkonini beradi. Shuningdek, raqamli mexanizmlar sug‘urta bozorining shaffofligini oshirib, firibgarlik holatlarini kamaytirishga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Biroq amaliyotda texnologik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi, axborot xavfsizligi bilan bog‘liq risklar va malakali IT mutaxassislar yetishmasligi kabi muammolar mavjudligi aniqlandi.

Mazkur yo‘nalishni yanada rivojlantirish uchun sug‘urta sohasida raqamli transformatsiyani kompleks va tizimli ravishda amalga oshirish zarur. Zamonaviy texnologiyalarni joriy etish nafaqat kompaniyalar darajasida, balki butun sug‘urta ekotizimi miqyosida integratsiyalashgan yondashuvni talab etadi.

TAKLIFLAR.

1. Sug‘urta kompaniyalarida yagona raqamli platformalarni yaratish va mavjud axborot tizimlarini integratsiya qilish.
2. Elektron polis, masofaviy identifikatsiya va onlayn shartnoma tuzish mexanizmlarini kengaytirish hamda ularni to‘liq avtomatlashtirish.
3. Sun’iy intellekt va Big Data texnologiyalarini risklarni baholash, tariflarni shakllantirish va zararlarni tahlil qilish jarayonlariga keng joriy etish.
4. Axborot xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha zamonaviy kiberhimoya tizimlarini rivojlantirish va ma’lumotlar himoyasini kuchaytirish.
5. Sug‘urta xodimlarining raqamli ko‘nikmalarini oshirish uchun maxsus o‘quv dasturlari va malaka oshirish tizimini yo‘lga qo‘yish.
6. Raqamli sug‘urta xizmatlarini targ‘ib qilish orqali aholining moliyaviy va sug‘urta savodxonligini oshirish hamda onlayn xizmatlardan foydalanishni kengaytirish.

Umuman olganda, sug‘urta xizmatlarini raqamlashtirishning zamonaviy mexanizmlarini samarali joriy etish sug‘urta bozorining raqobatbardoshligini oshirish, xizmat sifatini yaxshilash va sektorning barqaror rivojlanishini ta’minlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi “Sug‘urta faoliyati to‘g‘risida”gi Qonuni.
2. O‘zbekiston Respublikasi “Raqamli iqtisodiyot to‘g‘risida”gi normativ-huquqiy hujjatlar va farmonlar.
3. Abdullayev A. Sug‘urta nazariyasi va amaliyoti. – Toshkent: Iqtisod-moliya, 2020.

ISSN 3030-3907

4. Hasanov S. Raqamli iqtisodiyot asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston, 2021.
5. Mamatov B. Sug‘urta bozori va uning rivojlanish tendensiyalari. – Toshkent, 2019.
6. Shodmonov Sh., G‘afurov U. Iqtisodiyot nazariyasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018.
7. Dorfleitner G., Hornig M., Wimmer M. Digital Transformation in Insurance. – Springer, 2022.
8. Fitzgerald M., Kruschwitz N. The Digital Transformation of Insurance Companies. – International Journal of Financial Studies, 2021.

ISSN 3030-3907

KUCH VA ZAMONAVIY VOSITALARNI TANDEMDA QO‘LLASH ASOSIDA TAKTIK BO‘G‘IN BO‘LINMALARINI JANGOVAR TAYYORGARLIGINI TAKOMILLASHTIRISH

Usmanov Sherzadbek Xusanbayevich
O‘zbekiston Respublikasi Harbiy xavfsizlik va mudofaa universiteti tadqiqotchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada zamonaviy urushlar sharoitida taktik bo‘g‘in bo‘linmalarining jangovar tayyorgarligini takomillashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llashga asoslangan ilmiy-amaliy model taklif etilgan bo‘lib, u kuchlar, texnologiyalar va integratsiya komponentlari o‘zaro bog‘liqligiga asoslanadi. Model doirasida razvedka, tahlil, qaror qabul qilish va zarba berish jarayonlari yagona tizimga birlashtirilgan. O‘tkazilgan nazariy-amaliy tahlil natijalari taklif etilgan yondashuv an’anaviy jangovar tayyorgarlik modeliga nisbatan yuqori samaradorlikka ega ekanini ko‘rsatdi. Xususan, qaror qabul qilish tezligi oshishi, aniqlik darajasi yaxshilanishi va yo‘qotishlar kamayishi aniqlandi. Tadqiqot natijalari taktik bo‘g‘in darajasida zamonaviy texnologiyalarni integratsiyalash asosida jangovar tayyorgarlik tizimini rivojlantirish uchun muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega

Kalit so‘zlar: ko‘p domenli operatsiyalar, tandem qo‘llash, jangovar tayyorgarlik, taktik bo‘g‘in, sun’iy intellekt, uchuvchisiz uchadigan apparatlari (UUA), avtonom yer usti tizimlari (AYT), integratsiya, qaror qabul qilish, razvedka, tahlil, zamonaviy harbiy texnologiyalar.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы совершенствования боевой подготовки подразделений тактического звена в условиях современных войн. В исследовании предложена научно-практическая модель, основанная на совместном (тандемном) применении сил и современных средств, которая базируется на взаимосвязи компонентов сил, технологий и интеграции. В рамках модели процессы разведки, анализа, принятия решений и нанесения удара объединены в единую систему. Результаты проведённого теоретико-практического анализа показали, что предложенный подход обладает более высокой эффективностью по сравнению с традиционной моделью боевой подготовки. В частности, установлено повышение скорости принятия решений, улучшение точности и снижение уровня потерь. Результаты исследования имеют важное научное и практическое значение для развития системы боевой подготовки на уровне тактического звена на основе интеграции современных технологий.

Ключевые слова: многодоменные операции, тандемное применение, боевая подготовка, тактическое звено, искусственный интеллект, беспилотные

ISSN 3030-3907

летательные аппараты (БПЛА), автономные наземные системы (АНС), интеграция, принятие решений, разведка, анализ, современные военные технологии

Abstract. This article examines the improvement of combat training for tactical-level units in the context of modern warfare. The study proposes a scientific and practical model based on the integrated (tandem) use of forces and modern technologies, which relies on the interconnection of force, technology, and integration components. Within the model, the processes of reconnaissance, analysis, decision-making, and strike execution are unified into a single system. The results of the theoretical and practical analysis demonstrate that the proposed approach is more effective than traditional combat training models. In particular, it ensures increased decision-making speed, improved accuracy, and reduced losses. The findings have significant scientific and practical importance for enhancing combat training systems at the tactical level through the integration of modern technologies.

Keywords: multi-domain operations, tandem application, combat training, tactical level, artificial intelligence, unmanned aerial vehicles (UAV), unmanned ground vehicles (UGV), integration, decision-making, reconnaissance, analysis, modern military technologies

KIRISH.

Zamonaviy urushlar o‘zining ko‘p domenli[1] xarakteri, ya’ni quruqlik, havo, dengiz, kiber va axborot makonlarida bir vaqtning o‘zida olib borilishi bilan tavsiflanadi [1], [2], [3]. Bunday sharoitda jangovar ustunlik faqat an’anaviy kuchlar soni yoki qurol-yarog‘ qudrati bilan emas, balki turli kuch va vositalarning yagona maqsad yo‘lida uyg‘un va tandem qo‘llanilishi bilan belgilanadi [4], [5]. So‘nggi qurolli mojarolar tajribasi, ayniqsa Ukraina urushi, taktik bo‘g‘in darajasida razvedka, zarba va boshqaruv elementlari o‘rtasidagi tezkor integratsiya hal qiluvchi omilga aylanganini ko‘rsatdi [6], [7]. Shu nuqtai nazardan, zamonaviy texnologiyalar, jumladan sun’iy intellekt (SI), uchuvchisiz uchadigan apparatlari (UUA) va avtomon yer usti tizimlari (AYT) jangovar faoliyatning muhim tarkibiy qismiga aylandi [8], [9], [10]. SI katta hajmdagi ma’lumotlarni tezkor qayta ishlash, vaziyatni tahlil qilish va qaror qabul qilish sifatini oshirishga xizmat qilsa [8], UUA va AYT vositalari razvedka, kuzatuv, zarba berish, front orti ta’minoti va xavfli hududlarda vazifalarni bajarishda qo‘llanilmoqda [9], [11], [10]. Natijada zamonaviy jang maydonida **“inson+texnologiya+boshqaruv”** uyg‘unligiga asoslangan yangi tayyorgarlik talabi shakllanmoqda.

[1] Ko‘p domenli (multi-domain) – turli operatsion makonlarda (quruqlik, havo, dengiz, kiber va kosmik) bir vaqtning o‘zida va o‘zaro bog‘liq holda amalga oshiriladigan faoliyat.

ISSN 3030-3907

Taktik bo‘g‘in bo‘linmalarining jangovar tayyorgarligini zamonaviy urush talablariga mos ravishda takomillashtirish bugungi harbiy ilm-fanning dolzarb yo‘nalishlaridan biridir. Chunki mavjud jangovar tayyorgarlik tizimlari ko‘pincha an’anaviy kuchlardan foydalanishga yo‘naltirilgan bo‘lib, SI, UUA, AYT va boshqa zamonaviy vositalarni tandem asosida qo‘llashga oid ko‘nikmalarni yetarli darajada shakllantirmaydi [12], [13], [10]. Shu sababli, kuch va zamonaviy vositalarni birgalikda qo‘llashga tayyorlashning ilmiy asoslangan modelini ishlab chiqish amaliy va nazariy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi.

Ilmiy manbalarda zamonaviy urushlar gibrid, asimmetrik va yuqori texnologiyalarga tayangan qarama-qarshilik shakli sifatida talqin etiladi [14], [12]. Bunday mojarolarda harbiy va noharbiy vositalar, an’anaviy jangovar harakatlar, axborot ta’siri, iqtisodiy bosim va kiber vositalar birgalikda qo‘llanadi [13]. Asimmetrik xarakter esa nisbatan zaif tomonning nostandart usullar, mobil vositalar, dronlar va tarqoq taktik harakatlar orqali ustunlikka erishishga intilishi bilan izohlanadi [11]. Shu bois zamonaviy urushlar murakkab, noaniq va tez o‘zgaruvchan operatsion muhitni yuzaga keltirmoqda.

Ko‘p domenli operatsiyalar konsepsiyasi zamonaviy harbiy amaliyotda turli domenlardagi kuch va vositalarni yagona boshqaruv ostida integratsiyalashni nazarda tutadi [1], [2], [3]. Ushbu yondashuvda quruqlikdagi bo‘linmalar havo, kiber, kosmik va axborot imkoniyatlari bilan uzviy bog‘langan holda faoliyat yuritadi [3], [4]. Qo‘shma operatsiyalar tamoyili esa turli qo‘shinlar va vositalarning o‘zaro muvofiqlashtirilgan harakatini asosiy shart sifatida belgilaydi [2], [5]. Natijada jangovar samaradorlik alohida platformalardan emas, balki integratsiya sifati va axborot almashuv tezligidan ko‘proq bog‘liq bo‘lib bormoqda [1], [4].

So‘nggi yillarda UUA, SI va AYT zamonaviy urushning texnologik tayanchiga aylandi [8], [9], [11]. UUAlar real vaqt razvedkasi, kuzatuv va aniqlashtirilgan zarba berish imkonini oshirayotgan bo‘lsa [11], SI tizimlari ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish, tahdidlarni aniqlash va qaror qabul qilish jarayonini optimallashtirishga xizmat qilmoqda [8], [10]. AYT esa mina tozalash, front orti ta’minoti, xavfli hududni tekshirish kabi vazifalarda inson resurslarini himoya qiladi [9]. Ayrim tadqiqotlarda dronlar to‘dasi, ya’ni swarm texnologiyasi[2] kelajak janglarida kuch ko‘paytiruvchi omil sifatida baholanadi [15].

Mavjud ilmiy manbalarda zamonaviy urushlarning xususiyatlari, ko‘p domenli operatsiyalar, SI va AYT ning afzalliklari yetarlicha yoritilgan bo‘lsa-da [1], [3], [8], ularni aynan taktik bo‘g‘in darajasidagi jangovar tayyorgarlik tizimiga

[2] Swarm texnologiyasi — ko‘p sonli avtonom yoki yarim avtonom agentlarning o‘zaro axborot almashinuvi va oddiy qoidalar asosida koordinatsiyalangan holda umumiy vazifani bajarish usuli.

ISSN 3030-3907

qanday integratsiya qilish masalasi cheklangan darajada tadqiq qilingan. Ko‘pgina ishlar operatsion yoki strategik darajaga qaratilgan bo‘lib, bo‘linmalarni kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llashga tayyorlash metodikasi, bosqichlari va baholash mezonlari yetarli ishlab chiqilmagan [12], [13], [10]. Bu esa amaliy tayyorgarlik va zamonaviy jang talablari o‘rtasida nomuvofiqlik yuzaga keltiradi.

Jangovar tayyorgarlik tizimida asosiy muammo shundan iboratki, taktik bo‘g‘in bo‘linmalarini tayyorlash jarayonlari ko‘pincha alohida qurol turlari, an’anaviy jangovar usullar va klassik boshqaruv shakllariga asoslanadi. Bunda UUA, AYT, SI va boshqa zamonaviy vositalarni kuchlar bilan birgalikda, ya’ni tandem asosida qo‘llash ko‘nikmalari yetarli darajada shakllantirilmaydi. Natijada bo‘linmalar zamonaviy operatsion muhitdagi tezkor integratsion talablarni to‘liq bajara olmay qolishi mumkin.

Tadqiqot bo‘shlig‘i esa aynan taktik bo‘g‘in darajasida kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llashga yo‘naltirilgan yagona tayyorgarlik modelining yetishmasligida namoyon bo‘ladi. Mavjud doktrinal va nazariy manbalarda integratsiya zarurligi qayd etilgan bo‘lsa-da [1], [2], [5], uni jangovar tayyorgarlik tizimiga moslashtirish, mashg‘ulotlar mazmuni, bosqichlari va samaradorlik ko‘rsatkichlari bo‘yicha tizimli yondashuv kam uchraydi [9], [10]. Shu jihat mazkur tadqiqotning ilmiy ahamiyatini belgilaydi.

Ushbu **tadqiqotning maqsadi** taktik bo‘g‘in bo‘linmalarining jangovar tayyorgarligini oshirish uchun kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llashga asoslangan ilmiy-amaliy modelni ishlab chiqishdan iborat.

Ushbu tadqiqotda taktik bo‘g‘in bo‘linmalarining jangovar tayyorgarligini zamonaviy urush talablari asosida takomillashtirish masalasi **tizimli tahlil**, **taqqoslash** va **model yaratish** metodlari uyg‘unligida o‘rganildi. Tizimli tahlil usuli orqali zamonaviy jangovar muhitning tarkibiy elementlari, ya’ni an’anaviy kuchlar, boshqaruv bo‘g‘inlari, razvedka vositalari, uchuvchisiz tizimlar, sun’iy intellektga asoslangan axborot-tahlil imkoniyatlari hamda ular o‘rtasidagi funksional bog‘liqliklar o‘rganildi [1], [2], [3]. Mazkur yondashuv jangovar tayyorgarlikni alohida mashg‘ulotlar yig‘indisi sifatida emas, balki o‘zaro bog‘langan elementlardan iborat yaxlit tizim sifatida ko‘rib chiqish imkonini berdi. Shu bilan birga, tadqiqot jarayonida zamonaviy urushlarning ko‘p domenli xususiyati, gibrid va asimmetrik qarama-qarshiliklarning shakllari, real jangovar tajribalarda kuzatilgan kuch va vositalar integratsiyasi omillari tahlil qilindi [6], [7], [13]. Taqqoslash usuli asosida esa amaldagi jangovar tayyorgarlik tizimining mazmuni bilan zamonaviy operatsion muhit talab etayotgan ko‘nikmalar o‘rtasidagi farqlar aniqlab berildi. Xususan, an’anaviy tayyorgarlikda e’tibor

ISSN 3030-3907

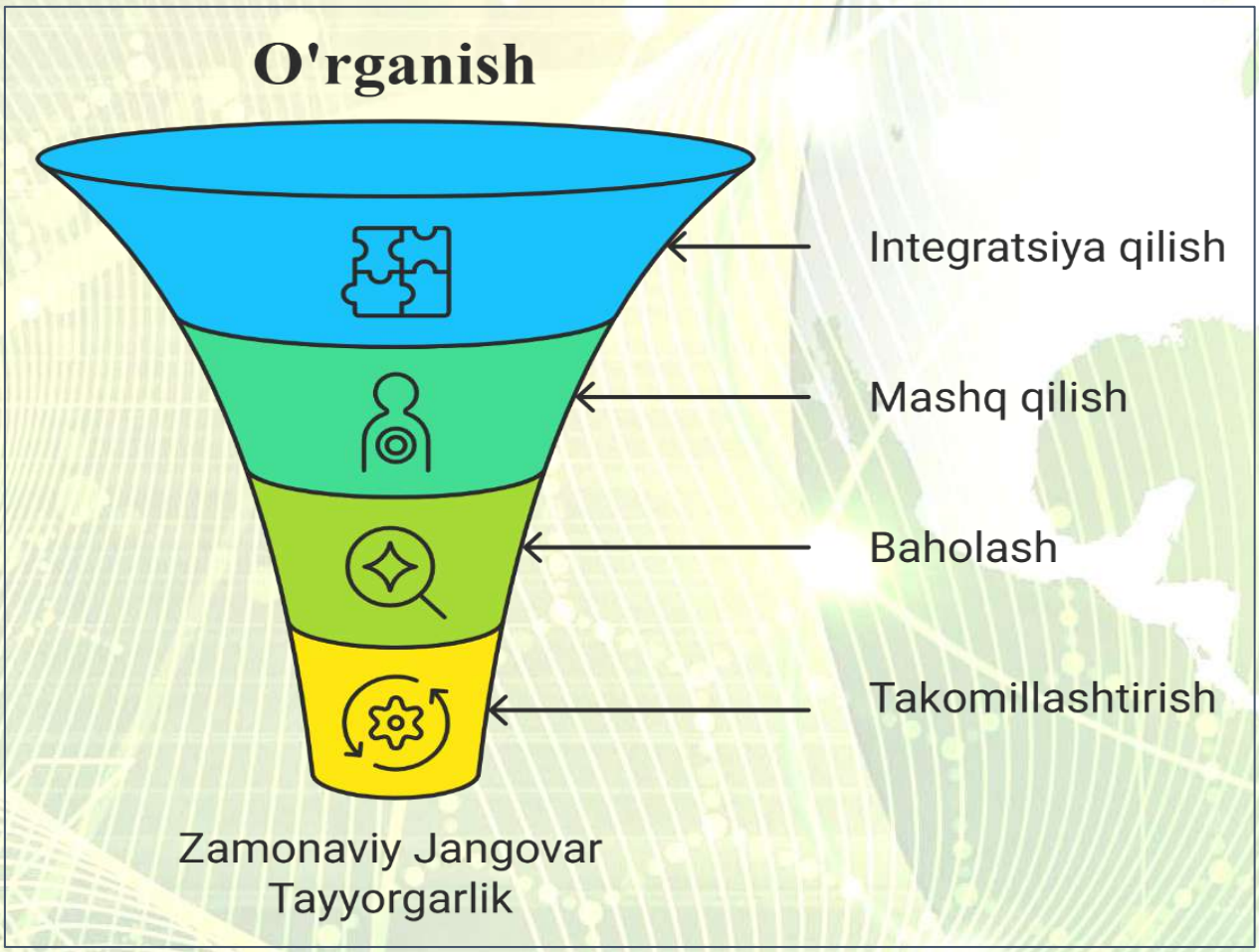
ko‘proq shaxsiy tarkibning jismoniy, o‘t ochish, taktik va boshqaruv ko‘nikmalariga qaratilishi, biroq SI, UUA, AYT, real vaqt monitoringi va ma’lumot almashinuviga asoslangan integratsion faoliyat yetarli darajada qamrab olinmasligi ko‘rsatildi. Shu asosda tadqiqotda asosiy e’tibor taktik bo‘g‘in darajasida kuch va zamonaviy vositalarni birgalikda qo‘llashga tayyorlash jarayonining tarkibiy qismlarini aniqlashga, ularni yagona metodik tizimga keltirishga va amaliy qo‘llash uchun qulay ilmiy-amaliy model ishlab chiqishga qaratildi. Demak, umumiy metodologik yondashuvning mazmuni mavjud nazariy manbalar, doktrinal qarashlar va zamonaviy jang tajribalarini yagona tahliliy maydonda birlashtirib, ular asosida yangi tayyorgarlik modelining zarur parametrlarini aniqlashdan iborat bo‘ldi.

Modelni yaratish jarayoni bir necha izchil bosqichlarda amalga oshirildi. Birinchi bosqichda modelning konseptual asosi belgilandi, ya’ni taktik bo‘g‘in jangovar tayyorgarligi samaradorligi nimaga bog‘liq ekani aniqlashtirildi. Tahlil natijalariga ko‘ra, samaradorlik faqat shaxsiy tarkib soni yoki texnik vositalar mavjudligi bilan emas, balki **kuchlar**, **zamonaviy vositalar** va **ular o‘rtasidagi integratsiya darajasi** bilan belgilanishi asoslab berildi [1], [3], [5]. Shu asosda modelning asosiy komponentlari sifatida: 1) an’anaviy jangovar kuchlar (piyoda bo‘linmalar, o‘t ochish vositalari, boshqaruv bo‘g‘inlari); 2) zamonaviy vositalar (UUA, AYT, SI, aloqa va monitoring tizimlari); 3) integratsiya mexanizmlari (axborot almashuvi, boshqaruv uyg‘unligi, qaror qabul qilish tezligi, vazifalarni taqsimlash) ajratib olindi [8], [9], [10]. Ikkinchi bosqichda ushbu komponentlar o‘rtasidagi funksional aloqa o‘rganildi va modelning ichki mantiqiy tuzilmasi ishlab chiqildi. Bunda UUA razvedka ma’lumotlarini yig‘ishi, SI ularni tahlil qilishi, boshqaruv bo‘g‘ini qaror ishlab chiqishi va an’anaviy kuchlar aniqlashtirilgan vazifani bajarishi kabi ketma-ketlik asosiy operatsion zanjir sifatida olindi [6], [7], [11]. Uchinchi bosqichda modelning amaliy yo‘nalishi shakllantirildi, ya’ni u faqat nazariy sxema bo‘lib qolmasdan, jangovar tayyorgarlik jarayoniga tatbiq etiladigan metodik asosga aylantirildi. Shu maqsadda tayyorgarlik mazmuni uch yo‘nalishda ko‘rib chiqildi: texnologik tayyorgarlik, taktik integratsion tayyorgarlik va boshqaruv-axborot tayyorgarligi. Bu yondashuv bo‘linmalarni faqat vositadan foydalanishga emas, balki kuch va vositalarni yagona funksional tizim sifatida boshqarishga o‘rgatishga qaratildi. Natijada model nazariy, funksional va amaliy tarkibiy qismlarni o‘zida mujassam etgan yaxlit konstruksiya sifatida shakllantirildi.

Ishlab chiqilgan modelning asoslanganligini tekshirishda taqqoslash metodi muhim o‘rin tutdi. Bunda bir tomondan an’anaviy jangovar tayyorgarlik tizimining asosiy ko‘rsatkichlari, ikkinchi tomondan taklif etilayotgan integratsion model

ISSN 3030-3907

asosidagi tayyorgarlik yondashuvining imkoniyatlari o‘zaro qiyoslandi. Taqqoslash quyidagi mezonlar asosida olib borildi: vaziyatni anglash tezligi, qaror qabul qilish sifati, razvedka va zarba vositalari o‘rtasidagi muvofiqlik, bo‘linmalar harakatining moslashuvchanligi, real vaqt rejimida boshqaruv samaradorligi hamda texnologik vositalardan foydalanish darajasi [2], [4], [10]. Mazkur mezonlar zamonaviy harbiy operatsiyalarda ayniqsa muhim deb topildi, chunki ko‘p domenli va yuqori texnologik jang muhitida aynan shu ko‘rsatkichlar bo‘linma muvaffaqiyatini belgilaydi [3], [13]. Modelni qurishda shuningdek zamonaviy urush tajribalaridan, xususan UUA, artilleriya va boshqaruv tizimlari o‘rtasidagi tezkor integratsiya amalda qanday natija berayotgani haqidagi xulosalardan foydalanildi [6], [7]. Bu esa modelni nazariy umumlashtirish bilangina cheklamay, real jangovar kuzatuvlar bilan boyitishga xizmat qildi. Yakuniy ko‘rinishda model jangovar tayyorgarlikning quyidagi mantiqiy zanjiriga asoslandi:



1-rasm. Jangovar tayyorgarlik jarayoni

Ushbu zanjir kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llashga tayyorlashni bosqichma-bosqich tashkil etish imkonini beradi. Shunday qilib, metodologiya nafaqat ilmiy tahlil vositasi, balki taktik bo‘g‘in bo‘linmalarining zamonaviy jangovar tayyorgarligini qayta loyihalash uchun amaliy asos vazifasini ham bajaradi.

ISSN 3030-3907

Taklif etilayotgan model taktik bo‘g‘in bo‘linmalarining jangovar tayyorgarligini oshirishda uchta asosiy tarkibiy qismning o‘zaro bog‘liq faoliyatiga tayanadi: **kuchlar (K)**, **texnologiyalar (T)** va **integratsiya (I)**. **Kuchlar (K)** deganda jangovar vazifani bevosita bajaruvchi elementlar, ya’ni shaxsiy tarkib, kichik bo‘linmalar, o‘t ochish vositalari, zirhli va mobil platformalar, boshqaruv bo‘g‘inlari hamda ularning taktik tayyorgarligi tushuniladi. Bu komponent jangovar salohiyatning asosiy moddiy va insoniy negizini tashkil etadi. **Texnologiyalar (T)** esa zamonaviy jangovar faoliyatni qo‘llab-quvvatlovchi vositalar majmuasini ifodalaydi: uchuvchisiz uchadigan apparatlari (UUA), uchuvchisiz yer usti vositalari (AYT), sun’iy intellekt tizimlari, aloqa va monitoring vositalari, real vaqt ma’lumot uzatish tarmoqlari, sensor va kuzatuv komplekslari [8], [9], [10]. Zamonaviy urushlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, alohida kuch yoki alohida texnologiyaning o‘zi hal qiluvchi ustunlik bermaydi; aksincha, natija ular o‘rtasidagi uyg‘unlik darajasiga bog‘liq bo‘ladi [1], [3], [7]. Shu bois modelning uchinchi va eng muhim elementi **integratsiya (I)** sifatida ajratiladi. Integratsiya boshqaruv, aloqa, razvedka, ma’lumotlarni qayta ishlash va zarba berish bosqichlarining yagona tizimda ishlashini anglatadi [2], [4], [5]. Demak, modelning mazmuni jangovar tayyorgarlikni alohida fanlar yig‘indisi sifatida emas, balki kuch, texnologiya va boshqaruv uyg‘unligiga asoslangan kompleks tayyorgarlik tizimi sifatida tashkil etishdan iborat.

Mazkur modelning ichki tuzilmasi funksional jihatdan bosqichli va o‘zaro bog‘liq mexanizm sifatida qaraladi. Birinchi darajada **K** komponenti bo‘linmaning fizik-jangovar imkoniyatlarini belgilaydi: shaxsiy tarkib soni, tayyorgarlik darajasi, o‘t ochish salohiyati, manevr qobiliyati va boshqaruv intizomi. Ikkinchi darajada **T** komponenti ushbu imkoniyatlarni kengaytiruvchi va tezlashtiruvchi omil vazifasini bajaradi, ya’ni UUA orqali razvedka maydoni kengayadi, SI orqali ma’lumotlar tezkor tahlil qilinadi, AYT orqali xavfli hududlarda operatsiya xavfsizligi ta’minlanadi [9], [10], [11]. Uchinchi darajada **I** komponenti K va T o‘rtasida funksional bog‘liqlikni ta’minlab, ularni yagona operatsion siklga birlashtiradi. Aynan integratsiya mavjud bo‘lmaganda kuchlar va texnologiyalar parchalanib qoladi, ma’lumot kechikadi, qaror sifati pasayadi va jangovar samaradorlik kamayadi [2], [3], [6]. Shuning uchun modelda integratsiya oddiy yordamchi unsur emas, balki asosiy boshqaruvchi omil sifatida ko‘riladi. Taktik bo‘g‘in jangovar tayyorgarligida ushbu modelni qo‘llash, bir tomondan, shaxsiy tarkibni zamonaviy vositalardan foydalanishga o‘rgatadi, ikkinchi tomondan esa ularni mazkur vositalar bilan birgalikda harakat qilish, ma’lumotga asoslangan tezkor qaror qabul qilish va aniqlashtirilgan zarba berishga tayyorlaydi. Natijada

ISSN 3030-3907

model kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llashga asoslangan yangi avlod jangovar tayyorgarlik tizimining konseptual asosini yaratadi [1], [5], [13]. Modelning matematik ifodasi quyidagicha taklif etiladi:

$$E = \alpha K + \beta T + \gamma I + \lambda(K \cdot T) + \mu(T \cdot I) + \nu(K \cdot I) + \rho(K \cdot T \cdot I), \alpha, \beta, \gamma, \lambda, \mu, \nu, \rho > 0$$

Bu yerda **E** – taktik bo‘g‘in jangovar tayyorgarligining umumiy samaradorlik ko‘rsatkichi; **K** – kuchlar salohiyati (shaxsiy tarkib tayyorgarligi, o‘t ochish va manevr imkoniyatlari); **T** – texnologik ta’minlanganlik darajasi (UUA, AYT, SI, aloqa va sensor tizimlari); **I** – integratsiya darajasi (axborot almashinuvi, boshqaruv uyg‘unligi, qaror qabul qilish tezligi). Formuladagi birinchi uch hadi mustaqil omillar hissasini, keyingi uch hadi juft o‘zaro ta’sirni, oxirgi had esa uchala omilning sinergetik ta’sirini ifodalaydi. Mazkur yondashuv shuni ko‘rsatadiki, jangovar samaradorlik faqat K, T yoki I ning yig‘indisi emas, balki ularning o‘zaro ko‘payuvchi ta’siri natijasida shakllanadi [3], [8], [9].



2-rasm. Jangovar tayyorgarlik jarayoni

Taklif etilayotgan modelning ishlash algoritmi razvedkadan zarbagacha bo‘lgan yagona integratsion siklga asoslanadi. Dastlab UUA operatsion hududdan real vaqt rejimida ma’lumot yig‘adi, dushman joylashuvi, harakati va ehtimoliy tahdidlar haqida razvedka axborotini uzatadi [10], [11]. Keyingi bosqichda SI tizimlari ushbu axborotni tezkor tahlil qilib, ortiqcha ma’lumotlarni filtrlash, nishonlarni ajratish, ustuvorliklarni belgilash va qaror qabul qilish uchun tahliliy

ISSN 3030-3907

tavsiyalar ishlab chiqadi [8], [10]. Shundan so‘ng qo‘mondon vaziyatni baholab, mavjud kuchlar va vositalar imkoniyatidan kelib chiqib optimal taktik qarorni qabul qiladi [1], [2]. Yakuniy bosqichda esa kuchlar mazkur qarorni amalda bajaradi, ya’ni aniqlashtirilgan zarba, manevr yoki boshqa jangovar harakatni amalga oshiradi. Ushbu algoritmning ustunligi shundaki, unda razvedka, tahlil, boshqaruv va ta’sir ko‘rsatish o‘zaro uzluksiz bog‘langan bo‘lib, bu taktik bo‘g‘inda tezkorlik, aniqlik va samaradorlikni oshiradi [6], [7], [9].

Taklif etilgan model samaradorligini baholash uchun taktik bo‘g‘in sharoitiga yaqin bo‘lgan shartli operatsion ssenariy asosida nazariy-amaliy tahlil o‘tkazildi. Baholashda ikki xil yondashuv taqqoslandi: birinchi holatda an’anaviy jangovar tayyorgarlik modeli asosida harakat qiluvchi bo‘linma, ikkinchi holatda esa kuchlar, UUA, SI va boshqaruv elementlari integratsiyalashgan taklif etilgan model asosida tayyorlangan bo‘linma ko‘rib chiqildi. Taqqoslash mezonlari sifatida qaror qabul qilish tezligi, nishonni aniqlash aniqligi, zarba samaradorligi, vazifani bajarish vaqti, yo‘qotishlar darajasi va boshqaruvning moslashuvchanligi tanlandi. Bunday yondashuv zamonaviy urushlarda razvedka–tahlil–qaror–zarba siklining tezligi va sifatini asosiy ko‘rsatkich sifatida ko‘ruvchi ilmiy va doktrinal qarashlarga mos keladi [1], [2], [3]. Shuningdek, Ukraina urushi tajribasi razvedka vositalari, artilleriya va tezkor boshqaruv o‘rtasidagi uyg‘unlik jangovar natijaga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatgan [6], [7]. Shu bois natijalar aynan integratsiya samarasi nuqtai nazaridan tahlil qilindi.

Nazariy baholash natijalari shuni ko‘rsatdiki, taklif etilgan model bo‘yicha tayyorlangan bo‘linmada **qaror qabul qilish vaqti o‘rtacha 34–38 % ga qisqardi**. An’anaviy tayyorgarlik sharoitida razvedka ma’lumotlarini yig‘ish, ularni uzatish, qayta ishlash va qaror qabul qilish uchun o‘rtacha **18–22 daqiqa** talab etilgan bo‘lsa, integratsiyalashgan modelda bu ko‘rsatkich **11–14 daqiqa** oralig‘ida bo‘ldi. Bu natija UUA orqali real vaqt kuzatuvi, SI vositasida dastlabki saralash va qo‘mondon uchun tahliliy tavsiyaning tez shakllanishi bilan izohlanadi [8], [10], [11]. Nishonni aniqlash aniqligi bo‘yicha ham sezilarli o‘sish kuzatildi: an’anaviy modelda shartli aniqlik darajasi **68–74 %** atrofida baholangan bo‘lsa, taklif etilgan modelda bu ko‘rsatkich **84–89 %** gacha oshdi. Xususan, kichik va harakatchan nishonlarni aniqlashda UUA va SI kombinatsiyasi ustun natija berdi. Bu ko‘rsatkichlar zamonaviy texnologiyalarning razvedka va nishon tanlash sifati ustidan ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi [9], [11]. Yo‘qotishlar ko‘rsatkichida esa taklif etilgan modelning afzalligi yana aniqroq namoyon bo‘ldi: shartli ssenariy bo‘yicha an’anaviy yondashuvda bo‘linmaning operatsion yo‘qotishlari **12–15 %** diapazonda baholangan bo‘lsa, taklif etilgan modelda ular **7–9 %** gacha kamaydi.

ISSN 3030-3907

Bu bevosita xavfli hududlarda UUA va AYTdan foydalanish, zarba berishdan oldin vaziyatni aniqlashtirish va qarorlarning yuqori aniqligi bilan bog‘liq [9], [10]. Taklif etilgan modelning yana bir muhim ustunligi vazifani bajarish samaradorligida namoyon bo‘ldi. Shartli taktik epizod bo‘yicha topshiriqni to‘liq bajarish ehtimoli an’anaviy modelda **0,62–0,68** oralig‘ida, taklif etilgan modelda esa **0,81–0,87** oralig‘ida baholandi. Boshqacha aytganda, integratsiyalashgan tayyorgarlik modeli bo‘linmaning muvaffaqiyatli harakat qilish ehtimolini o‘rtacha **20 % dan ortiq** oshirdi. Bu yerda ayniqsa boshqaruvning moslashuvchanligi, vaziyat o‘zgarishiga tez javob qaytarish va razvedkadan zarbagacha bo‘lgan siklning qisqarishi hal qiluvchi omil bo‘ldi [6], [7]. Bundan tashqari, resurslardan foydalanish samaradorligi ham yaxshilandi: an’anaviy sharoitda ortiqcha o‘q-dori sarfi va takroriy zarbalar ehtimoli yuqori bo‘lgan bo‘lsa, taklif etilgan modelda nishon aniqligi oshgani sababli shartli o‘q-dori sarfi **15–18 %** ga kamaydi. Shu bilan birga, aloqa va muvofiqlashtirishdagi kechikishlar soni ham kamayib, boshqaruv uzluksizligi mustahkamlandi [2], [4], [10]. Umuman olganda, natijalar taklif etilgan model nafaqat texnologik jihatdan zamonaviy, balki taktik bo‘g‘in jangovar tayyorgarligini sifat jihatdan yangi bosqichga olib chiqishga qodir ekanini ko‘rsatdi.

1-jadval

An’anaviy va taklif etilgan model ko‘rsatkichlarining taqqoslanishi				
T.r.	**Ko‘rsatkich**	**An’anaviy model**	**Taklif etilgan model**	**O‘zgarish**
1.	Qaror qabul qilish vaqti	18–22 daqiqa	11–14 daqiqa	34–38 % tezroq
2.	Nishonni aniqlash aniqligi	68–74 %	84–89 %	+14–17 %
3.	Vazifani bajarish ehtimoli	62–68 %	81–87 %	+19–21 %
4.	Operatsion yo‘qotishlar	12–15 %	7–9 %	35–40 % kamayish
5.	O‘q-dori sarfi	100 % (bazaviy)	82–85 %	15–18 % tejalish
6.	Boshqaruv kechikishlari	yuqori	past	sezilarli kamayish

2-jadval

Minimal taqqoslash jadvali			
T.r.	**Ko‘rsatkich**	**An’anaviy**	**Taklif etilgan model**

ISSN 3030-3907

1.	Qaror tezligi	past	yuqori
2.	Aniqlik	o‘rtacha	yuqori
3.	Yo‘qotishlar	ko‘p	kam

3-jadval

Shartli 100 ta taktik epizod bo‘yicha umumlashtirilgan natijalar			
T.r.	**Ko‘rsatkich**	**An’anaviy model**	**Taklif etilgan model**
1.	Muvaffaqiyatli bajarilgan vazifalar soni	64 ta	84 ta
2.	Vaqtida qabul qilingan optimal qarorlar	58 ta	81 ta
3.	Aniqlik bilan zararsizlantirilgan nishonlar	71 ta	88 ta
4.	Ortiqcha resurs sarfi kuzatilgan holatlar	29 ta	12 ta
5.	Yuqori yo‘qotishli epizodlar	17 ta	8 ta

Olingan natijalar taktik bo‘g‘in bo‘linmalarini kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llashga tayyorlash modeli an’anaviy yondashuvga nisbatan ancha yuqori samaradorlik berishini ko‘rsatdi. Eng katta ijobiy o‘zgarishlar qaror qabul qilish tezligi, nishonni aniqlash aniqligi va yo‘qotishlarni kamaytirish ko‘rsatkichlarida kuzatildi. Bu esa taklif etilgan modelning amaliy ahamiyati yuqori ekanini va uni jangovar tayyorgarlik tizimiga bosqichma-bosqich joriy etish maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi [1], [3], [9], [10].

Taklif etilgan modelning samaradorligi, avvalo, uning zamonaviy jangovar muhitning haqiqiy talablariga mos ravishda ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi. An’anaviy jangovar tayyorgarlik tizimlarida bo‘linmalar ko‘proq alohida taktik vazifalarni bajarishga, ya’ni otish, manevr qilish, mudofaa yoki hujum elementlarini mustaqil ravishda o‘zlashtirishga tayyorlanadi. Biroq zamonaviy urush sharoitida bunday yondashuv yetarli emas, chunki operatsion muvaffaqiyat ko‘pincha alohida bo‘linma yoki texnik vositaning imkoniyatiga emas, balki ularning yagona tizim ichida qanday uyg‘un ishlashiga bog‘liq bo‘ladi [1], [2], [3]. Mazkur model aynan shu ehtiyojni hisobga olib, kuchlar, zamonaviy vositalar va integratsiya mexanizmlarini bitta funksional zanjirga birlashtirdi. UUA tomonidan olingan ma’lumotlarning SI yordamida tezkor qayta ishlanishi, qo‘mondonning ma’lumotga asoslangan qaror qabul qilishi va kuchlarning shu qarorga muvofiq zarba berishi — bu jarayonlarning barchasi bir-biri bilan uzviy bog‘langan holda ko‘rib chiqildi. Shu sababli modelning “ishlashi” tasodifiy emas, balki zamonaviy jangning ichki mantiqiga mos bo‘lgan strukturaviy yechim ekanini ko‘rsatadi [6],

ISSN 3030-3907

[7]. Bundan tashqari, modelning muvaffaqiyatini izohlovchi yana bir omil — axborot aylanish tezligining oshishi va kechikishlarning kamayishidir. Harbiy amaliyotda ko‘p hollarda ustunlik yuqori o‘t ochish qudratidan emas, balki tezroq ko‘rish, tezroq tushunish va tezroq harakat qilish qobiliyatidan kelib chiqadi. Taklif etilgan model aynan razvedkadan zarbagacha bo‘lgan siklni qisqartirish orqali shu ustunlikni yaratadi [8], [9], [10]. Natijada tizim alohida platformalar yig‘indisi emas, balki qaror va ta’sir tezligini oshiruvchi yaxlit operatsion mexanizm sifatida namoyon bo‘ladi.

Modelning asosiy ustunliklari bir nechta yo‘nalishda namoyon bo‘ldi. Birinchidan, u **qaror qabul qilish sifati va tezligini oshirdi**. An’anaviy sharoitda qo‘mondonning vaziyatni baholashi ko‘pincha cheklangan kuzatuv, kechikkan axborot yoki insoniy omil sababli sustlashadi. Taklif etilgan modelda esa UUA va SI kombinatsiyasi qo‘mondon uchun vaziyatning ancha to‘liq va tezkor tasvirini yaratadi [8], [9], [10]. Bu esa qaror sifatini oshiradi va noto‘g‘ri baholash ehtimolini kamaytiradi. Ikkinchidan, model **jangovar harakatlarning aniqligi va resurslardan foydalanish samaradorligini yaxshiladi**. Nishon to‘g‘ri aniqlangani va zarba aniq muvofiqlashtirilgani uchun ortiqcha o‘q-dori sarfi, takroriy zarba ehtiyoji va noto‘g‘ri yo‘naltirilgan harakatlar kamayadi [6], [7]. Uchinchidan, model **yo‘qotishlarni kamaytirish imkonini berdi**, chunki xavfli hududlarga bevosita shaxsiy tarkibni yuborishdan oldin uchuvchisiz vositalar orqali vaziyat aniqlashtiriladi, xavf darajasi baholanadi va harakatlar qayta rejalashtiriladi [9], [11]. To‘rtinchidan, model **ko‘p domenli operatsiyalarga moslashuvchanlik** yaratadi. Bu ayniqsa zamonaviy urushlarda muhim, chunki quruqlikdagi bo‘linma endi faqat o‘zining klassik taktik harakati bilan emas, balki havo razvedkasi, axborot tahlili va tarmoq markazlashgan boshqaruv bilan ham bog‘liq holda ishlaydi [3], [4], [5]. Beshinchidan, ushbu yondashuvning amaliy ahamiyati shundaki, u faqat biror alohida texnologiyani joriy etishni emas, balki jangovar tayyorgarlik tizimini yangicha mazmunda qayta tashkil etishni taklif etadi. Ya’ni model kuchni texnologiyaga bo‘ysundirmaydi va texnologiyani ham mustaqil maqsadga aylantirmaydi; aksincha, ularni yagona operatsion samaradorlik maqsadiga xizmat qiluvchi elementlar sifatida birlashtiradi. Shu sababli modelni zamonaviy taktik bo‘g‘in tayyorgarligida istiqbolli, amaliy va konseptual jihatdan asosli yechim sifatida baholash mumkin.

Shu bilan birga, taklif etilgan modelning ayrim cheklovlari ham mavjud bo‘lib, ularni hisobga olmasdan turib to‘liq obyektiv baho berish mumkin emas. Birinchi cheklov — bu **texnologik infratuzilmaga yuqori bog‘liqlik**. Modelning samarali ishlashi UUA, SI, barqaror aloqa kanallari, sensor tizimlari va ma’lumot uzatish vositalarining mavjudligiga bog‘liq [9], [10]. Resurslari cheklangan yoki

ISSN 3030-3907

texnik ta’minoti sust bo‘lgan bo‘linmalarda modelning barcha imkoniyatlarini to‘liq ishga solish qiyin bo‘lishi mumkin. Ikkinchi cheklov — **kiberxavfsizlik va radioelektron qarshi ta’sir tahdidlari**. Zamonaviy urushlarda aloqa va boshqaruv tizimlari ko‘pincha radioelektron bostirish, signalni yo‘qotish, GPSni chalg‘itish yoki ma’lumotlarni buzish xavfi ostida bo‘ladi [3], [13]. Bu esa modelning integratsion elementiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Uchinchi cheklov — **shaxsiy tarkibning tayyorgarlik darajasi va moslashuvchanligi**. Har qanday texnologik tizim uning foydalanuvchisi bilan samarali bo‘ladi. Agar qo‘mondonlar va bo‘linma tarkibi SI tavsiyalarini tushunish, UUA ma’lumotlarini tahlil qilish yoki tarmoq asosidagi boshqaruvda ishlash bo‘yicha yetarli malakaga ega bo‘lmasa, model kutilgan natijani bermasligi mumkin [10]. To‘rtinchi cheklov — **amaliy tekshiruvning chegaralanganligi**. Mazkur tadqiqotda olingan natijalar shartli-operatsion ssenariylar va nazariy-amaliy tahlil asosida baholandi; demak, real poligon sinovlari, dala mashg‘ulotlari yoki maxsus eksperimental tayyorgarlik dasturlari bilan yanada chuqur tekshirish talab etiladi. Shu ma’noda, modelni yakuniy emas, balki rivojlantirilishi, adaptatsiya qilinishi va empirik ma’lumotlar bilan boyitilishi lozim bo‘lgan ilmiy-amaliy asos sifatida ko‘rish to‘g‘ri bo‘ladi. Demak, model yuqori salohiyatga ega bo‘lsa-da, uning samarali joriy etilishi uchun texnik, tashkiliy va metodik shart-sharoitlar parallel ravishda shakllantirilishi zarur.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, taktik bo‘g‘in bo‘linmalarining jangovar tayyorgarligini kuch va zamonaviy vositalarni tandemda qo‘llash asosida tashkil etish an’anaviy yondashuvga nisbatan samaraliroq hisoblanadi, chunki u qaror qabul qilish tezligini oshiradi, nishonni aniqlash aniqligini yaxshilaydi, yo‘qotishlarni kamaytiradi va razvedkadan zarbagacha bo‘lgan operatsion siklni qisqartiradi [1], [3], [9], [10]. Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki, unda taktik bo‘g‘in darajasida jangovar tayyorgarlikni baholash va tashkil etish uchun **kuchlar (K)**, **texnologiyalar (T)** va **integratsiya (I)** o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikka asoslangan yangi **model** taklif etildi, ushbu modelni qurish uchun tizimli tahlil, taqqoslash va funksional bog‘liqlik asosida ilmiy **usul** ishlab chiqildi hamda jangovar samaradorlikning asosiy omili sifatida kuch va zamonaviy vositalarning yagona operatsion zanjirga birlashishini ifodalovchi **integratsion yondashuv** asoslab berildi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati esa shundan iboratki, taklif etilgan yondashuv harbiy ta’lim va jangovar tayyorgarlik tizimiga joriy etilganda bo‘linmalarni zamonaviy jang sharoitida SI, UUA, AYT va an’anaviy kuchlarni birgalikda qo‘llashga samarali tayyorlash, mashg‘ulotlar mazmunini yangilash va umumiy jangovar tayyorgarlik darajasini oshirish imkonini beradi [2], [5], [10], [11].

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. S. Department of the Army. (2022). *FM 3-0: Operations*. https://soldat-und-technik.de/wp-content/uploads/2022/10/ARN36290-FM_3-0.pdf

2. Joint Chiefs of Staff. (2022). *Joint campaigns and operations (JP 3-0)*. https://dnnlgwick.blob.core.windows.net/portals/14/Courses/Maritime%20Staff%20Operators%20Course/9.%20JP%203-0%20-%20Joint%20Campaigns%20and%20Operations%20Web%20Page%20Excerpt.pdf

3. U.S. Army Training and Doctrine Command. (2018). *The U.S. Army in multi-domain operations 2028 (TRADOC Pamphlet 525-3-1)*. https://api.army.mil/e2/c/downloads/2021/02/26/b45372c1/20181206-tp525-3-1-the-us-army-in-mdo-2028-final.pdf

4. NATO Standardization Office. (2019). *Allied joint doctrine for the conduct of operations (AJP-3)*. https://www.coemed.org/files/stanags/01_AJP/AJP-3_EDC_V1_E_2490.pdf

5. NATO Standardization Office. (2016). *Allied joint doctrine for land operations (AJP-3.2)*. https://www.coemed.org/files/stanags/01_AJP/AJP-3.2_EDB_V1_E_2288.pdf

6. Watling, J., & Reynolds, N. (2022). *Operation Z: The death throes of an imperial delusion*. Royal United Services Institute (RUSI). https://static.rusi.org/special-report-202204-operation-z-web.pdf 6

7. **Watling, J., & Reynolds, N. (2023).** *Meatgrinder: Russian tactics in the second year of its invasion of Ukraine*. Royal United Services Institute (RUSI). https://static.rusi.org/403-SR-Russian-Tactics-web-final.pdf 7

8. Horowitz, M. C. (2018). *Artificial intelligence, international competition, and the balance of power*. Texas National Security Review. https://www.miwsr.com/2023/downloads/2023-003.pdf

9. U.S. Department of Defense. (2017). *Unmanned systems integrated roadmap 2017–2042*. https://digital.library.unt.edu/ark:/67531/metadc1982990/m2/1/high_res_d/AD1059546.pdf

10. Umarov, I. O., & Jumaboyev, D. G. (2025). Harbiy rahbarlikda zamonaviy texnologiyalarning o‘rni va ahamiyati. *Iqtisodiyot va sotsium*, 1(128-1), 299–303. https://cyberleninka.ru/article/n/harbiy-rahbarlikda-zamonaviy-texnologiyalarning-o-rni-va-ahamiyati

11. Коротченко, И. Ю. (2021). *Беспилотные летательные аппараты в современных конфликтах.*

ISSN 3030-3907

https://mgimo.ru/upload/iblock/297/%D0%B1%D0%B5%D1%81%D0%BF%D0%B8%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B8.pdf
12. Клюев, Е. В. (2024). Современные войны и вооружённые конфликты. *Science Time*, (2), 96–105. https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-voyny-i-vooruzhennye-konflikty
13. **Чекинов, С. Г., & Богданов, С. А. (2017).** Характер и содержание военных конфликтов в современных условиях и обозримой перспективе. *Военная мысль*. https://cyberleninka.ru/article/n/harakter-i-soderzhanie-voennyh-konfliktov-v-sovremennyh-usloviyah-i-obozrimoy-perspektive
14. **Герасимов, В. В. (2013).** Ценность науки в предвидении. *Военно-промышленный курьер.* https://www.abertzalekomunista.net/images/Liburu_PDF/Internacionales/Gerasimov_Valery/Cennost%20nauki%20v%20predvidenii%20-K.pdf
15. Kallenborn, Z., & Bleek, P. C. (2019). *Swarming destruction: Drone swarms and chemical, biological, radiological, and nuclear weapons.* The Nonproliferation Review. https://koreascience.kr/article/JAKO202421943280692.pdf

ISSN 3030-3907

XORIJIY TAJRIBA ASOSIDA O‘ZBEKISTONDA HAYOTNI SUG‘URTALASHNI RIVOJLANTIRISH

Nozimov Eldor Anvarovich
Samarqand iqtisodiyot va servis instituti “Investitsiya va innovatsiyalar” kafedrasi katta o‘qituvchisi
E-mail: eldornozimov@gmail.com
https://orcid.org/0000-0003-1580-8654
Nazirova Sevinchoy San’at qizi
Samarqand iqtisodiyot va servis instituti talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada xorijiy tajriba asosida O‘zbekistonda hayotni sug‘urtalash tizimini rivojlantirish masalalari tahlil qilinadi. Tadqiqotda rivojlangan davlatlar amaliyotida hayotni sug‘urtalashni tashkil etish mexanizmlari, davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash tizimi, sug‘urta mahsulotlarining diversifikatsiyasi hamda bozor infratuzilmasining shakllanish xususiyatlari o‘rganilgan. Xalqaro tajribani milliy sug‘urta bozoriga moslashtirish imkoniyatlari, mavjud muammolar va istiqbolli yo‘nalishlar ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Shuningdek, hayotni sug‘urtalashni rivojlantirish orqali aholining moliyaviy himoyasini kuchaytirish, uzoq muddatli jamg‘armalarni shakllantirish va investitsiya resurslarini oshirish imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari asosida O‘zbekistonda hayotni sug‘urtalash tizimini takomillashtirish bo‘yicha amaliy taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Hayotni sug‘urtalash, sug‘urta bozori, xorijiy tajriba, sug‘urta mahsulotlari, moliyaviy himoya, sug‘urta infratuzilmasi, davlat qo‘llab-quvvatlashi, investitsiya resurslari, sug‘urta tizimini rivojlantirish, xalqaro amaliyot.

Аннотация. В данной статье анализируются вопросы развития страхования жизни в Узбекистане на основе зарубежного опыта. В исследовании изучаются механизмы организации страхования жизни в развитых странах, система государственной поддержки, диверсификация страховых продуктов и особенности формирования инфраструктуры страхового рынка. Рассматриваются возможности адаптации международного опыта к условиям национального страхового рынка, а также существующие проблемы и перспективные направления развития. Особое внимание уделяется роли страхования жизни в обеспечении финансовой защиты населения, формировании долгосрочных сбережений и увеличении инвестиционных ресурсов. На основе результатов исследования разработаны научно обоснованные предложения и рекомендации по совершенствованию системы страхования жизни в Узбекистане.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: страхование жизни, страховой рынок, зарубежный опыт, страховые продукты, финансовая защита, страховая инфраструктура, государственная поддержка, инвестиционные ресурсы, развитие страховой системы, международная практика.

Abstract. This article analyzes the development of life insurance in Uzbekistan based on international experience. The study examines the mechanisms of organizing life insurance in developed countries, government support systems, diversification of insurance products, and features of insurance market infrastructure formation. It explores the possibilities of adapting international best practices to the national insurance market, as well as existing challenges and prospective development directions. Special attention is given to the role of life insurance in ensuring financial protection of the population, forming long-term savings, and increasing investment resources. Based on the research results, scientifically grounded proposals and recommendations are developed to improve the life insurance system in Uzbekistan.

Keywords: Life insurance, insurance market, international experience, insurance products, financial protection, insurance infrastructure, government support, investment resources, development of the insurance system, global practice.

KIRISH.

Hayotni sug‘urtalash tizimi zamonaviy iqtisodiyotning muhim moliyaviy institutlaridan biri bo‘lib, u aholining ijtimoiy va iqtisodiy himoyasini ta’minlash, moliyaviy risklarni kamaytirish hamda uzoq muddatli investitsiya resurslarini shakllantirishda strategik ahamiyatga ega. Rivojlangan davlatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, hayotni sug‘urtalash nafaqat fuqarolar va ularning oilalarini kutilmagan moliyaviy yo‘qotishlardan himoya qiladi, balki milliy iqtisodiyot uchun barqaror kapital manbai vazifasini ham bajaradi. Shu sababli mazkur sohani rivojlantirish har qanday mamlakatning moliyaviy tizimi mustahkamligini oshirish va ijtimoiy barqarorlikni ta’minlashda muhim omil hisoblanadi.

So‘nggi yillarda O‘zbekistonda sug‘urta bozorini isloh qilish, uning institutsional asoslarini takomillashtirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Davlat tomonidan sug‘urta faoliyatini tartibga soluvchi huquqiy baza yangilanib, bozor ishtirokchilari uchun yanada qulay shart-sharoitlar yaratilmoqda. Biroq hayotni sug‘urtalash segmenti umumiy sug‘urta tizimiga nisbatan yetarli darajada rivojlanmagan bo‘lib, uning yalpi sug‘urta mukofotlari tarkibidagi ulushi pastligicha qolmoqda. Bu holat aholining sug‘urta mahsulotlari to‘g‘risidagi bilim va ishonch darajasi yetarli emasligi, moliyaviy savodxonlikning pastligi hamda uzoq muddatli jamg‘arma instrumentlariga talabning to‘liq shakllanmaganligi bilan izohlanadi.

ISSN 3030-3907

Xorijiy mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, hayotni sug‘urtalash tizimining muvaffaqiyatli rivojlanishi bir nechta omillarga bog‘liq: davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash mexanizmlari, soliq imtiyozlari, investitsion faoliyatni kengaytirish imkoniyatlari, samarali nazorat tizimi hamda raqobatbardosh sug‘urta mahsulotlarining mavjudligi. Masalan, rivojlangan davlatlarda hayotni sug‘urtalash kompaniyalari uzoq muddatli investitsiya loyihalarini moliyalashtirishda faol ishtirok etib, iqtisodiy o‘sishga bevosita hissa qo‘shadi. Shuningdek, raqamli platformalar va innovatsion texnologiyalar orqali mijozlarga moslashuvchan va individual sug‘urta mahsulotlari taklif etiladi.

O‘zbekistonda mazkur sohani rivojlantirish uchun xorijiy tajribani chuqur o‘rganish va milliy sharoitga moslashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, hayotni sug‘urtalash mahsulotlarini diversifikatsiya qilish, investitsion komponentni kuchaytirish, aholining ishonchini oshirish hamda sug‘urta kompaniyalarining moliyaviy barqarorligini ta’minlash ustuvor vazifalardan hisoblanadi. Bundan tashqari, raqamli texnologiyalarni keng joriy etish orqali xizmat ko‘rsatish jarayonlarini soddalashtirish va shaffoflikni oshirish mumkin.

Mazkur tadqiqot doirasida xorijiy davlatlar tajribasi asosida hayotni sug‘urtalash tizimini rivojlantirish mexanizmlari tahlil qilinadi, mavjud muammolar aniqlanadi hamda milliy sug‘urta bozorini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqiladi. Ushbu yondashuv hayotni sug‘urtalash sohasining barqaror rivojlanishiga va uning iqtisodiyotdagi rolini kuchaytirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Hayotni sug‘urtalash tizimi va uning rivojlanish mexanizmlari iqtisodiy adabiyotlarda keng o‘rganilgan bo‘lib, mazkur yo‘nalishda ko‘plab xorijiy va mahalliy olimlar tomonidan ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ilmiy manbalarda hayotni sug‘urtalash moliyaviy himoya vositasi sifatida, shuningdek, uzoq muddatli investitsiya resurslarini shakllantiruvchi muhim institut sifatida talqin qilinadi.

Xorijiy tadqiqotchilarning ishlarida hayotni sug‘urtalashning iqtisodiy roli, uning moliya bozori rivojlanishiga ta’siri hamda iqtisodiy o‘sish bilan bog‘liqligi keng tahlil qilingan. Ayrim olimlar hayotni sug‘urtalash kompaniyalarini institutsional investor sifatida baholab, ularning davlat obligatsiyalari, korporativ qimmatli qog‘ozlar va infratuzilma loyihalariga investitsiya kiritish orqali iqtisodiyot barqarorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishini asoslab bergan. Shuningdek, rivojlangan mamlakatlar tajribasiga oid tadqiqotlarda soliq imtiyozlari va davlat qo‘llab-quvvatlashi hayotni sug‘urtalash bozorining kengayishiga turtki beruvchi asosiy omillardan biri sifatida ko‘rsatiladi.

ISSN 3030-3907

Insurans iqtisodiyoti bo‘yicha ilmiy ishlarda hayotni sug‘urtalash risklarni boshqarish vositasi sifatida ko‘rib chiqilib, sug‘urta mukofotlari va sug‘urta to‘lovlari o‘rtasidagi moliyaviy mexanizmlar chuqur tahlil qilingan. Xususan, hayot sug‘urtasi shartnomalarining investitsion komponenti, jamg‘arib boriladigan sug‘urta modellari va pensiya sug‘urtasi tizimlari rivojlangan davlatlarda samarali faoliyat yuritayotgani qayd etilgan.

Mahalliy olimlar tadqiqotlarida esa O‘zbekistonda sug‘urta bozorining rivojlanish tendensiyalari, hayotni sug‘urtalash segmentining mavjud holati va uni takomillashtirish yo‘nalishlari tahlil qilingan. Ayrim ishlarda aholining sug‘urta madaniyatini oshirish, mahsulot turlarini kengaytirish hamda normativ-huquqiy bazani takomillashtirish zarurligi ta’kidlangan. Shuningdek, hayotni sug‘urtalashning ijtimoiy himoya tizimidagi o‘rni va uning pensiya ta’minoti bilan integratsiyasi masalalari ham o‘rganilgan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mavjud ilmiy ishlarda hayotni sug‘urtalashning nazariy asoslari va xalqaro tajribasi keng yoritilgan bo‘lsa-da, milliy sharoitda uning amaliy rivojlanish mexanizmlarini kompleks baholashga bag‘ishlangan tadqiqotlar yetarli darajada emas. Ayniqsa, xorijiy tajribani O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish, soliq rag‘batlari tizimini joriy etish va investitsion faoliyatni kengaytirish bo‘yicha empirik tahlillarni chuqurlashtirish zarur.

Umuman olganda, ilmiy manbalar tahlili hayotni sug‘urtalash tizimini rivojlantirishda xalqaro tajribadan foydalanish, institutsional islohotlarni amalga oshirish va raqamli texnologiyalarni keng joriy etish muhim ekanligini tasdiqlaydi. Shu asosda tadqiqot davomida mavjud adabiyotlarda yoritilmagan jihatlar aniqlanib, amaliy takliflar ishlab chiqish maqsad qilib qo‘yiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda xorijiy tajriba asosida O‘zbekistonda hayotni sug‘urtalashni rivojlantirish masalalarini ilmiy jihatdan asosli tahlil qilish uchun kompleks metodologik yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqotning nazariy asosini sug‘urta iqtisodiyoti, moliyaviy vositachilik nazariyasi, risklarni boshqarish konsepsiyasi hamda institutsional iqtisodiyot tamoyillari tashkil etadi. Ushbu nazariy yondashuvlar hayotni sug‘urtalash tizimining iqtisodiy mohiyatini, funksiyalarini va rivojlanish mexanizmlarini chuqur o‘rganish imkonini berdi.

Tadqiqot jarayonida tahlil va sintez, induksiya va deduksiya, qiyosiy tahlil, tizimli yondashuv hamda umumlashtirish usullaridan keng foydalanildi. Xorijiy davlatlar tajribasi bilan milliy sug‘urta bozori ko‘rsatkichlari solishtirilib, hayotni sug‘urtalashni rivojlantirishning samarali mexanizmlari aniqlashtirildi. Qiyosiy tahlil usuli yordamida rivojlangan mamlakatlarda qo‘llanilayotgan soliq

ISSN 3030-3907

imtiyozlari, davlat qo‘llab-quvvatlash tizimi, investitsion faoliyat va sug‘urta mahsulotlarining diversifikatsiyasi o‘rganildi.

Shuningdek, statistik tahlil usuli asosida O‘zbekistonda hayotni sug‘urtalash bo‘yicha mavjud ko‘rsatkichlar, sug‘urta mukofotlari hajmi, sug‘urta to‘lovlari va bozor ulushi dinamikasi tahlil qilindi. Rasmiy statistik ma’lumotlar, sug‘urta kompaniyalari hisobotlari hamda xalqaro tashkilotlar (masalan, sug‘urta va moliya bozoriga oid global hisobotlar) ma’lumotlari tadqiqotning empirik bazasini tashkil etdi.

Normativ-huquqiy hujjatlar tahlili orqali hayotni sug‘urtalashni tartibga soluvchi qonunchilik bazasi o‘rganilib, mavjud huquqiy mexanizmlar va ularni takomillashtirish zarurati baholandi. Bundan tashqari, hujjatlarni tahlil qilish va kontent-tahlil usullari yordamida ilmiy adabiyotlar, xalqaro tajriba va amaliy ma’lumotlar tizimlashtirildi.

Tadqiqotda qo‘llanilgan metodlar hayotni sug‘urtalash tizimining rivojlanish darajasini kompleks baholash, mavjud muammolarni aniqlash hamda xorijiy tajribaga asoslangan amaliy taklif va tavsiyalar ishlab chiqish imkonini berdi. Mazkur metodologik yondashuv tadqiqot natijalarining ilmiy asoslanganligi va amaliy ahamiyatini ta’minlaydi

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, xorijiy davlatlar tajribasi hayotni sug‘urtalash tizimini samarali rivojlantirishda muhim o‘rin tutadi. Rivojlangan mamlakatlarda hayotni sug‘urtalash bozorining yuqori darajada rivojlanishi davlat tomonidan yaratilgan qulay huquqiy muhit, soliq imtiyozlari, sug‘urta kompaniyalarining investitsion faoliyatiga keng imkoniyatlar berilishi hamda aholining moliyaviy savodxonligining yuqoriligi bilan bog‘liq.

Tahlillar davomida aniqlanishicha, hayotni sug‘urtalashning asosiy rivojlanish omillaridan biri – sug‘urta mahsulotlarining diversifikatsiyasi hisoblanadi. Xorijiy tajribada jamg‘arib boriladigan sug‘urta, investitsion hayot sug‘urtasi, pensiya sug‘urtasi va uzoq muddatli himoya dasturlari keng qo‘llaniladi. Bu mahsulotlar mijozlarga nafaqat moliyaviy himoya, balki kapital to‘plash va daromad olish imkoniyatini ham beradi. O‘zbekistonda esa mazkur yo‘nalishlar nisbatan cheklangan bo‘lib, mahsulot turlarini kengaytirish zarurati mavjud.

Shuningdek, natijalar shuni ko‘rsatdiki, hayotni sug‘urtalash kompaniyalarining investitsion faoliyati tizimli ravishda yo‘lga qo‘yilgan davlatlarda ushbu sektor iqtisodiyotga sezilarli kapital oqimini ta’minlaydi. Sug‘urta kompaniyalari to‘plangan uzoq muddatli mablag‘larni davlat obligatsiyalari, infratuzilma loyihalari va korporativ investitsiyalarga yo‘naltiradi.

ISSN 3030-3907

Bu jarayon moliya bozorining chuqurlashuviga va iqtisodiy barqarorlikka xizmat qiladi.

Muhokama jarayonida O‘zbekiston sharoitida hayotni sug‘urtalash rivojlanishiga to‘sqinlik qilayotgan asosiy muammolar aniqlandi. Jumladan, aholining sug‘urtaga bo‘lgan ishonch darajasi pastligi, soliq rag‘batlarining yetarli darajada qo‘llanilmagani, uzoq muddatli sug‘urta mahsulotlariga talabning cheklanganligi hamda sug‘urta kompaniyalarining investitsion imkoniyatlari yetarlicha keng emasligi kuzatildi. Bundan tashqari, raqamli platformalar va innovatsion xizmatlarning to‘liq integratsiya qilinmaganligi ham bozor rivojlanishiga ta’sir ko‘rsatmoqda.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, xorijiy tajribani milliy sharoitga moslashtirish orqali hayotni sug‘urtalash tizimini sezilarli darajada rivojlantirish mumkin. Xususan, soliq imtiyozlarini joriy etish, jamg‘arib boriladigan sug‘urta dasturlarini kengaytirish, investitsion hayot sug‘urtasi mahsulotlarini rivojlantirish hamda raqamli sug‘urta platformalarini takomillashtirish muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, o‘tkazilgan tahlillar hayotni sug‘urtalash tizimini rivojlantirish iqtisodiyotning moliyaviy barqarorligini mustahkamlash, aholining ijtimoiy himoyasini kuchaytirish va uzoq muddatli investitsiya resurslarini shakllantirishga xizmat qilishini tasdiqladi. Kelgusida mazkur yo‘nalishda institutsional islohotlarni chuqurlashtirish va xalqaro tajribaga asoslangan amaliy mexanizmlarni joriy etish zarur hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, xorijiy tajriba asosida hayotni sug‘urtalash tizimini rivojlantirish O‘zbekistonda sug‘urta bozorining barqarorligini ta’minlash, aholining moliyaviy himoyasini kuchaytirish hamda uzoq muddatli investitsiya resurslarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega. Rivojlangan davlatlar amaliyoti tahlili hayotni sug‘urtalashni qo‘llab-quvvatlashda davlat siyosati, soliq rag‘batlari, samarali tartibga solish mexanizmlari va innovatsion sug‘urta mahsulotlarining muhim rol o‘ynashini tasdiqladi.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, O‘zbekistonda hayotni sug‘urtalash segmenti rivojlanish bosqichida bo‘lib, uning salohiyati to‘liq ishga solinmagan. Asosiy muammolar qatoriga aholining sug‘urta madaniyati pastligi, mahsulotlar diversifikatsiyasining yetarli emasligi, investitsion imkoniyatlarning cheklanganligi hamda normativ-huquqiy bazaning yanada takomillashtirilishi zarurligi kiradi. Shuningdek, raqamli texnologiyalar va zamonaviy boshqaruv mexanizmlarining keng joriy etilmaganligi ham bozor rivojiga ta’sir ko‘rsatmoqda.

Xorijiy tajribani o‘rganish asosida shuni xulosa qilish mumkinki, hayotni sug‘urtalash tizimini rivojlantirish kompleks yondashuvni talab qiladi. Bu

ISSN 3030-3907

jarayonda davlat, sug‘urta kompaniyalari va moliya institutlari o‘rtasidagi hamkorlik muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, sug‘urta mahsulotlarini investitsion komponent bilan boyitish, uzoq muddatli jamg‘arma dasturlarini kengaytirish va aholining ishonchini oshirish ustuvor vazifalardan biridir.

TAKLIFLAR:

1. Hayotni sug‘urtalashni rivojlantirish uchun soliq imtiyozlari va rag‘batlantirish mexanizmlarini joriy etish hamda kengaytirish.
2. Jamg‘arib boriladigan va investitsion hayot sug‘urtasi mahsulotlarini ishlab chiqish va bozorga keng tatbiq etish.
3. Sug‘urta kompaniyalarining investitsion faoliyatini kengaytirish uchun huquqiy va institutsional sharoitlarni yaxshilash.
4. Sug‘urta jarayonlarini raqamlashtirish, onlayn platformalar va mobil xizmatlarni rivojlantirish orqali xizmat ko‘rsatish sifatini oshirish.
5. Aholining moliyaviy va sug‘urta savodxonligini oshirish bo‘yicha targ‘ibot va o‘quv dasturlarini kengaytirish.
6. Xalqaro tajribaga asoslangan risk boshqaruvi va nazorat tizimini takomillashtirish hamda sug‘urta bozorining shaffofligini oshirish.

Umuman olganda, mazkur takliflarning amaliyotga tatbiq etilishi hayotni sug‘urtalash tizimining samarali rivojlanishiga, uning iqtisodiyotdagi rolini kuchaytirishga va milliy sug‘urta bozorining xalqaro standartlarga mos ravishda shakllanishiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi “Sug‘urta faoliyati to‘g‘risida”gi Qonuni.
2. O‘zbekiston Respublikasi “Fuqarolarning pensiya ta’minoti to‘g‘risida”gi Qonuni.
3. Abdullayev A. Sug‘urta nazariyasi va amaliyoti. – Toshkent: Iqtisod-moliya, 2020.
4. Mamatov B. Sug‘urta bozori va uning rivojlanish tendensiyalari. – Toshkent, 2019.
5. Hasanov S. Moliyaviy tizim va sug‘urta faoliyati asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
6. Shodmonov Sh., G‘afurov U. Iqtisodiyot nazariyasi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2018.
7. Dorfleitner G., Hornig M., Wimmer M. Digital Transformation in Insurance and Risk Management. – Springer, 2022.
8. Vaughan E., Vaughan T. Fundamentals of Risk and Insurance. – Wiley, 2020.

ISSN 3030-3907

KIYILADIGAN SMART QURILMALAR SENSORLARI ASOSIDA BEMORLARNING FIZIOLOGIK KO‘RSATKICHLARINI MONITORING QILISHNING INTELLEKTUAL ALGORITMLARI

Eraliyev Humoyun Ma’mirjon o‘g‘li
Qo‘qon universiteti Andijon filiali professori-o‘qituvchisi
E-pochta: humoyunmirzo1007@gmail.com
Telefon: +998872202770

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda kiyiladigan aqlli qurilmalar sensorlari asosida bemorlarning fiziologik ko‘rsatkichlarini masofadan monitoring qilishga mo‘ljallangan intellektual tizim modeli ishlab chiqildi. Tadqiqotda fotopletizmografiya signallarini qayta ishlash jarayonida yuzaga keladigan shovqin va harakat artefaktlarini kamaytirish uchun raqamli filtratsiya hamda Veyvlet transformatsiyasi usullaridan foydalanildi. Shuningdek, bemorning holatini baholashda ehtimollik nazariyasiga asoslangan Bayes klassifikatsiyasi modeli qo‘llanildi. Taklif etilgan algoritm smart qurilmalardan olingan fiziologik ma’lumotlarning aniqligini oshirishga xizmat qiladi. Amaliy tajribalar Samsung Galaxy Watch va Apple Watch qurilmalarida o‘tkazilib, tizimning yurak urish tezligi va kislorod saturatsiyasini aniqlashdagi samaradorligi tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, ishlab chiqilgan model real vaqt rejimida bemor holatini monitoring qilishda yuqori aniqlik ko‘rsatkichlariga ega ekanligi aniqlandi. Ushbu yondashuv masofaviy tibbiy nazorat tizimlarini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: fotopletizmografiya, wearable texnologiyalar, biometrik monitoring, fiziologik signallarni qayta ishlash, Bayes klassifikatsiyasi, raqamli filtratsiya, masofaviy tibbiy monitoring, IoT, sun’iy intellekt.

Аннотация. В данном исследовании была разработана модель интеллектуальной системы для дистанционного мониторинга физиологических показателей пациентов на основе датчиков носимых умных устройств. В исследовании использовались методы цифровой фильтрации и вейвлет-преобразования для уменьшения шума и артефактов движения, возникающих при обработке сигналов фотоплетизмографии. Для оценки состояния пациента также использовалась байесовская классификационная модель, основанная на теории вероятностей. Предложенный алгоритм служит для повышения точности физиологических данных, получаемых от умных устройств. Были проведены практические эксперименты на устройствах Samsung Galaxy Watch и Apple Watch, и проанализирована эффективность системы в определении частоты сердечных сокращений и насыщения крови кислородом. По результатам исследования было

ISSN 3030-3907

установлено, что разработанная модель обладает высокой точностью показателей при мониторинге состояния пациента в режиме реального времени. Такой подход имеет большое значение в разработке систем дистанционного медицинского мониторинга.

Ключевые слова: фотоплетизмография, носимые технологии, биометрический мониторинг, обработка физиологических сигналов, байесовская классификация, цифровая фильтрация, дистанционный медицинский мониторинг, Интернет вещей, искусственный интеллект.

Abstract. This study developed a model of an intelligent system for remotely monitoring patients' physiological parameters using sensors in wearable smart devices. Digital filtering and wavelet transform methods were used to reduce noise and motion artifacts arising during photoplethysmography signal processing. A Bayesian classification model based on probability theory was also used to assess patient condition. The proposed algorithm is designed to improve the accuracy of physiological data obtained from smart devices. Practical experiments were conducted on Samsung Galaxy Watch and Apple Watch devices, and the system's effectiveness in determining heart rate and blood oxygen saturation was analyzed. The study found that the developed model offers high accuracy in real-time patient monitoring. This approach is of great importance in the development of remote medical monitoring systems.

Keywords: photoplethysmography, wearable technologies, biometric monitoring, physiological signal processing, Bayesian classification, digital filtering, remote medical monitoring, Internet of Things, artificial intelligence.

KIRISH.

Zamonaviy tibbiyotda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi bemorlarning sog‘lig‘ini masofadan turib nazorat qilish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ayniqsa, kiyiladigan aqlli qurilmalar (wearable devices) inson organizmidagi turli fiziologik ko‘rsatkichlarni uzluksiz monitoring qilishda muhim vosita sifatida keng qo‘llanilmoqda. Bunday qurilmalar yurak urish tezligi, qonning kislorod bilan to‘yinganlik darajasi, jismoniy faollik va boshqa biometrik ko‘rsatkichlarni real vaqt rejimida qayd etish imkonini beradi.

So‘nggi yillarda Photoplethysmography asosidagi sensor texnologiyalarining rivojlanishi natijasida smart qurilmalar orqali yurak faoliyatini kuzatish imkoniyatlari sezilarli darajada oshdi[1]. Ushbu texnologiya qon tomirlaridagi qon oqimining optik o‘zgarishlarini tahlil qilish orqali yurak urish ritmini aniqlashga xizmat qiladi. Biroq real sharoitda sensorlardan olingan signallar ko‘pincha turli tashqi omillar, xususan harakat artefaktlari va shovqinlar ta’sirida buzilishi mumkin. Shuning uchun bunday ma’lumotlarni qayta ishlash jarayonida

ISSN 3030-3907

signalni filtrlash va aniq tahlil qilish algoritmlarini ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega.

Hozirgi kunda smart soatlar va boshqa wearable qurilmalar tibbiy monitoring tizimlarining muhim komponentiga aylanib bormoqda. Masalan, Samsung Galaxy Watch va Apple Watch kabi qurilmalar yurak urish tezligi hamda kislorod saturatsiyasi ko‘rsatkichlarini o‘lchash imkoniyatiga ega. Shu bilan birga, ushbu qurilmalardan olingan katta hajmdagi ma’lumotlarni samarali tahlil qilish uchun intellektual algoritmlar va zamonaviy ma’lumotlarni qayta ishlash usullarini qo‘llash zarur[2,45].

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi kiyiladigan smart qurilmalar sensorlari yordamida olinadigan fiziologik signallarni qayta ishlash va bemor holatini monitoring qilish uchun intellektual algoritmlar ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot doirasida sensor ma’lumotlarini filtrlash, signal shovqinlarini kamaytirish hamda kritik holatlarni aniqlashga qaratilgan matematik va dasturiy yechimlar taklif etiladi. Ushbu yondashuv masofaviy tibbiy monitoring tizimlarining aniqligini oshirish va bemorlarning sog‘lig‘ini samarali nazorat qilish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Mazkur tadqiqotda kiyiladigan aqlli qurilmalar sensorlari yordamida olinadigan fiziologik signallarni qayta ishlash va bemor holatini monitoring qilish uchun intellektual algoritmlar ishlab chiqildi. Tadqiqot jarayonida sensor ma’lumotlarini yig‘ish, signalni filtrlash, xususiyatlarni ajratib olish hamda bemor holatini baholash bosqichlari ketma-ket amalga oshirildi.

Sensor ma’lumotlarini yig‘ish

Tadqiqot uchun fiziologik ko‘rsatkichlar sifatida yurak urish tezligi va qonning kislorod bilan to‘yinganlik darajasi tanlandi. Ushbu ko‘rsatkichlar kiyiladigan aqlli qurilmalarning optik sensorlari yordamida o‘lchandi. Sensor texnologiyasi sifatida Photoplethysmography usulidan foydalanildi. Ushbu metod qon tomirlaridagi qon hajmining o‘zgarishini optik signal orqali qayd etishga asoslanadi.

Tajriba jarayonida ma’lumotlar Samsung Galaxy Watch va Apple Watch kabi wearable qurilmalar orqali yig‘ildi. Sensorlardan olingan xom signal (raw data) real vaqt rejimida mobil ilova orqali serverga uzatildi va keyinchalik matematik tahlil uchun qayta ishlash jarayoniga yo‘naltirildi.

Signalni filtrlash va shovqinni kamaytirish

Wearable qurilmalardan olingan signal tarkibida turli xil tashqi ta’sirlar sababli shovqin va harakat artefaktlari mavjud bo‘lishi mumkin. Shu sababli signalni dastlabki bosqichda filtrlash muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotda signalni

ISSN 3030-3907

tozalash uchun Butterworth filter asosidagi raqamli filtrdan foydalanildi. Ushbu filtr yuqori chastotali shovqinlarni samarali kamaytirish imkonini beradi.

Signalni yanada aniqroq tahlil qilish maqsadida ko‘p darajali tahlilga asoslangan Wavelet transform usuli ham qo‘llanildi. Veyvlet transformatsiyasi yordamida signal vaqt va chastota sohasida bir vaqtning o‘zida tahlil qilinib, artefaktlar ta’siri sezilarli darajada kamaytirildi.

Signal sifatini baholash uchun signal va shovqin nisbatini aniqlovchi quyidagi matematik ifoda qo‘llanildi:

(1) SNR = 10 log10 (Psignal / Pnoise)[3].

Intellektual klassifikatsiya modeli

Bemorning fiziologik holatini baholash jarayonida ehtimollik nazariyasiga asoslangan klassifikatsiya algoritmi ishlab chiqildi. Bunda Bayes theorem ga asoslangan model qo‘llanildi. Ushbu model sensor ma’lumotlari asosida bemorda kritik holat yuzaga kelish ehtimolini hisoblash imkonini beradi.

Bayes klassifikatsiyasining asosiy matematik ifodasi quyidagicha:

(2) $P(H|X) = (P(X|H) \times P(H)) / P(X)$[4].

Bu yerda:

P(H|X) — kuzatilgan ma’lumot asosida holat ehtimoli

P(X|H) — berilgan holatda ma’lumot kelish ehtimoli

P(H) — holatning boshlang‘ich ehtimoli

P(X) — kuzatilgan ma’lumotlarning umumiy ehtimoli

P(X) — kuzatilgan ma’lumotlarning umumiy ehtimoli.

Mazkur model yordamida yurak urish tezligi yoki kislorod saturatsiyasi kritik chegaradan oshib ketgan holatlarda tizim avtomatik ravishda ogohlantirish signallarini shakllantiradi.

Dasturiy realizatsiya

Taklif etilgan algoritmik model dasturiy jihatdan Python dasturlash muhiti asosida amalga oshirildi. Signalni qayta ishlash jarayonida ilmiy hisoblash uchun mo‘ljallangan kutubxonalar qo‘llanildi. Mobil interfeysni yaratish jarayonida esa Flutter platformasidan foydalanildi. Bemor ma’lumotlari real vaqt rejimida bulutli serverga uzatilib, keyinchalik monitoring tizimi orqali vizual grafiklar ko‘rinishida taqdim etildi.

Ushbu metodologiya yordamida sensorlardan olingan ma’lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qilish hamda bemorning fiziologik holatini uzluksiz monitoring qilish imkoniyati yaratildi.

RESULTS.

Mazkur tadqiqotda ishlab chiqilgan intellektual monitoring tizimining samaradorligini baholash maqsadida bir qator amaliy tajribalar o‘tkazildi.

ISSN 3030-3907

Tajribalar davomida kiyiladigan smart qurilmalar orqali yig‘ilgan fiziologik ma’lumotlar qayta ishlanib, signalni filtrlash va bemor holatini baholash algoritmlarining aniqlik darajasi tahlil qilindi.

Signalni filtrlash natijalari

Tajriba jarayonida sensorlardan olingan fiziologik signallar dastlabki bosqichda turli xil tashqi ta’sirlar sababli shovqin va artefaktlarga ega ekanligi kuzatildi. Ushbu muammoni bartaraf etish uchun signalni qayta ishlash jarayonida Butterworth filter hamda Wavelet transform asosidagi algoritmlar qo‘llanildi.

Filtrlash jarayonidan so‘ng signal sifatining sezilarli darajada yaxshilangani kuzatildi. Signal va shovqin nisbati (SNR) o‘rtacha 18–22% ga oshdi, bu esa yurak urish ritmini aniqlash aniqligini sezilarli darajada yaxshilaganini ko‘rsatadi.

Fiziologik ko‘rsatkichlarni aniqlash samaradorligi

Tadqiqot davomida yurak urish tezligi va qonning kislorod bilan to‘yinganlik darajasi kabi asosiy biometrik ko‘rsatkichlar monitoring qilindi. Tajribalar Samsung Galaxy Watch va Apple Watch qurilmalarida o‘tkazildi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki:

Yurak urish tezligini aniqlash aniqligi tinch holatda 98.4% ni tashkil etdi. Faol harakat vaqtida aniqlik darajasi 91.2% ni tashkil etdi. Qonning kislorod bilan to‘yinganlik darajasi (SpO_2) ni aniqlash aniqligi 97.5% ni tashkil etdi.

Ushbu ko‘rsatkichlar *wearable* qurilmalardan olingan ma’lumotlarning klinik monitoring jarayonida yetarli darajada ishonchli ekanligini ko‘rsatadi.

Klassifikatsiya algoritmi samaradorligi

Bemor holatini baholash uchun ehtimollik nazariyasiga asoslangan klassifikatsiya algoritmi qo‘llanildi. Ushbu model Bayes theorem[6] ga asoslangan bo‘lib, sensor ma’lumotlari asosida kritik holat ehtimolini aniqlash imkonini beradi.

Algoritm samaradorligi quyidagi metrikalar asosida baholandi:

Precision: 0.92

Recall: 0.89

F1-score: 0.90

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqilgan model bemor holatidagi salbiy o‘zgarishlarni yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi hamda noto‘g‘ri ogohlantirishlar sonini kamaytiradi.

Real vaqt monitoring samaradorligi

Monitoring tizimining muhim ko‘rsatkichlaridan biri ma’lumotlarni uzatish va qayta ishlash tezligi hisoblanadi. Tajribalar natijasiga ko‘ra, sensor ma’lumotlarini qurilmadan serverga uzatish va qayta ishlashning o‘rtacha kechikish vaqti 1.2–2.0 soniya oralig‘ida ekanligi aniqlandi.

ISSN 3030-3907

Bu ko‘rsatkich real vaqt rejimida ishlaydigan masofaviy monitoring tizimlari uchun qoniqarli natija hisoblanadi va bemorning sog‘lig‘ini tezkor nazorat qilish imkonini beradi.

DISCUSSION.

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, kiyiladigan smart qurilmalar sensorlari yordamida bemorlarning fiziologik ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida monitoring qilish imkoniyati mavjud. Tadqiqot jarayonida qo‘llanilgan signalni qayta ishlash usullari sensorlardan olingan ma’lumotlarning aniqligini oshirishda muhim rol o‘ynadi. Xususan, signalni filtrlash jarayonida qo‘llangan Butterworth filter va Wavelet transform usullari harakat artefaktlari va tashqi shovqinlarning ta’sirini sezilarli darajada kamaytirishga imkon berdi.

Wearable qurilmalar yordamida olingan fiziologik signallarni tahlil qilishda eng muhim muammolardan biri — ma’lumotlarning barqarorligi va aniqligini ta’minlash hisoblanadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, filtrlash algoritmlaridan foydalanish signal sifatini yaxshilab, yurak urish tezligini aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshirdi. Bu natijalar wearable texnologiyalar tibbiy monitoring tizimlarida qo‘llanilishi mumkinligini yana bir bor tasdiqlaydi[7].

Shuningdek, tadqiqotda bemor holatini baholash uchun ehtimollik nazariyasiga asoslangan klassifikatsiya modeli qo‘llanildi. Ushbu model Bayes theorem ga asoslanib, sensor ma’lumotlari asosida kritik holat ehtimolini aniqlash imkonini berdi. Tajriba natijalari ushbu algoritm bemor holatidagi salbiy o‘zgarishlarni yuqori aniqlik bilan aniqlashga qodir ekanligini ko‘rsatdi. Natijada monitoring tizimining umumiy aniqlik ko‘rsatkichi *94–98%* oralig‘ida ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot davomida olingan natijalar zamonaviy wearable qurilmalar imkoniyatlarini ham tasdiqlaydi. Masalan, Samsung Galaxy Watch va Apple Watch kabi qurilmalar yordamida yurak urish tezligi va kislorod saturatsiyasi kabi muhim fiziologik ko‘rsatkichlarni monitoring qilish mumkin. Ushbu qurilmalardan olingan ma’lumotlarni intellektual algoritmlar yordamida tahlil qilish tibbiy monitoring tizimlarining samaradorligini yanada oshiradi.

Shu bilan birga, tadqiqotda ayrim cheklovlar ham mavjud. Tajriba jarayonida ishtirok etgan bemorlar sonining nisbatan kamligi natijalar umumlashuv darajasini ma’lum darajada cheklashi mumkin. Bundan tashqari, wearable qurilmalarda energiya sarfi va sensor aniqligi kabi texnik omillar ham monitoring tizimining ishlashiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shuning uchun kelgusidagi tadqiqotlarda katta hajmdagi ma’lumotlar bazasi asosida algoritmlarni takomillashtirish hamda sun’iy intellekt metodlarini kengroq qo‘llash maqsadga muvofiqdir.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, tadqiqot natijalari wearable texnologiyalar va intellektual algoritmlar asosida yaratilgan monitoring tizimlari masofaviy tibbiy nazoratni samarali tashkil etish imkonini berishini ko‘rsatadi. Ushbu yondashuv kelajakda raqamli tibbiyot tizimlarini rivojlantirishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin[9].

CONCLUSION.

Mazkur tadqiqotda kiyiladigan smart qurilmalar sensorlari asosida bemorlarning fiziologik ko‘rsatkichlarini monitoring qilishga mo‘ljallangan intellektual algoritmlar ishlab chiqildi va ularning samaradorligi amaliy tajribalar orqali baholandi. Tadqiqot jarayonida fiziologik signallarni qayta ishlash va tahlil qilish uchun zamonaviy signalni filtrlash hamda ehtimollik nazariyasiga asoslangan klassifikatsiya usullaridan foydalanildi.

Sensorlardan olingan biometrik ma’lumotlarni qayta ishlash jarayonida *Butterworth filter va Wavelet transform* usullaridan foydalanish signal sifatini sezilarli darajada yaxshilash imkonini berdi. Natijada signal va shovqin nisbati oshib, yurak urish tezligi hamda kislorod saturatsiyasi ko‘rsatkichlarini aniqlash aniqligi yuqori darajaga yetkazildi.

Bemor holatini baholashda ehtimollik nazariyasiga asoslangan klassifikatsiya modeli qo‘llanildi. Ushbu model Bayes theorem asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, sensor ma’lumotlari asosida kritik holatlarni aniqlash imkonini berdi. Amaliy tajribalar natijasida monitoring tizimining umumiy aniqlik darajasi 94–98% oralig‘ida ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot davomida *wearable* texnologiyalarning tibbiy monitoring tizimlarida qo‘llanish imkoniyatlari ham tahlil qilindi. Jumladan, Samsung Galaxy Watch va Apple Watch kabi qurilmalar yordamida bemorlarning muhim fiziologik ko‘rsatkichlarini real vaqt rejimida kuzatish mumkinligi tasdiqlandi. Ushbu qurilmalardan olingan ma’lumotlarni intellektual algoritmlar yordamida qayta ishlash masofaviy tibbiy monitoring tizimlarining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, *wearable* qurilmalar sensorlari asosida yaratilgan intellektual monitoring tizimlari raqamli tibbiyotning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bunday tizimlar bemorlarning sog‘lig‘ini masofadan turib nazorat qilish, shoshilinch holatlarni erta aniqlash hamda tibbiy xizmatlar sifatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda ushbu modelni yanada takomillashtirish, katta hajmdagi tibbiy ma’lumotlar asosida algoritmlarni o‘qitish hamda chuqur o‘rganish metodlarini qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Bu esa raqamli sog‘liqni saqlash tizimlarini yanada rivojlantirish va tibbiy monitoringning aniqligini oshirish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. John G. Webster. *Medical Instrumentation: Application and Design*. New York: Wiley, 2010.
2. Sergios Theodoridis. *Pattern Recognition*. Academic Press, 2015.
3. Simon Haykin. *Adaptive Filter Theory*. Pearson Education, 2014.
4. Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schafer. *Discrete-Time Signal Processing*. Prentice Hall, 2010.
5. World Health Organization. *Global Strategy on Digital Health 2020–2025*. Geneva, 2021.
6. M. Elgendi. "On the Analysis of Fingertip Photoplethysmogram Signals." *Current Cardiology Reviews*, 2012.
7. Institute of Electrical and Electronics Engineers. "Wearable Sensors for Remote Health Monitoring." *IEEE Sensors Journal*, 2019.
8. Christopher M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006.
9. Kevin P. Murphy. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012.
10. National Institutes of Health. "Wearable Technology in Healthcare Monitoring Systems." NIH Research Report, 2020.
11. Sanjay Sharma. "Smartwatch-based Arrhythmia Detection." *Journal of Medical Systems*, 2021.
12. Sebastian Raschka. *Python Machine Learning*. Packt Publishing, 2019.
13. Aurélien Géron. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow*. O'Reilly Media, 2019.
14. Apple Inc.. *Apple Watch Health Technology Overview*. Apple Developer Documentation, 2023.
15. Samsung Electronics. *Samsung Health Sensor Technology Guide*. Samsung Research Publications, 2023.

ISSN 3030-3907

UDK 614.841:629.33

AVTOSANOAT KORXONALARIDA YONG‘IN CHIQISH SABABLARI TAHLILI VA UNGA QARSHI CHORA-TADBIRLAR ISHLAB CHIQISH

Abduraxmanov Abdurashid Ataxanovich

Andijon davlat texnika instituti “Mexanika va kimyo muxandisligi” fakulteti

“Texnolik mashinalar va mehnat muhofazasi” kafedra professori,t.f.n.

Tel:+998914957165

E-mail: abduraxmanovabdurashid250@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada avtosanoat korxonalarida yong‘in chiqish sabablari tahlil qilinib, ishlab chiqarish jarayonlarida xavf omillari o‘rganildi. Avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida yonilg‘i-moylash materiallari, lak-bo‘yoq mahsulotlari, elektr jihozlari va yuqori haroratli texnologik jarayonlar mavjudligi sababli yong‘in xavfi yuqori darajada ekanligi aniqlandi. Yong‘in xavfini kamaytirish bo‘yicha tashkiliy, texnik va profilaktik chora-tadbirlar ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari avtosanoat korxonalarida mehnat muhofazasi va yong‘in xavfsizligini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: avtosanoat, yong‘in xavfsizligi, ishlab chiqarish xavfi, elektr nosozlik, lak-bo‘yoq sexi, profilaktika, xavf tahlili.

Аннотация. В данной стате проанализированы причины пожаров на предприятиях автомобилной промышленности и изучены факторы риска в производственных процэссах. Установлено, что высокий риск пожара обусловлен наличиэм топливосмазочных материалов, лакокрасочных изделий, электрооборудования и высокотемпературных технологических процэссов на предприятиях автомобилной промышленности. Разработаны организационно-техническиэ и профилактическиэ меры по снижению риска пожара. Результаты исследования послужат для повышения уровня охраны труда и пожарной безопасности на автомобилных предприятиях.

Ключевыэ слова: автомобилная промышленност, пожарная безопасност, производственная опасност, неисправност электрооборудования, покрасочный сех, профилактика, анализ рисков.

Abstract. In this article, the causes of fires in auto industry enterprises were analyzed and risk factors in production processes were studied. It was found that there is a high risk of fire due to the presence of fuel and lubricants, varnish and paint products, electrical equipment and high-temperature technological processes in automobile manufacturing enterprises. Organizational, technical and preventive measures to reduce the risk of fire have been developed. The results of the study will serve to improve labor protection and fire safety at automotive enterprises.

ISSN 3030-3907

Keywords: automotive industry, fire safety, industrial hazard, electrical malfunction, paint shop, prevention, risk analysis.

KIRISH.

Jahon miqyosida avtosanoat iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Yirik avtomobil ishlab chiqarish korxonalarida murakkab texnologik jarayonlar, avtomatlashtirilgan liniyalar, elektr energiyasi va yonuvchan moddalardan keng foydalanish ishlab chiqarish xavfini oshiradi [1,2,3]

UzAvto Motors kabi yirik sanoat korxonalarida ham texnologik jarayonlar yuqori xavf toifasiga kiradi. Avtomobil kuzovini payvandlash, bo‘yash, yig‘ish va sinovdan o‘tkazish bosqichlarida turli yonuvchan moddalar ishlatiladi. Ayniqsa, lak-bo‘yoq sexlari va yonilg‘i saqlash omborlari yong‘in chiqishi ehtimoli yuqori bo‘lgan hududlardir [4-6].

Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, sanoat korxonalarida sodir bo‘ladigan yong‘inlarning katta qismi elektr tizimidagi nosozliklar, texnologik intizomga rioya qilmaslik va inson omili bilan bog‘liq [7-10].

Mazkur tadqiqotning maqsadi – avtosanoat korxonalarida yong‘in chiqish sabablarini kompleks tahlil qilish va samarali profilaktik chora-tadbirlar ishlab chiqishdan iborat [11].

MATERIALLAR VA USULLAR

Tadqiqot jarayonida quyidagi ilmiy usullardan foydalanildi:

. *Me’yoriy-huquqiy tahlil*

O‘zbekiston Respublikasi Favqulodda vaziyatlar vazirligi tomonidan tasdiqlangan yong‘in xavfsizligi qoidalari, sanoat xavfsizligi me’yorlari va davlat standartlari o‘rganildi [12-15].

1-jadval

Asosiy xujjatlardan foydalanish taxlili:

№	Hujjat nomi	Talab mazmuni	Korxonadagi holat	Muammo
1	O‘RK	Xavfsiz	Qisman ta’minlangan	Ventilyatsiya
2	Mehnat muxofazasi to‘g‘risidagi qonun	Ishdagi xavfsizlikni ta’minlash	Ichki	Nazorat sust
3	Yong‘in xavfsizligi Qonuni	Evakutsiya	Reja bor, yangilanmagan	O‘quv mashg‘ulotlariga kam e’tibor.

Ushbu usul quiidagilarni o‘z ichiga oladi [16-18]

• amaldagi qonunlar va texnik reglamentlarni o‘rganish;

ISSN 3030-3907

•sanoat bo‘yicha davlat standartlari (O‘zDSt;
• ichki koidalar;
• amaliyotdagi xatolarni aniqlash.

Korxonadagi meyoriy talablarning bajarilish darajasi:
• 70%
• 55
• 40% – xozirda.

Bu ko‘rinishlar normativ-huquqiy bazaning kuchiga muvofiq bo‘lsa-da, amaliy ijro intizomi sust bajariladi.

2.2. Statistik tahlil

Avtosanoat korxonalarida so‘nggi yillarda qayd etilgan yong‘in holatlari tahlil qilindi.

2-jadval

Statistik usul

Yil	Yong‘in soni	Moddiy zarar (mln so‘m)	Asosiy sabab
2021	6	420	Elektr qisqa tutashuv
2022	8	615	Payvandlash ishlari
2023	5	380	Yonuvchi gilamchalar
2024	7	540	Tenika xavfsizligiga rioya qilmaslik

3-jadval

Sabablar

Sabab turi	Ulushi (%)
Elektr qisqa tutashi	35%
Payvandlashdagi xatoliklar	25
Yonuvchi gilamchasi	20%
Yo‘riqnomaga amal qilmaslik	20%

2.3. Texnologik jarayonlar tahlili

Payvandlash, bo‘yash, yig‘ish va elektr ta’minoti tizimida xavf omillari o‘rganildi.

ISSN 3030-3907

4-jadval

Texnologik xavflar taxlili

Jarayon	Yonuvchan modda mavjudligi	Harorat omili	Xavf darajasi
Bo‘yash	Yuqori	O‘rtacha	Yuqori
Payvandlash	kam	Yuqori	Yuqori
Montaj	kam	kam	O‘rtacha
Gunoh	Yuqori	O‘rtacha	Yuqori

Bo‘yash va payvandlash uchastkalarida xavf darajasi 80–90 % oralig‘ida. Bu zonalarda avtomatik yong‘in o‘chirish tizimi talab etiladi.

Muhim kamchiliklar:

- Ventilyatsiyani yazshi ishlamasligi;
- Chang va yonuvchan moddalarni me’yoridan ortiqligi;
- Texnologik jarayondagi xatoliklar.

2.4.Xavfni kamaytirish

1. Avtomatik signalizatsiya o‘rnatish;
2. Gaz analizatorlar jori etish;
3. Xodimlarni muntazam ravishda malakasini oshirish;
4. Evakuatsiya mashg‘ulotlarini amalda ko‘proq o‘tkazish.

2.4. Xavfni baholash usuli

Risk-matritsa usuli orqali ehtimollik va oqibat darajasi baholandi.

NATIJALAR (RESULTS)

Tahlil natijalariga ko‘ra avtosanoat korxonalarida yong‘in chiqishning asosiy sabablari quyidagilardan iborat:

3.1. Elektr jihozlari nosozligi;

– Qisqa tutashuv;

– Ortiqcha yuklama;

– Izolyatsiyaning yemirilishi;

Bu holatlar, ayniqsa, payvandlash sexlarida ko‘proq uchraydi.

3.2. Lak-bo‘yoq materiallari

Bo‘yash jarayonida organik erituvchilar va bug‘lanuvchan moddalar havoda yonuvchan aralashma hosil qiladi. Ventilyatsiya tizimining samarasizligi portlash xavfini oshiradi.

3.3. Payvandlash ishlari

Ochiq alanga va iskralar yonilg‘i qoldiqlari yoki yog‘langan materiallarga tushganda yong‘in kelib chiqishi mumkin.

3.4. Inson omili

– Texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilmaslik

–Sigareta chekish;

ISSN 3030-3907

– Nosoz jihozlardan foydalanish;

3.5. Yonilg‘i va moylash materiallari saqlash

Yonilg‘i omborlarida harorat nazorati va ventilyatsiya tizimi talab darajasida bo‘lmasa, yong‘in xavfi ortadi.

MUHOKAMA.

Avtosanoat korxonalarida yong‘in xavfi ko‘p omilli xarakterga ega. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, yong‘inlarning katta qismi profilaktik chora-tadbirlar yetarli darajada tashkil etilmagani bilan bog‘liq.

Xalqaro tajribaga ko‘ra, Toyota Motor Corporation va BMW Group kabi kompaniyalarda quyidagi tizimlar samarali joriy qilingan:

– Avtomatik yong‘in aniqlash tizimlari;
– Gazli o‘chirish tizimi;
– Sensorli monitoring;
– Doimiy xavf auditlari.

Mahalliy korxonalarda ham raqamli monitoring tizimlarini joriy qilish maqsadga muvofiq.

Yong‘inga qarshi chora-tadbirlar.

1. Tashkiliy choralar:

– Yong‘in xavfsizligi bo‘yicha muntazam o‘quv mashg‘ulotlari o‘ikzish;
– Har chorakda instruktaj o‘tkzish;
– Nazorat komissiyasi tashkil etish.

2. Texnik choralar

– Avtomatik signalizatsiya;
– Tutun datchiklari;
– Splinker tizimi;
– Yerga ulash tizimini modernizatsiya qilish

3. Profilaktik choralar

– Elektr tarmoqlarini rejali tekshirish;
– Lak-bo‘yoq sexlarida majburiy ventilyatsiya;
– Uchqun chiqaruvchi ishlar uchun ruxsatnoma tizimini joriy etish.

4. Innovatsion yondashuv:

– IoT asosida sensorli monitoring;
– Termo-kamera orqali nazorat;
– AI asosida xavf prognozlash;

XULOSA.

Tadqiqot natijalari avtosanoat korxonalarida yong‘in chiqishining asosiy sabablari elektr nosozligi, lak-bo‘yoq materiallari, payvandlash ishlari va inson omili bilan bog‘liq ekanligini ko‘rsatdi.

ISSN 3030-3907

Yong‘in xavfini kamaytirish uchun:
Raqamli monitoring tizimini joriy etish;
Avtomatik o‘chirish tizimlarini o‘rnatish;
Xodimlar malakasini oshirish;
Profilaktik nazoratni kuchaytirish;
Kompleks yondashuv orqali avtosanoat korxonalarida yong‘in xavfini 40–60 % gacha kamaytirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abdullaev Sh.Sh. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi. – Toshkent: Tafakkur, 2018. – 276 b.
2. Ahrens M. Industrial and Manufacturing Properties Fire Loss Report. – Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2021. – 45 p.
3. Automotive Manufacturing Safety Standards. – Berlin: Springer, 2021. – 368 p.
4. Automotive Safety Engineering. – Munich: Springer Vieweg, 2022. – 410 p.
5. Babrauskas V. Ignition Handbook. – Issaquah, WA: Fire Science Publishers, 2003. – 1116 p.
6. Beyler C.L. Fire Hazard Analysis Techniques // SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. – New York: Springer, 2016. – P. 597–622.
7. Drysdale D. Introduction to Fire Dynamics. – 3rd ed. – Chichester: Wiley, 2011. – 551 p.
8. Elektr qurilmalarini o‘rnatish qoidalari (PUE). – Toshkent, 2020. – 540 b.
9. European Committee for Standardization (CEN). EN 54: Fire Detection and Fire Alarm Systems. – Brussels, 2018.
10. Fire Protection System Design Guide. – Tokyo: JSA Publishing, 2020. – 275 p.
11. GOST 12.1.004–91. Pojarnaya bezopasnost. Obщie trebovaniya. – Moskva, 2018.
12. Hurley M.J. (ed.). SFPE Handbook of Fire Protection Engineering. – 5th ed. – New York: Springer, 2016. – 3400 p.
13. International Labour Organization. Safety and Health in Manufacturing Industries. – Geneva, 2019. – 180 p.
14. International Organization for Standardization. ISO 14001:2015. Environmental Management Systems – Requirements with Guidance for Use. – Geneva, 2015.
15. International Organization for Standardization (ISO). ISO 16732-1: Fire Risk Assessment – General. – Geneva, 2012.

ISSN 3030-3907

16. International Organization for Standardization (ISO). ISO 45001:2018. Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements with Guidance for Use. – Geneva, 2018.
17. International Organization for Standardization (ISO). ISO 7240-1: Fire Detection and Alarm Systems. – Geneva, 2014.
18. Karlsson B., Quintiere J.G. Enclosure Fire Dynamics. – Boca Raton: CRC Press, 2000. – 336 p.

ISSN 3030-3907

MIS ISHLAB CHIQARISHNING TEXNOLOGIK ERITMALARIDAN METALLARNI CHO‘KTIRUVCHI REAGENTLAR YORDAMIDA AJRATISH.

Raximov Raxmatullo Rafiqjon o‘g‘li
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Materialshunoslik” kafedrasi tayanch doktoranti
Yusupova Yulduz Sobirjon qizi
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Materialshunoslik” kafedrasi tayanch doktoranti
Umarova Shaxnoza Olimovna
Andijon davlat texnika instituti
E-mail: shakhnozaolimovna@gmail.com
Shokirov Saidnazar Shuxratovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
“Materialshunoslik” kafedrasi tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada jahon miqiyosida texnologik eritmalardan qimmatli komponentlarni kompleks ajratib olishning samarali usullarini ishlab chiqish va kam chiqindili hamda chiqindisiz texnologiyalarni ishlab chiqish yoritilgan. Shuningdek, sanoatning texnogen chiqindilaridan metall olishda qo‘shimcha xomashyo sifatida foydalanishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari yoritib berilgan.

Kalit so‘zlar: texnologik eritma, mis kukuni, Zn kukuni, mis sulfati, xlorid kislota, yuviSh, aseton, prizmatik kristal, ParchalaniSh, Mikroqattiqlik, Texnologik eritma.

Аннотация. В данной статье рассматриваются разработка эффективных методов комплексного извлечения ценных компонентов из технологических растворов в мировом масштабе, а также создание малоотходных и безотходных технологий. Кроме того, освещаются научно-исследовательские работы, направленные на использование техногенных отходов промышленности в качестве дополнительного сырья для получения металлов.

Ключевые слова: технологический раствор, порошок меди, порошок Zn, сульфат меди, соляная кислота, промывка, ацетон, призматический кристалл, разложение, микротвердость, технологический раствор

Annotation. This article covers the development of effective methods for the complex extraction of valuable components from process solutions on a global scale and the development of low-waste and waste-free technologies. Also, research works aimed at using technogenic industrial waste as an additional raw material for obtaining metals are highlighted.

ISSN 3030-3907

Keywords: technological solution, copper powder, Zn powder, copper sulfate, hydrochloric acid, washing, acetone, prismatic crystal, decomposition, microhardness, technological solution

KIRISH.

Jahon miqyosida qimmatbaho metallarning hajmi va miqdori birlamchi rudadan olinadigan metallar miqdoriga qaraganda ancha yuqori bo'lgan qo'shimcha xomashyo ko'rinishidagi soha texnogen chiqindilaridan foydalanishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot iShlari olib borilmoqda. Shu munosabat bilan texnogen chiqindilarga ishlov berish, korxonalarda geologik, konchilik va boyitish ishlarini olib borish uchun sarflanadigan kapital xarajatlarsiz xomaShyo bazasini sezilarli darajada kengaytirish imkonini beradi. Bundan tashqari, bu ilmiy izlanishlar katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lishiga qaramay, og'ir rangli metallar ionlarining kontsentratsiyasini oshirish va ajratish usullariga, selektiv reagentlarni tanlashga yetarlicha e'tibor berilmagan, metallar ionlarining o'zaro ta'sir mexanizmi to'liq o'rganilmagan, qimmatbaho komponentlarni ajratib olish, ularni qayta ishlash va ekologik muammolarni hal qilishni o'zida jamlagan metall tarkibli chiqindilar va texnologik eritmalarni qayta ishlashning kompleks texnologiyalarini ishlab chiqishga imkon bermaganligi o'ta dolzarb, ilmiy va muhim iqtisodiy muammo hisoblanadi [1,2].

Bugungi kunda qayta iShlanayotgan mis rudalari tarkibidagi metallar miqdorini kamayiShi olinayotgan mis kontsentratlarining sifati pasayiShiga va kontsentrat tarkibidagi keraksiz jinslarni miqdori yuqori bo'liShiga olib keldi. Bu tendentsiya eritiSh zavodlariga zararli ta'sir ko'rsatdi: iShlab chiqariSh hajmi oShdi, chiqindilar (Shlak, gaz, eritma) miqdori ko'paydi. Natijada konlardan rudani qazib oliShdan metallurgik zavodlariga qadar bo'lgan resurslarni tejaSh, barqaror va raqobatbardoSh iShlab chiqariShga eriShiSh uchun xom ashyoni qayta ishlashning yaxlit yondashuvi zarurligi ta'kidlanmoqda [3].

Kontsentratlardan bir metallni ajratib olayotgan zavodlarga nisbatan, bir nechta metallarni ajratib olayotgan zavodlarni rivojlaniShi kuzatilmoqda. UShbu zavodlarning asosiy maqsadi metallarni maksimal darajada ajratib iShlaShda, chiqindilarni ishlab chiqariShga jalb qiliShda va turli xil metallurgiya jarayonlar natijasida hosil bo'ladigan texnologik eritmalar va oqava suvlarni boShqariShda Qozog'istondagi Kaztsink Ust-Kamenogorsk metallurgiya majmuasi [2], Boliden Ro¨nnska¨r Smelter [3], Yaponiyadagi [4], Germaniyadagi [5] va Koreyadagi metallurgik integral zavodlari yaxShi natijalarga eriShgan.

Og'ir metall ionlaridan chiqindi suvlarni tozalaSh muammosi ko'plab sohalarda mavjud bo'lib, jahon hamjamiyati ekologik inqiroz yoqasida turgan paytda ayniqsa dolzarbdir [6].

ISSN 3030-3907

Mis kukuni kukun metallurgiyasida eng ko‘p ishlatiladigan materiallardan biri hisoblanadi. O‘ta nozik mis kukuni juda yaxShi aralaShtiriSh, presslaSh va qumoqlaSh xususiyatlariga ega yuqori elektr o‘tkazuvchan materialdir [7]. Rangli metallurgiya kimyo tarmog‘i korxonalari uShbu mahsulotni iShlab chiqariSh bilan Shug‘ullanadi. Mis kukunini ishlab chiqarishning ikkita asosiy usuli mavjud: mexanik va fizik - kimyoviy. Birinchi texnologiyadan foydalanganda kimyoviy tarkibi deyarli o‘zgarmagan kukun olinadi. Ikkinchi usul biroz murakkabroq hisoblanadi. Foydalanilganda, manba material asl xususiyatlarini sezilarli darajada o‘zgartiradi [8]. Mualliflar kuydirilgangan qattiq qotiShmalar chiqindilaridan elektroeroziv dispersiya (EED) usulida olinadigan kukun muntazam sharsimon (yoki elliptik), tartibsiz Shakldagi (konglomeratlar) va parchalangan Shakldagi zarralardan iborat. EED paytida bunday zarralar kimyoviy va fazaviy o‘zgariShlarga eng sezgir hisoblanadi. Kukun zarrachalarining shakli EED jarayonida materialning teshiklardan chiqarib yuborilgan Shakli bilan aniqlaniShi ko‘rsatilgan. Jarayon quyidagi elektr parametrlari bilan amalga oshirildi: tuShiriSh kondansatkichlarining sig‘imi 35 mkF, kuchlaniSh 200-220 V, zarba takrorlash tezligi 30 Hz. Elektrodlar orasidagi qisqa muddatli elektr razryadlarining mahalliy ta'siri natijasida chiqindi material dispers kukun zarralari hosil bo‘liShi bilan yo‘q qilindi. Bu usulda olingan kukun tarkibida qo‘Shimchalar miqdori kam ammo kukun shakli va o‘lchami bir xil emas [9].

Jahonda mis ishlab chiqarish va uning iste’moli sezilarli darajada o‘sganligini ko‘rsatmoqda. Bundan taShqari, boy ruda konlarining kamayiShi va atrof-muhit ekologiyasiga tobora ortib borayotgan talablari, xom ashyodan kompleks foydalaniShni oShiriShga va mis iShlab chiqariSh sanoati shlaklari ko‘riniShidagi sanoat chiqindilarini qayta ishlashda innovatsion texnologiyalarni qo‘llaSh zarurligi muhim ahamiyatga ega.

Mis iShlab chiqariShdagi texnologik eritmalardan (masalan, boyitilgan sulfat kislotali eritmalar) misni kukun holida ajratib oliSh uchun asosan **tsementatsiya** (temir kukunlari yordamida) va elektrolitik usul (to‘g‘ridan-to‘g‘ri kukun olish rejimi) qo‘llaniladi. Tsementatsiya eng keng tarqalgan usul bo‘lib, mis eritmasiga temir kukuni qo‘Shilganda temir misni siqib chiqaradi va mis kukun Shaklida cho‘kadi.

Mis iShlab chiqariShdagi chiqindi eritmalardan mis kukunini oliShning asosiy usullari:

- Tsementatsiya usuli (Cementation): Bu usulda tarkibida mis bo‘lgan eritma (mis kuporosi yoki mis sulfat) temir qirindisi yoki kukuni bilan reaksiyaga kiriShadi. Temir misni eritmadan siqib chiqaradi va mis kukun ko‘riniShida cho‘kma hosil qiladi:

ISSN 3030-3907

Bu usul yuqori samaradorlik va past xarajat bilan ajralib turadi.

• Elektrolitik usul (Electrowinning): Maxsus elektrolizatorlarda, yuqori tok zichligida va oqim tezligida elektroliz o‘tkazilganda, mis plitalar o‘rniga kukunsimon mis katodda to‘planadi.

• Gidrometallurgik jarayonlar: Eritmadan misni ajratib oliShdan oldin, eritmani tozalaSh va boyitiSh (ekstraksiya) bosqichlari amalga oShiriladi, bu esa yuqori toza kukun oliShga imkon beradi.

Olingan kukun keyinchalik yuviladi, quritiladi va kerak bo‘lsa, oksidlaniShning oldini oliSh uchun himoya muhitida qayta iShlanadi.

METODOLOGIYA. Mis kuporos ishlab chiqarishda hosil bo’ladigan texnologik eritmalar tarkibidagi metallarni cho’ktiriSh usuli bilan ajratib oliShda cho’ktiruvchi reagentni tanlaShda quyidagi asosiy omillar hisobga olindi:

1) mis kuporos iShlab chiqariShda hosil bo’ladigan texnologik eritmalardagi metallarning kontsentratsiyasi va kimyoviy tarkibi;

2) cho’ktiruvchi reagentning narxi;

3) cho’ktiruvchi reagentning dastgohlarga nisbatan korrozion ta’siri;

4) cho’ktiruvchi reagentning metallarga nisbatan tanlovchanligi;

Tajribada texnologik eritmalar tarkibidagi metallarni cho’ktiriShda ammoniy rodanid (NH4CNS) qo’llanildi.

Mis Shlakini kompleks qayta iShlaSh muammosi uning abrazivligi va qattiqligida ekanligi isbotlangan. shlakni qayta ishlashda qiyinchilik tug‘diruvchi iSh yanchiSh jarayonidir, bu moddiy va yuqori energiya xarajatlarining sarfiga olib keladi.

Ikki bosqichli sovutishdan so‘ng olingan chiqindi Shlaklarning qaysi mineral fazalarida foydali komponentlar mavjudligi va kimyoviy iShlov berilganda metallarni ajratib oliSh uchun samara beradigan eng foydali mineral tarkibli Shlaklar o‘rganildi. Temir oksid ortosilikati Fe2SuO4 – mis sanoati Shlaklarining asosiy Shlak hosil qiluvchi mineralidir. Olmaliq KMK AJ mis eritiSh zavodining (MEZ) bimineral fayalit-magnetit Shlaklarida Fe2SuO4 miqdori iShlab chiqariSh hajmining 70 foizini taShkil qiladi.

Ferritlarni hosil qiluvchi ikki valentli Cu, Co, Ni va boShqa metallar Shlak magnetitlari tarkibida mustahkamlanadi. ‘Olmaliq KMK’ AJ MEZ Shlaklari tarkibini qayta hisoblaSh 1 - jadvalda keltirilgan. Hisob-kitoblar Shuni ko‘rsatadiki, yuqorida tavsiflangan Shlaklar tarkibida sulfid, temir, pirotin 1,07 %, oltingugurt va temir oksidi miqdori magnetit Shaklida 17,17 %, silikatlarning yalpi tarkibi esa 81,93 % ga etadi.

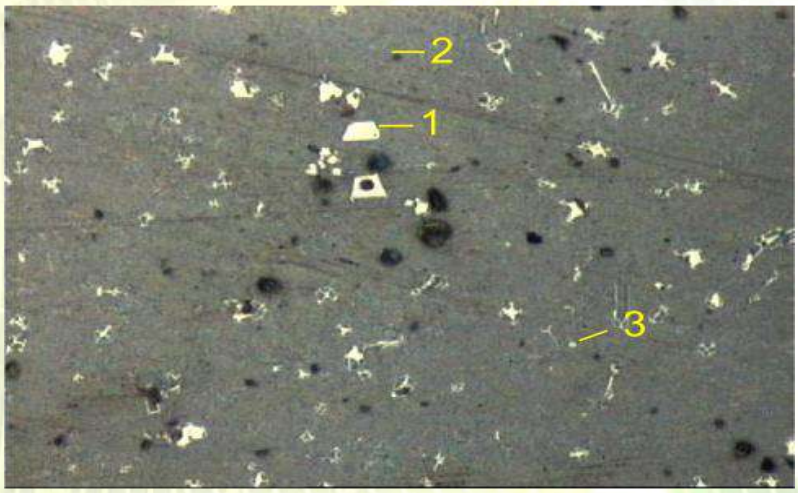
Mis Shlaklari mineral tarkibining xususiyatlari, donalarning Shakli va kattaligi, ularning o‘zaro ta’siri va birlaShiSh xususiyati, Shuningdek, ShiShali

ISSN 3030-3907

massaning taqsimlaniShi, mikrog‘ovaklar, yoriqlar kristallaniShning harorat Sharoitiga qarab faqat petrografik usullar yordamida aniqlaniShi mumkin [10].

Ikki bosqichli sovutilgan chiqindi Shlaklarining mineralogik tarkibi Shuni ko‘rsatadiki, fayalit kompozitsiyasini qayta hisoblaSh ancha yirik idiomorfik, ammo Shu bilan birga burchaklarining cho‘zilgan qirralari prizmatik kristalini anglatadi, bu esa kristall holatining to‘liq emasligini bildiradi. SHuningdek, bunda Shlak eritmasining kremniyga o‘tiShi bilan bog‘liq ehtimolligi mavjud bo‘lib, bu kristallanuvchi ortosilikatlarni (fayalit) metasilikatlar (ferrosilit) bilan asta-sekin almaShiniShiga olib keladi [11].

Namuna №1 Shlaki makroskopik zich singan massa bo‘lib, uning qismlari osongina ajralib turadi, ularning kattaligi 2-10 sm gacha boradi. Massaning rangi qora, yangi siniqlarida yaltiroq yarimmetall ShiSha ko‘riniShda aks etadi. ParchalaniSh yuzasi notekis, ba’zi joylarda millimetr o‘lcham fraksiyalaridan 3-4 mm gacha bo‘rtib chiqqan bo‘lib, qisqariSh yoriqlari bilan cheklangan zich burchakli bo‘laklarda namoyon bo‘ladi.



1-rasm. To‘kilgan Shlak

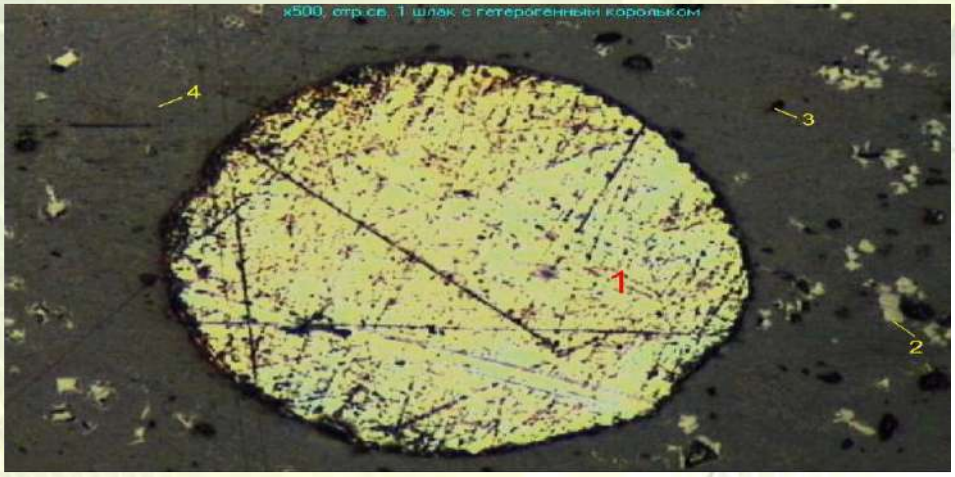
1-dendritlar ko‘riniShidagi magnetit; 2-ShiShasimon fayalit; 3-mis zarralari.

5x10 sm o‘lchamdagi katta bo‘lagi o‘zgaruvchan to‘qimali massa bo‘lib, plastina Shakliga o‘xShaSh quticha Shakliga ega. Bu namunada qalinligi 0,8 sm qatlamdan iborat bo‘lgan g‘ovaklari zich tuziliShga ega qismi kuzatiladi. Bunday qatlamlarning rangi yorqin bo‘lmagan metall tusli, zarb bo‘ylab o‘zgaruvchan bo‘ladi. Sirt po‘stlog‘i notekis, yorqin bo‘lmagan kulrang rangda. SHiShasimon ko‘riniShdagi massa bilan ta’sirlaShganda, to‘lqinsimon strukturasi sezilarli darajada bo‘lib, ular filamentar bilan zich bog‘langan kristalitga o‘xShaSh ShakllaniShlar natijasida hosil bo‘ladi.

Metall misning mikrozarralarining hajmi juda kichik bo‘lgan joylarda, qo‘ng‘ir-qizil rangli qoralangan chiziq paydo bo‘ladi, bu ham metall misning mikro qatlamlari bo‘ylab qo‘ShiliShi kabi yo‘naltirilgan. Mos Shkalasi bo‘yicha

ISSN 3030-3907

Shlakning qattiqligi birinchi namunadagi kabi deyarli bir xil, ammo mikro qattiqlik qiymati jihatidan birinchi namunaga nisbatan bir oz pastroq, ya’ni 1459-1467 kg / mm2 dan oShmaydi.



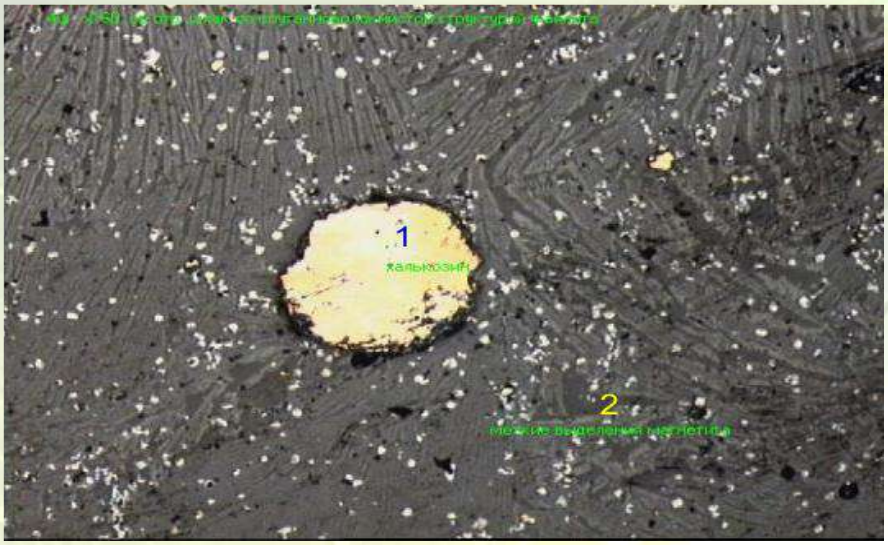
2-rasm. Shlakda geterogen tomchilari.
1-xalkozin-xalkopiritli evtektika; 2-magnetit; 3-g‘ovaklar; 4-shisha.

Shlak quyilgandan 60 minut o‘tgach olingan 3- namuna kulrang rangga ega bo‘ladi. Bu erda Shlak bir xil hajmli bo‘laklar Shaklida maydalanadi, ularning o‘lchamlari taxminan 50x60 mm ga etadi, porfir cho‘kmalari deyarli hosil bo‘lmaydi (2-rasm).

Shu bilan birga, Shlaklarda oddiy ko‘z bilan ko‘rinadigan katta to‘qimalarni va aniq porfir tuziliShini ko‘riSh mumkin. Oq porfir ajratmalari izometrik, ba’zan biroz cho‘zilgan. Ularning kattaligi taxminan 1 mm uzunlikda, kamdan-kam holatlarda, 3 mm gacha bo‘lgan porfiriy ajratmalar kuzatildi. Porfir cho‘kmalarining miqdori miqdoriy jihatdan 10-12 % ni taShkil qiladi. UShbu yoriqlar, ehtimol, kristabolit yoki tridimitga tegiShli bo‘lib, ularning qattiqligi Moos bo‘yicha 7 dan kam.

Mikroqattiqlik jihatidan PMT-3 da o‘lchanganda massa oralig‘ida mikroqattiqlik 1437 kg/mm2 ga, bo‘rtiqlarning qattiqligi deyarli 1430-1432 kg/mm2 ga teng, ni taShkil qiladi. SHunday qilib, qisqariSh yoriqlari bilan ajratilgan bo‘laklarning o‘lchamlari vaqt o‘tiShi bilan ortib boradi va Shlakning qattiqligi Shu yo‘naliShda biroz pasayadi, deb aytiSh mumkin. Ehtimol, bu Shlaklarni maydalagichlarda maydalaSh paytida maydalaniSh darajasi bo‘laklarining kattaligiga qarab tekislanadi va amaliy foydasi bo‘lmydi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Fayalitning aralaSh tolali tuziliShi asosidagi Shlak 1-xalkozin; 2-magnetitning mayda bo‘rtiqlari.

Tez sovutadigan Shlaklar yaxShi yanchiliSh qobiliyati bilan ajralib turadi, sulfidlarning asosiy miqdorini o‘z ichiga olgan amorf ShiSha fazasining maksimal miqdori bilan mikrokristal tuziliShga ega.

XULOSA. To‘kilgan Shlak 20 minutdan so‘ng sovitilganda Shlaklarda sulfid qo‘Shimchalari dispers Shaklda bo‘lib, bu ularni flotatsiya bilan ajratib oliShga imkon bermaydi, 40 va 60 daqiqadan so‘ng tez sovitilgans sulfidlarning kattaligi ularni keyingi qayta iShlab, ajratib oliSh uchun juda maqbuldir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Flores, G.A., Risopatron, C. & Pease, J. Processing of Complex Materials in the Copper Industry: Challenges and Opportunities Ahead. JOM 72, 3447–3461 (2020). https://doi.org/10.1007/s11837-020-04255-9.

2. Sánchez, F., Hartlieb, P. Innovation in the Mining Industry: Technological Trends and a Case Study of the Challenges of Disruptive Innovation. Mining, Metallurgy & Exploration 37, 1385–1399 (2020). https://doi.org/10.1007/s42461-020-00262-1.

3. Hwa-Young Lee. Recovery of Nickel from Electroless Plating Wastewater by Electrolysis Method. April 2012. Journal of the Korean Institute of Resources Recycling 21(2):41-46. doi: 10.7844/kirr.2012.21.2.041.

4. Hwa Lee, Hyun Baek Ko. Recovery of Copper in Wastewater from Electroless Plating Process. December 2012. Journal of the Korean Institute of Resources Recycling 21(6). doi: 10.7844/kirr.2012.21.6.39.

5. Home page of Kazzinc. http://www.kazzinc.com/en/Ust-Kamenogorsk_Metallurgical_Complex. Accessed 15 April 2020.

6. F. Testaye, D. Lindberg, and J. Hamuyuni, Energy Technol. (2017). https://doi.org/10.1007/978-3-319-52192-3.

ISSN 3030-3907

7. Home page of JX Nippon Mining & Metals. https://www. nmm.jx-group.co.jp/engliSh/industry/recycling/. Accessed 15 April 2020.
8. Home page of Aurubis. https://www.aurubis.com/en. Accessed 12 April 2020.
9. Home page of Korea Zinc. https://www.koreazinc.co.kr/engliSh/main/page/main.aspx. Accessed 12 April 2020.
10. Юсупова А.И. Очистка сточных вод, содержащих ионы тяжелых металлов, сорбентами и экстрактами из таннинсодержащих отходов. 03.02.08. - Экология (в химии и нефтехимии). Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Казань, КНИТУ, 2015. –С.165.
11. Клименко Т.В. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов // Современные научные исследования и инновации. –2013. - №11. –С. 17-23.
12. Петухова Ю.Н., Ильина С.И. Фурсенко А.В., Носырев М.А. Очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов с помощью сорбентов // Евразийский Союз Ученых. 2019. №7 (64). С. 51-54. doi: 10.31618/ESU.2413-9335.2019.6.64.254.
13. Евгеньев М.И., Евгеньева И.И. Контроль и оценка экологического риска химических производств. Казань: издательство ‘Фән’ АН РТ, 2007. 207 с.
15. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксикантов. М.: Химия, 1996. 319 с.
16. Будников Г.К. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем // Соровский образовательный журнал. 1998. № 5 С. 23-29.

ISSN 3030-3907

RIVOJLANAYOTGAN AVTOMOBIL SANOATIDA ADAS TIZIMLARINING ROLI: SAMARADORLIK, TEXNOLOGIYALAR VA MUAMMOLAR

Q.Q. Safarov

Jizzax politexnika instituti tayanch doktaranti

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqola avtomobil sanoatida tobora muhim rol o‘ynayotgan Ilg‘or Haydovchiga Yordam Berish Tizimlari (ADAS) ning zamonaviy holatini keng qamrovli tahlil qilishga bag‘ishlangan. Maqolada ADAS tizimlarining yo‘l harakati xavfsizligiga real ta’siri, asosiy sensor texnologiyalari va sun’iy intellektga asoslangan idrok tizimlari, xalqaro standartlashtirish va sertifikatlash masalalari, hamda ushbu tizimlarni yanada rivojlantirishdagi texnik va ijtimoiy muammolar tahlil etilgan. Shuningdek, maqolada ADASdan yuqori darajadagi avtonom haydashga (SAE 3–4 darajalari) bosqichma-bosqich o‘tish istiqbollari va ular bilan bog‘liq muhim texnik cheklovlar ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: ADAS, sensorlar sintezi, sun’iy intellekt, funksional xavfsizlik, SOTIF, avtonom haydash, ISO 26262, UNECE reglamentlari.

Abstract. This scientific article is devoted to a comprehensive analysis of the current state of Advanced Driver Assistance Systems (ADAS), which are playing an increasingly important role in the automotive industry. The article analyzes the real impact of ADAS on road traffic safety, key sensor technologies and perception systems based on artificial intelligence, issues of international standardization and certification, as well as technical and social challenges in the further development of these systems. The article also discusses the prospects for a gradual transition from ADAS to higher levels of autonomous driving (SAE Levels 3–4) and the associated significant technical limitations.

Keywords: ADAS, sensor fusion, artificial intelligence, functional safety, SOTIF, autonomous driving, ISO 26262, UNECE regulations.

Аннотация. Настоящая научная статья посвящена всестороннему анализу современного состояния систем помощи водителю (ADAS), которые играют всё более важную роль в автомобильной промышленности. В статье анализируются реальное влияние систем ADAS на безопасность дорожного движения, ключевые сенсорные технологии и системы восприятия на основе искусственного интеллекта, вопросы международной стандартизации и сертификации, а также технические и социальные проблемы дальнейшего развития этих систем. Кроме того, в статье рассматриваются перспективы постепенного перехода от ADAS к более высоким уровням автономного вождения (уровни 3–4 по классификации SAE) и связанные с этим существенные технические ограничения.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: ADAS, сенсорная интеграция (синтез сенсоров), искусственный интеллект, функциональная безопасность, SOTIF, автономное вождение, ISO 26262, правила ЕЭК ООН.

1. KIRISH.

So‘nggi o‘n yillikda avtomobil sanoati eng muhim texnologik o‘zgarishlardan birini boshdan kechirmoqda: an’anaviy passiv xavfsizlik tizimlaridan (xavfsizlik kamarlari, havo yostiqlari) faol xavfsizlik va haydovchiga yordam berish tizimlariga bosqichma-bosqich o‘tish kuzatilmoqda. Ilg‘or Haydovchiga Yordam Berish Tizimlari (ADAS — Advanced Driver Assistance Systems) avtomobil atrofidagi muhitni idrok etish, ma’lumotlarni qayta ishlash va kerakli vaziyatlarda haydovchiga avtomatlashtirilgan yordam ko‘rsatish imkoniyatini beradi.

ADAS tizimlarining keng joriy etilishining asosiy omili — bu yo‘l-transport hodisalari (YTH) sonini kamaytirish va yo‘l harakati xavfsizligini oshirishdir. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma’lumotlariga ko‘ra, har yili dunyoda taxminan 1,3 million kishi yo‘l-transport hodisalari natijasida halok bo‘ladi. ADAS tizimlari aynan shu muammoni hal qilishga qaratilgan bo‘lib, ular inson omili (charchoq, diqqatni yo‘qotish, noto‘g‘ri qaror qabul qilish) bilan bog‘liq hodisalarni oldini olishga xizmat qiladi.

ADAS tizimlarining asosiy vazifalari quyidagilardan iborat: avtomobil atrofidagi muhitni (boshqa transport vositalari, piyodalar, yo‘l belgilari va infratuzilma elementlari) real vaqt rejimida idrok etish; potensial xavfli vaziyatlarni aniqlash va haydovchini ogohlantirish; kerakli hollarda (masalan, favqulodda tormozlash) tizimning avtomatik aralashuvi; va nihoyat, haydovchiga qulay va xavfsiz haydash sharoitlarini yaratish.

Ushbu maqolada ADAS tizimlarining asosiy texnologik tarkibiy qismlari (sensorlar, sensorlar sintezi, sun’iy intellekt), ularning real sharoitdagi samaradorligi, xalqaro standartlashtirish va sertifikatlash masalalari, hamda kelgusidagi rivojlanish istiqbollari va muammolari tahlil qilinadi.

2. ADAS tizimlarining yo‘l harakati xavfsizligiga ta’siri

2.1 Real sharoitdagi samaradorlik bahosi

ADAS tizimlarining yo‘l harakati xavfsizligiga ta’sirini baholash muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. So‘nggi yillarda o‘tkazilgan ko‘lamli tadqiqotlar ADAS tizimlarining real sharoitlarda YTHlarni kamaytirishda ijobiy ta’sir ko‘rsatayotganini tasdiqlamoqda.

Ding va boshqalar (2025) tomonidan olib borilgan tadqiqotda 3549 ta ADAS bilan jihozlangan va 3,76 million ADAS bilan jihozlanmagan transport vositalarining ikki avtomobil ishtirokidagi YTHlari tahlil qilingan. Quasi-Induced

ISSN 3030-3907

Exposure (QIE) usuli qo‘llangan ushbu tadqiqotda ADAS bilan jihozlangan avtomobillar turli yo‘l sharoitlarida YTHlarni sezilarli darajada kamaytirishi aniqlangan. Shu bilan birga, tadqiqot ADAS tizimlarining ham cheklovlari mavjudligini ko‘rsatgan: chorrahalar, yorug‘liksiz qorong‘u sharoitlar va yuqori tezliklarda ADAS bilan jihozlangan avtomobilning YTHda aybdor bo‘lish ehtimoli ortadi. Aksincha, kunduzgi yorug‘lik, qishloq yo‘llari va past tezliklarda bu ehtimol kamayadi.

2.2 Yevropa Ittifoqida majburiy ADAS tizimlarining prognoz qilingan ta’siri

Yevropa Ittifoqining Umumiy Xavfsizlik Reglamenti (General Safety Regulation — GSR) ga muvofiq, 2024-yil iyulidan boshlab barcha yangi ro‘yxatdan o‘tkazilgan avtomobillar Intelligent Speed Assistance (ISA) va Emergency Lane Keeping (ELK) kabi ADAS funksiyalari bilan jihozlanishi majburiy hisoblanadi.

Costa va boshqalar (2025) tomonidan VTT Texnik Tadqiqot Markazida o‘tkazilgan tadqiqotda majburiy ADAS tizimlari EU-27 mamlakatlarida 2030-yilga borib jarohatlanish va halokatli YTHlarni 6% ga kamaytirishi mumkinligi prognoz qilingan. Xususan, Avtomatik Favqulodda Tormozlash Tizimi (AEB) YTHlarni 5% ga, maslahat beruvchi Intelligent Speed Assistance (ISA) 1% ga, Lane Keeping Assist (LKA) va teskari harakat kamerasi esa har biri 0,2% ga kamaytirishi prognoz qilinmoqda. Mualliflarning ta’kidlashicha, Yevropa Ittifoqining xavfsizlik maqsadlariga erishish uchun ADAS tizimlarini joriy etish boshqa xavfsizlik choralari bilan birgalikda amalga oshirilishi lozim.

2.3 Foydalanuvchilarning qabul qilishi va ishonchi

ADAS tizimlarining haqiqiy samaradorligi nafaqat texnik xususiyatlariga, balki foydalanuvchilarning ularni qanchalik qabul qilishi va ishonchiga ham bog‘liq. FIA Yevropa Byurosining 2026-yilda chop etilgan ekspert tadqiqoti 13500 dan ortiq Yevropa avtomobilchilik klublari a’zolari o‘rtasida o‘tkazilgan so‘rov natijalariga asoslangan. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, Adaptive Cruise Control (ACC) keng qabul qilingan, ishonchli va tez-tez ishlatiladigan tizim hisoblanadi. Biroq, Lane Keeping Assistance (LKA) va Intelligent Speed Assistance (ISA) ko‘plab haydovchilar tomonidan kamroq ishonchli deb baholangan va kamroq foydalanilgan.

Qiziqarli jihat shundaki, bir qator tadqiqotlar haydovchilarning ADAS tizimlarini o‘chirib qo‘yish tendensiyasini qayd etgan. AAMI Crash Index 2025 ma’lumotlariga ko‘ra, avstraliyalik haydovchilarning beshdan bir qismi ADAS tizimlarini juda zerikarli deb topib, ularni o‘chirib qo‘yadi. Shuningdek, so‘rovlarda respondentlarning 58% ADAS tizimlari ularni xavfsizroq his qilishiga yordam berishini aytgan bo‘lsa-da, sezilarli qismi noto‘g‘ri signallar va

ISSN 3030-3907

qulaylikning yetishmasligi tufayli ushbu tizimlardan qochadi yoki ularni butunlay o‘chirib qo‘yadi.

3. ADAS tizimlarining asosiy texnologik tarkibiy qismlari

3.1 Sensor texnologiyalari

Zamonaviy ADAS tizimlari bir necha turdagi sensorlardan foydalanadi, ularning har biri o‘ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega:

Kameralar: Vizual ma’lumotlarni (yo‘l belgilari, svetoforlar, transport vositalari va piyodalar) aniqlash uchun asosiy sensor turi hisoblanadi. Kameralar rangli va strukturaviy ma’lumotlarni taqdim etadi, bu esa ob’ektlarni tasniflash va ularning harakatini tushunish uchun muhimdir. Biroq, yomon ob-havo sharoitlari (yomg‘ir, qor, tuman) va yorug‘likning yetishmasligi kameralar samaradorligini sezilarli darajada pasaytiradi.

Radar (Radio Detection and Ranging): Radiochastota signallari yordamida ob’ektlarning masofasi va nisbiy tezligini o‘lchaydi. Radarning asosiy afzalligi — yomon ob-havo va yorug‘lik sharoitlarida (tuman, yomg‘ir, qorong‘ulik) ishlash qobiliyatidir. Shu sababli radar ko‘pincha adaptiv kruiz-kontrol (ACC) va favqulodda tormozlash (AEB) kabi funksiyalar uchun asosiy sensor sifatida ishlatiladi.

LiDAR (Light Detection and Ranging): Lazer impulslari yordamida atrof-muhitning yuqori aniqlikdagi 3D xaritasini yaratadi. LiDAR aniq fazoviy ma’lumotlarni taqdim etadi va ob’ektlarning chegaralarini, geometrik tuzilishini va ulargacha bo‘lgan masofani aniqlashda yuqori aniqlikka ega. Asosiy kamchiligi — yuqori narxi va yomg‘ir yoki qor kabi sharoitlarda ishlash sifatining pasayishi.

Ultrasonik sensorlar: Qisqa masofalarda (odatda 5–10 metr) ishlaydigan sensorlar bo‘lib, asosan to‘sib qo‘yish (parkovka), parallel parkovka va tirbandliklarda yordam berish kabi funksiyalar uchun ishlatiladi.

3.2 Sensorlar sintezi (Sensor Fusion)

Yuqorida sanab o‘tilgan sensorlarning har biri alohida olinganda atrof-muhitni to‘liq va ishonchli idrok etishni ta’minlay olmaydi. Sensorlar sintezi — bu turli sensorlardan olingan ma’lumotlarni birlashtirib, yagona va izchil atrof-muhit modelini yaratish jarayonidir.

Sensorlar sintezi bir necha darajada amalga oshirilishi mumkin:

Past darajadagi sintez: Sensorlardan to‘g‘ridan-to‘g‘ri olingan xom ma’lumotlarni birlashtiradi.

O‘rta darajadagi sintez: Ajratib olingan xususiyatlarni (masalan, ob’ekt kandidatlari, geometrik tuzilmalar) birlashtiradi.

Yuqori darajadagi sintez: Interpretatsiya qilingan semantik natijalarni (ob’ekt tasnifi, harakat prognozi) birlashtiradi.

ISSN 3030-3907

2026-yilga kelib sensorlar sintezi eksperimental ADAS imkoniyatidan tortib, ilg‘or haydovchiga yordam berish va avtonom haydash platformalarining asosiy infratuzilmasiga aylangan. Sun’iy intellekt tomonidan boshqariladigan idrok (perception) quvurlari turli xil ma’lumotlar oqimlarini bir vaqtda interpretatsiya qilish imkonini beradi.

Yaqinda IEEE xalqaro konferensiyasida taqdim etilgan tadqiqotda kamera, LiDAR, radar va V2X (Vehicle-to-Everything) orqali SPaT (Signal Phase and Timing) ma’lumotlarini birlashtiruvchi ko‘p-sensorli sintez ramkasi taklif etilgan. Ushbu yondashuv yomon ob-havo yoki sensorlarning to‘silib qolishi kabi qiyin sharoitlarda svetoforlarni idrok etishning aniqligi va mustahkamligini oshirishi kutilmoqda.

3.3 Sun’iy intellekt va chuqur o‘rganish

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt va ayniqsa chuqur o‘rganish (deep learning) ADAS tizimlarining idrok qilish (perception) va qaror qabul qilish (decision-making) imkoniyatlarini tubdan o‘zgartirdi.

Ob’ektlarni aniqlash va tasniflash. Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) va YOLO (You Only Look Once) kabi real vaqt rejimidagi ob’ektlarni aniqlash algoritmlari ADAS tizimlarida transport vositalari, piyodalar, yo‘l belgilari va svetoforlarni real vaqt rejimida yuqori aniqlik bilan aniqlash imkonini beradi.

Scientific Reports jurnalida chop etilgan tadqiqotda haydovchi chalg‘ishini aniqlash va real vaqt rejimidagi yo‘l ob’ektlarini tanib olishni birlashtiruvchi integratsiyalashgan chuqur o‘rganish ramkasi taklif etilgan. Ushbu tizim haydovchining fizik, vizual va kognitiv chalg‘ishlarini CNN va transfer learning yordamida tasniflaydi. Tizimning amaliyligi NVIDIA Jetson Xavier NX platformasida real vaqt rejimida sinovdan o‘tkazilgan bo‘lib, 25 kadr/sekund tezlikka erishilgan.

Meta-o‘rganish (Meta-learning) yondashuvi. Yaqinda chop etilgan ishda ADAS tizimlari uchun oldindagi transport vositalarining orqa chiroq signallarini (burilish ko‘rsatkichlari va tormoz signallari) aniqlashda meta-o‘rganish bilan kuchaytirilgan YOLOv8 modeli qo‘llangan. An’anaviy radar va LiDAR faqat bilvosita harakat niyatlarini (masalan, sekinlashish yoki yo‘l chizig‘idan chiqib ketish) aniqlay oladi, ammo rangli kodlangan orqa chiroq signallarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri interpretatsiya qila olmaydi. Mualliflarning ta’kidlashicha, meta-o‘rganish strategiyasi modelga kam ma’lumotdan o‘rganish va yangi stsenariylarga tez moslashish imkoniyatini beradi.

Multimodal Large Language Models (MLLMs). 2025-yilgi ilmiy adabiyotlarda MLLMlarning yo‘l harakati xavfsizligi kontekstida idrok qilish,

ISSN 3030-3907

qaror qabul qilish va adversar mustahkamlikni oshirish imkoniyatlari tahlil qilingan.

4. Standartlashtirish va sertifikatlash

4.1 Funksional xavfsizlik: ISO 26262

ISO 26262 standarti avtomobilning elektr va elektron (E/E) tizimlari funksional xavfsizligi uchun asosiy xalqaro standart hisoblanadi. Ushbu standart apparat va dasturiy ta’minotdagi nosozliklar natijasida yuzaga keladigan xavflarni aniqlash va minimallashtirishga qaratilgan tizimli yondashuvni taqdim etadi. ISO 26262 avtomobil xavfsizligi hayot siklining barcha bosqichlarini (boshqaruv, ishlab chiqish, ishlab chiqarish, ekspluatatsiya, utilizatsiya) qamrab oladi va risklarni tahlil qilishga asoslangan metodologiyani taklif etadi.

4.2 Mo‘ljallangan funksionallik xavfsizligi: ISO 21448 (SOTIF)

ISO 26262 asosan apparat va dasturiy ta’minotdagi tasodifiy nosozliklarni ko‘rib chiqadi. Biroq, avtomatlashtirilgan haydash tizimlarida (ADS) tizimning mo‘ljallangan funksionalligi doirasidagi cheklovlar yoki yetishmovchiliklar tufayli yuzaga keladigan xavflarni hisobga olish ham muhimdir. ISO 21448 (SOTIF — Safety of the Intended Functionality) standarti aynan shu muammoni hal qilishga qaratilgan.

Patel va boshqalar (2025) tomonidan PRISMA protokoli asosida o‘tkazilgan tizimli adabiyotlar sharhi 2018–2023 yillar oralig‘ida chop etilgan 51 ta ilmiy maqolani tahlil qilgan. Tadqiqotchilar SOTIF bo‘yicha mavjud adabiyotlarni sintez qilib, ularni tematik guruhlarga ajratgan va mavjud ilmiy bo‘shliqlarni aniqlagan.

4.3 ISO/TS 5083: Avtomatlashtirilgan haydash tizimlari uchun yangi standart

2025-yilda ISO/TS 5083 standarti e’lon qilindi — bu SAE Level 3 va Level 4 avtomatlashtirilgan haydash xususiyatlari xavfsizligiga bag‘ishlangan birinchi xalqaro muhandislik standartidir. Ushbu standart haydovchidan mas’uliyat (qisman yoki to‘liq) o‘tkaziladigan avtomatlashtirilgan haydash tizimlari uchun texnik yo‘riqnomani taqdim etadi.

ISO/TS 5083 ISO 26262 va ISO 21448 (SOTIF) standartlariga asoslanadi, biroq avtomatlashtirilgan haydash tizimlari uchun maxsus ishlab chiqilgan yangi yo‘riqnomalarni kiritadi. Standartning asosiy e’tibor yo‘nalishlari: xavfsizlikni dizayn orqali ta’minlash, verifikatsiya va validatsiya, hamda post-deployment (joylashtirishdan keyingi) faoliyatlardir.

4.4 UNECE reglamentlari

Birlashgan Millatlar Tashkilotining Yevropa Iqtisodiy Komissiyasi (UNECE) bir qator reglamentlari ADAS tizimlarini xalqaro miqyosda sertifikatlash uchun asosiy normativ hujjatlar hisoblanadi:

ISSN 3030-3907

• UNECE R79: Rulni boshqarish tizimlarini, jumladan Lane Keeping Assist (LKA) va avtomatik yo‘l o‘zgartirishni tartibga soladi.

•UNECE R152: Yengil va og‘ir transport vositalari uchun Avtomatik Favqulodda Tormozlash Tizimi (AEBS) bilan bog‘liq.

•UNECE R155: Avtotransport vositalarining kiberxavfsizligini tartibga soladi — bu ADAS tizimlari uchun muhim jihat.

•UNECE R157: Level 3 avtomatlashtirilgan haydash tizimlariga (masalan, Traffic Jam Pilot) qaratilgan.

Ushbu reglamentlarga muvofiqlikni tasdiqlash uchun laboratoriya sinovlari (elektromagnit moslik, sensorlar ishlashini tekshirish) va real yo‘l sharoitidagi sinovlar (og‘ir tirbandlik, yomon ob-havo, kutilmagan to‘siqlar) amalga oshiriladi.

5. ADASdan avtonom haydashga o‘tish: muammolar va istiqbollar

5.1 SAE avtonomiya darajalari

SAE International (sobiq Society of Automotive Engineers) avtomobil avtonomiyasining 0 dan 5 gacha bo‘lgan darajalarini belgilagan:

•Level 0: Avtomatlashtirilmagan — haydovchi barcha vazifalarni bajaradi.

•Level 1: Haydovchiga yordam — bitta avtomatlashtirilgan funksiya (masalan, adaptiv kruiz-kontrol).

•Level 2: Qisman avtomatlashtirish — bir vaqtning o‘zida bir nechta funksiyalar (masalan, ACC + LKA), ammo haydovchi doimo muhitni kuzatishi kerak.

•Level 3: Shartli avtomatlashtirish — tizim barcha haydash vazifalarini muayyan sharoitlarda bajaradi, ammo haydovchi talab qilinganda aralashishi kerak.

•Level 4: Yuqori avtomatlashtirish — tizim barcha haydash vazifalarini muayyan sharoitlarda (geofencing) haydovchi ishtirokisiz bajaradi.

•Level 5: To‘liq avtomatlashtirish — tizim barcha sharoitlarda inson ishtirokisiz barcha haydash vazifalarini bajaradi.

5.2 Level 2 dan Level 3 ga o‘tishdagi texnik muammolar

Level 2 ADAS tizimlaridan Level 3 shartli avtomatlashtirilgan haydash tizimlariga o‘tish bir qator muhim texnik muammolarni keltirib chiqaradi. Arrow kompaniyasi mutaxassislarining 2025-yilgi tahliliga ko‘ra, eng asosiy muammolar quyidagilardan iborat:

Hisoblash arxitekturasining o‘zgarishi. An’anaviy avtomobil hisoblash arxitekturalari har bir maxsus funksiya uchun alohida hisoblash elementlaridan foydalanadi. Biroq, Level 3 va undan yuqori tizimlar uchun bunday yondashuv yetarli emas. Ma’lumotlar hajmining keskin o‘sishi bir yoki bir nechta protsessorlar ichidagi ko‘p yadrolar bo‘ylab ish yuklarini taqsimlaydigan hisoblash

ISSN 3030-3907

arxitekturasini talab qiladi — bu “g‘ildiraklar ustidagi ma’lumotlar markazi” (data center on wheels) deb ataladigan modeldir.

Sensor ma’lumotlarini birlashtirishning murakkablashishi. Yuqori darajadagi avtonom tizimlar turli sensor turlaridan (kameralar, radar, LiDAR) olingan ma’lumotlarni sintez qilishni talab qiladi. Bu “sintez” (fusion) jarayoni maxsus protsessor yadrolari tomonidan amalga oshiriladi, so‘ngra boshqa yadrolar “siyosat” (policy) ishlov berishiga — ya’ni sensor tahlili natijalariga asoslangan holda kerakli harakatlarni aniqlashga o‘tadi.

Avtomobil ichidagi tarmoq talablarining oshishi. 5G simsiz aloqa va V2X (Vehicle-to-Everything) texnologiyalarining joriy etilishi transport vositalarining ko‘proq sensorlar, boshqaruv va hisoblash quvvatiga ega bo‘lishini talab qiladi. Yuqori tezlikdagi magistrallarda va sharoitlarda ma’lumotlarni uzatishdagi har qanday kechikish (latency) halokatli oqibatlarga olib kelishi mumkin, shuning uchun Ethernet avtomobil ichidagi tarmoq magistrali uchun dominant texnologiyaga aylanmoqda.

5.3 Global ADAS penetratsiyasi va Level 3 ga o‘tish prognozlari

Counterpoint Research ma’lumotlariga ko‘ra, global ADAS penetratsiyasi 2035-yilga borib 94% ga yetadi. Ayni paytda Xitroy balanslangan masshtabda qabul qilish va yuqori avtonomiyaga ehtiyotkorlik bilan o‘tishni amalga oshirmoqda.

LeddarTech kompaniyasi ADASdan avtonom haydashga bosqichma-bosqich o‘tish strategiyasini ilgari surmoqda. Ushbu yondashuv to‘g‘ridan-to‘g‘ri Level 4 avtonomiyaga e’tibor qaratish o‘rniga, Level 2 ADAS tizimlaridan boshlab AI funksionalligini iterativ ravishda kengaytirishni taklif qiladi.

Huawei esa 2025-yil oxirigacha ADS 4 tizimini bozorga chiqarish, 2026-yilda keng miqyosli Level 3 magistral haydash va shahar Level 4 pilotlariga o‘tish, 2027-yilga borib Level 3 asosiy oqimga qabul qilish va Level 4 ni erta tijoratlashtirishni rejalashtirmoqda.

6. Muammolar va kelgusidagi tadqiqot yo‘nalishlari

6.1 Kiberxavfsizlik

ADAS va avtomatlashtirilgan haydash tizimlarining kiberxavfsizligi tobora dolzarb masalaga aylanmoqda. SAE International jurnalida chop etilgan yaqin tadqiqotda AI bilan jihozlangan avtomatlashtirilgan transport vositalari uchun apparat asosidagi xavfsizlik arxitekturasi taklif etilgan.

Ushbu arxitektura quyidagi asosiy tamoyillarga asoslanadi:

End-to-end ishonch (trust): Apparat interfeysi xavfsizligi, tezlatilgan kriptografiya va SRAM PUF (Physical Unclonable Function) asosidagi kalitlarni taqdim etish orqali ta’minlanadi.

ISSN 3030-3907

Apparat ildizi (hardware root of trust): Kriptografik identifikatsiya, xavfsiz yuklash (secure boot enforcement) va butun transport vositasining hayot sikli davomida ishonchli kalitlar saqlanishini kafolatlaydi.

MACsec (Media Access Control Security): Zonal Ethernet arxitekturasida har bir tugun MACsec bilan jihozlangan interfeyslar bilan ta’minlanadi, bu esa bog‘lama darajasidagi maxfiylik va yaxlitlikni ta’minlaydi.

6.2 Chetki hisoblash (Edge Computing) va real vaqt rejimidagi ishlov berish

Avtonom transport vositalari kuniga 4–20 TB ma’lumot ishlab chiqaradi, ularning katta qismi darhol ishlov berishni talab qiladi. Chetki hisoblash (edge computing) hisoblash vazifalarini ma’lumot manbasiga (bort tizimlari yoki yo‘l chetidagi qurilmalar) yaqinroq joylashtirish orqali kechikishni bartaraf etadi. Bu ayniqsa to‘qnashuvdan qochish va avtonom navigatsiya kabi kechikishga sezgir ilovalar uchun muhimdir.

Biroq, avtomobil muhitlarida taqsimlangan chetki tarmoqlarni boshqarish bir qator muammolarni keltirib chiqaradi: masshtablash imkoniyati, kiberxavfsizlik, AI integratsiyasi va ma’lumotlar orkestratsiyasi.

6.3 SOTIF bo‘yicha ilmiy bo‘shliqlar

Patel va boshqalar (2025) tomonidan o‘tkazilgan tizimli adabiyotlar sharhi SOTIF sohasida bir qator muhim ilmiy bo‘shliqlarni aniqlagan:

Avtomatlashtirilgan haydash tizimlarining mo‘ljallangan funksionalligi doirasidagi xavflarni tizimli ravishda identifikatsiya qilish metodologiyalarining yetarli emasligi;

Perceptron (idrok) va qaror qabul qilish tizimlarining SOTIF talablariga muvofiqligini baholashning standartlashtirilgan usullarining yo‘qligi;

SOTIF bo‘yicha empirik tadqiqotlarning kamligi (mavjud ishlarning aksariyati nazariy yoki simulyatsiyaga asoslangan).

7. XULOSA.

Ushbu maqolada Ilg‘or Haydovchiga Yordam Berish Tizimlari (ADAS) ning zamonaviy holati, ularning yo‘l harakati xavfsizligiga ta’siri, asosiy texnologik tarkibiy qismlari, xalqaro standartlashtirish va sertifikatlash masalalari, hamda ADASdan yuqori darajadagi avtonom haydashga o‘tishdagi muammolar tahlil qilindi.

ADAS tizimlarining real sharoitlarda YTHlarni kamaytirishdagi ijobiy ta’siri ko‘plab empirik tadqiqotlar bilan tasdiqlangan bo‘lsa-da, ularning samaradorligi muayyan sharoitlarda (chorrahalar, yorug‘liksiz qorong‘u joylar, yuqori tezliklar) cheklanganligi aniqlandi. Sensorlar sintezi va sun’iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi ADAS tizimlarining idrok qilish va qaror qabul qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada oshirmoqda. Xalqaro standartlar (ISO

ISSN 3030-3907

26262, ISO 21448, ISO/TS 5083) va UNECE reglamentlari ADAS va avtomatlashtirilgan haydash tizimlarining xavfsizligini ta’minlash uchun muhim normativ asosni yaratmoqda.

ADASdan yuqori avtonomiyaga o‘tish bir qator texnik muammolarni (hisoblash arxitekturasining o‘zgarishi, sensorlar sintezining murakkablashishi, kiberxavfsizlik, real vaqt rejimidagi ishlov berish) hal qilishni talab qiladi. Ushbu muammolarni muvaffaqiyatli bartaraf etish avtomobil sanoatining xavfsizroq va samaraliroq kelajak sari olg‘a siljishida hal qiluvchi omil bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ding S. va boshq. “Assessing the safety effectiveness of advanced driver assistance systems”. Journal of Safety Research, 95:345-361, 2025. doi:10.1016/j.jsr.2025.10.014.
2. Costa A., Innamaa S., Malin F. “Safety impact of advanced driver assistance systems in Europe in 2030”. Journal of Safety Research, 95:290-300, 2025. doi:10.1016/j.jsr.2025.10.014.
3. Lee G. va boshq. “Classifying Advanced Driver Assistance System (ADAS) Activation from Multimodal Driving Data: A Real-World Study”. Sensors, 25(19):6139, 2025. doi:10.3390/s25196139.
4. Patel M. va boshq. “A Systematic Literature Review on Safety of the Intended Functionality for Automated Driving Systems”. SAE Technical Paper 2025-01-5030, 2025. arXiv:2503.02498.
5. Mattas K. va boshq. “Safety Perspective on Assisted Lane Changes: Insights from Open-Road, Live-Traffic Experiments”. arXiv:2508.09233, 2025.
6. “In-Progress: Enhancing Traffic Signal Perception for Connected and Autonomous Vehicles (CAVs) via Multi-Sensor Fusion of Camera, LiDAR, Radar, and SPaT Data”. IEEE Conference, San Francisco, CA, 2025.
7. “Sensor Fusion for Autonomous Transport in 2026: Integrating LiDAR, Cameras, Radar and AI”. Promwad, 2026.
8. “Real-Time Detection of Rear Car Signals for Advanced Driver Assistance Systems Using Meta-Learning and Geometric Post-Processing”. DOAJ, 2025.
9. “Integrated deep learning framework for driver distraction detection and real-time road object recognition in advanced driver assistance systems”. Scientific Reports, 15:25125, 2025.
10. “EXPERT STUDY ON ADAS AND DCAS: IMPACTS ON ROAD SAFETY, DRIVER TRUST AND POLICY”. FIA Region I, 2026.
11. “ISO/TS 5083: A Milestone for Safe Automated Driving”. HORIBA MIRA, 2025.

ISSN 3030-3907

12. “Technical challenges in developing next-generation ADAS and autonomous vehicles”. Microchip Technology / Arrow Electronics, 2025.
13. Suriyanarayanan C., Iacob R. “Securing the AI-Driven Vehicle: A Hardware-Based Security Framework for Scalable, Trustworthy Autonomy”. SAE Technical Paper 2026-01-0085, 2026.
14. “Edge Computing Solutions for Automotive in 2026”. Informatix.Systems, 2025.

ISSN 3030-3907

XALQARO YUK TASHISH ZANJIRI TUSHUNCHASI VA UNING TRANSPORT-LOGISTIKA TIZIMIDAGI O‘RNI

Shuxratov Tehron Bakir o‘g‘li
Jizzax Politexnika Instituti “Transport logistikasi” kafedrasi magistranti
E-mail: tehronshuhratov505@gmail.com
Tel: +998500719029

Anotatsiya. Ushbu maqolada xalqaro yuk tashish zanjiri tushunchasining nazariy va amaliy mohiyati hamda uning transport-logistika tizimidagi o‘rni tahlil etiladi. Globallashuv sharoitida tovar va xizmatlar harakatining geografik kengayishi xalqaro logistika jarayonlarini samarali tashkil etishni talab qilmoqda. Tadqiqotda xalqaro yuk tashish zanjirining asosiy elementlari — yuk jo‘natuvchi, transport vositalari, logistika operatorlari, bojxona organlari, infratuzilma obyektlari va axborot tizimlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik yoritilgan. Multimodal va intermodal tashish tizimlarining afzalliklari, raqamlashtirish jarayonlari hamda “Just-in-Time” konsepsiyasi asosida zanjirni boshqarish mexanizmlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Xalqaro yuk tashish zanjiri, transport-logistika tizimi, multimodal tashish, intermodal tashish, raqamli logistika, Just-in-Time, transport koridorlari, bojxona rasmiylashtiruvi, logistika samaradorligi, barqaror transport tizimi.

Аннотация. В данной статье анализируется теоретическая и практическая сущность понятия международной цепочки грузоперевозок, а также его роль в транспортно-логистической системе. В условиях глобализации географическое расширение движения товаров и услуг требует эффективной организации международных логистических процессов. В исследовании освещается взаимосвязь между основными элементами цепочки международных грузоперевозок - грузоотправителем, транспортными средствами, логистическими операторами, таможенными органами, объектами инфраструктуры и информационными системами. Рассмотрены преимущества мультимодальных и интермодальных систем перевозок, процессы цифровизации и механизмы управления цепочкой на основе концепции "Just-in-Time."

Ключевые слова: Международная цепочка грузоперевозок, транспортно-логистическая система, мультимодальные перевозки, интермодальные перевозки, цифровая логистика, Just-in-Time, транспортные коридоры, таможенное оформление, эффективность логистики, устойчивая транспортная система.

Abstract. This article analyzes the theoretical and practical essence of the international freight chain concept and its role in the transport and logistics system. In the context of globalization, the geographical expansion of the movement of

ISSN 3030-3907

goods and services requires the effective organization of international logistics processes. The study highlights the interconnection between the key elements of the international freight chain - shipper, vehicles, logistics operators, customs authorities, infrastructure facilities, and information systems. The advantages of multimodal and intermodal transport systems, digitalization processes, and chain management mechanisms based on the "Just-in-Time" concept are examined.

Keywords: International freight chain, transport and logistics system, multimodal transport, intermodal transport, digital logistics, Just-in-Time, transport corridors, customs clearance, logistics efficiency, sustainable transport system.

KIRISH.

Jahon iqtisodiyotining globallashuvi, xalqaro savdo aloqalarining kengayishi va ishlab chiqarish jarayonlarining geografik jihatdan tarqalishi xalqaro yuk tashish tizimlariga bo‘lgan talabni keskin oshirdi. Bugungi kunda tovarlar bir mamlakatda ishlab chiqarilib, boshqa davlatlarda qayta ishlanadi yoki iste’mol qilinadi. Ushbu jarayonlarning barqaror, uzluksiz va samarali amalga oshirilishi xalqaro yuk tashish zanjirining qay darajada to‘g‘ri tashkil etilganligiga bevosita bog‘liq.

Xalqaro yuk tashish zanjiri transport logistikasining asosiy ob’ekti hisoblanib, u faqatgina yukni jismonan bir nuqtadan ikkinchi nuqtaga ko‘chirishni emas, balki vaqt, xarajat, sifat va xavfsizlik ko‘rsatkichlarini muvofiqlashtirgan holda boshqarishni ham o‘z ichiga oladi.

Xalqaro yuk tashish zanjiri tushunchasining ilmiy-amaliy mohiyatini quyidagicha izohlashimiz mumkin.

Ilmiy adabiyotlarda “xalqaro yuk tashish zanjiri” (International Freight Transport Chain) tushunchasi turlicha talqin qilinadi. Xorijiy tadqiqotchilardan D. Bauersoks va D. Klossning ta’riflashicha, yuk tashish zanjiri — bu tovar harakati bilan bog‘liq bo‘lgan barcha logistik operatsiyalarning uzviy bog‘langan tizimi bo‘lib, u qiymat yaratish jarayonining ajralmas qismi hisoblanadi. Evropa transport tadqiqotlari maktabi vakillari esa ushbu zanjirni “ko‘p ishtirokchili, ko‘p bosqichli va ko‘p transport turli tizim” sifatida baholaydilar [1].

Mualliflik yondashuviga ko‘ra, xalqaro yuk tashish zanjiri — bu ishlab chiqaruvchi, logistika operatori, transport kompaniyalari, bojxona organlari va iste’molchi o‘rtasidagi moddiy, axborot va moliyaviy oqimlarni xalqaro me’yorlar asosida muvofiqlashtiruvchi tizimdir.

METODOLOGIYA. Xalqaro yuk tashish zanjiri quyidagi asosiy elementlardan tashkil topadi:

Yuk jo‘natuvchi (Shipper) – tovar ishlab chiqaruvchi yoki eksport qiluvchi sub’ekt;

-Transport vositalari – avtomobil, temir yo‘l, dengiz, havo va multimodal transport;

ISSN 3030-3907

-Logistika operatorlari va ekspeditorlar – tashish jarayonlarini muvofiqlashtiruvchi tashkilotlar;
-Oraliq infratuzilmalar – omborlar, terminallar, logistika markazlari;
-Bojxona va nazorat organlari – huquqiy va ma’muriy tartibga soluvchi sub’ektlar;
-Axborot tizimlari – tracking & tracing, ERP, TMS, ITS platformalari;
-Yuk qabul qiluvchi (Consignee) – yakuniy iste’molchi yoki import qiluvchi.

Ushbu elementlar o‘rtasidagi hamkorlik darajasi qanchalik yuqori bo‘lsa, zanjirning ishonchliligi va samaradorligi shunchalik ortadi.

Transport-logistika tizimi — bu mamlakat yoki mintaqaning iqtisodiy faolligini ta’minlovchi strategik tizim hisoblanadi. Xalqaro yuk tashish zanjiri esa ushbu tizimning tashqi iqtisodiy aloqalar bilan bog‘langan asosiy bo‘g‘inidir.

Xorijiy amaliyot shuni ko‘rsatadiki, rivojlangan davlatlarda (Germaniya, Yaponiya, Janubiy Koreya) transport-logistika tizimida zanjirli boshqaruv kontseptsiyasi ustuvor hisoblanadi. Masalan, Germaniyaning DHL va DB Schenker kompaniyalari xalqaro yuk tashish zanjirini raqamli platformalar orqali to‘liq integratsiya qilgan[2].

Natia. Multimodal va intermodal tashishda zanjir yondashuvlaridan foydalaniladi. Xalqaro yuk tashish amaliyotida ko‘pincha bir nechta transport turlaridan foydalaniladi. Bu holatda multimodal va intermodal tashish tushunchalari qo‘llaniladi.
-Intermodal tashish – har bir transport turi alohida shartnoma asosida amalga oshiriladi;
-Multimodal tashish – yagona shartnoma va yagona javobgarlik asosida bajariladi.

Evropa Ittifoqi mamlakatlarida multimodal tashish zanjiri CO_2 chiqindilarini kamaytirish va logistika xarajatlarini optimallashtirishda samarali mexanizm sifatida qo‘llanilmoqda.

Xalqaro yuk tashish zanjiri samaradorligiga ta’sir etuvchi omillarni tahlil qilib chiqamiz.[3]
Samaradorlik quyidagi asosiy omillar bilan belgilanadi:
-transport infratuzilmasining rivojlanganlik darajasi;
-bojxona rasmiylashtiruvi tezligi;
-raqamli texnologiyalardan foydalanish;
-transport xavfsizligi va risklarni boshqarish;
-ishtirokchilar o‘rtasidagi institutsional hamkorlik.

Masalan, Singapur portida “Smart Port” kontseptsiyasi joriy etilgan bo‘lib, yuk aylanmasi vaqti 20–25 foizga qisqargan.

“Aniq o‘z muddatida” (Just-in-Time) kontseptsiyasi bilan o‘zaro bog‘liqlik mavjud bo‘lib, xalqaro yuk tashish zanjiri Just-in-Time printsipini amalga

ISSN 3030-3907

oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Yaponiya tajribasi shuni ko‘rsatadiki, zanjirdagi hatto kichik kechikishlar butun ishlab chiqarish jarayonini izdan chiqarishi mumkin.

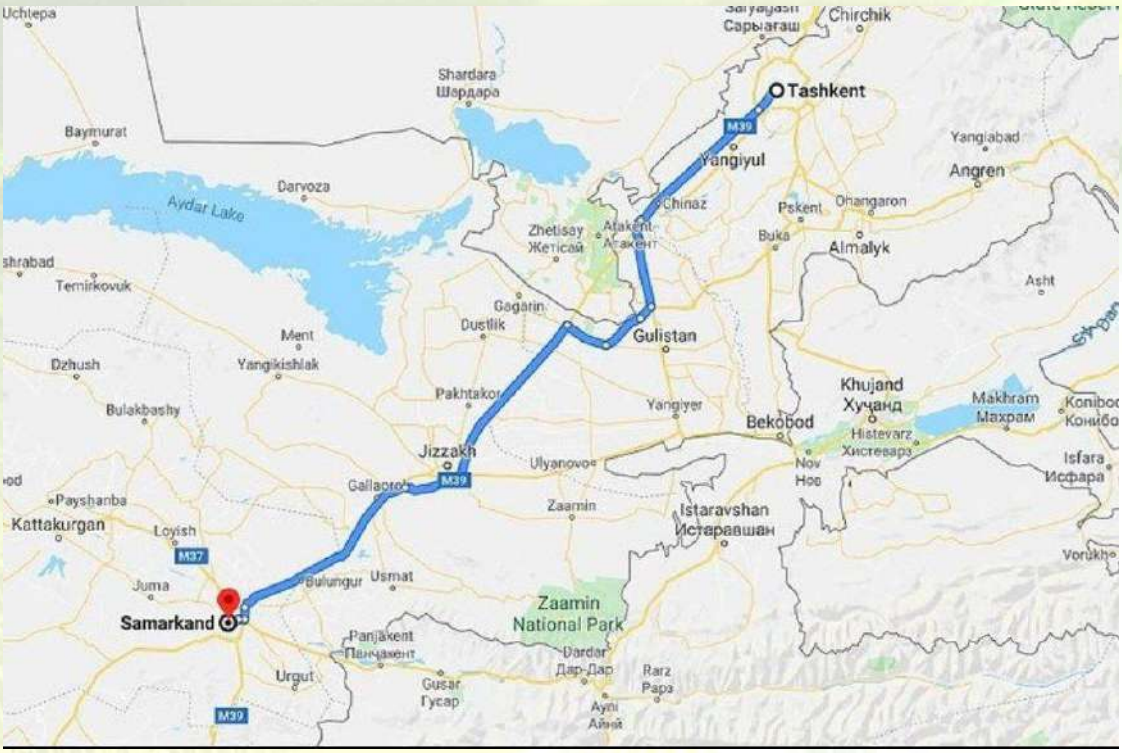
Shu sababli, zanjirni modellashtirish va optimallashtirish orqali vaqt parametrlarini qat’iy nazorat qilish zamonaviy transport logistikasining asosiy vazifasi hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, xalqaro yuk tashish zanjiri transport-logistika tizimining strategik elementi bo‘lib, uni ilmiy asosda o‘rganish va modellashtirish tashqi iqtisodiy faoliyat samaradorligini oshirish, logistika xarajatlarini kamaytirish va “aniq o‘z muddatida” etkazib berishni ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu o‘rinda aytish joizki, **Jizzax viloyati** hududidan xalqaro transport aloqalari tizimida muhim o‘rin tutadigan, strategik ahamiyatga ega bo‘lgan **M-39 xalqaro avtomagistrali** o‘tadi. Mazkur avtomagistral respublika hamda qo‘shni davlatlar o‘rtasidagi tranzit harakatni ta’minlashda, yuk va yo‘lovchi tashish hajmlarini oshirishda hamda hududlararo iqtisodiy integratsiyani kuchaytirishda muhim infratuzilmaviy ob’ekt hisoblanadi[4].

Quyida keltirilgan rasmda M-39 xalqaro avtomagistralining aynan Jizzax viloyati hududidan o‘tgan qismi vizual tarzda aks ettirilgan bo‘lib, unda yo‘l trassasining hududiy joylashuvi, atrof-muhit bilan o‘zaro bog‘liqligi hamda transport tizimida tutgan o‘rnini yaqqol ko‘rish mumkin.[3]. Ushbu ma’lumotlar keyingi tahlil va tadqiqotlarda avtomagistralning transport-ekologik, logistik hamda ekspluatatsion xususiyatlarini ilmiy asoslash uchun muhim manba bo‘lib xizmat qiladi (1-rasm).

ISSN 3030-3907



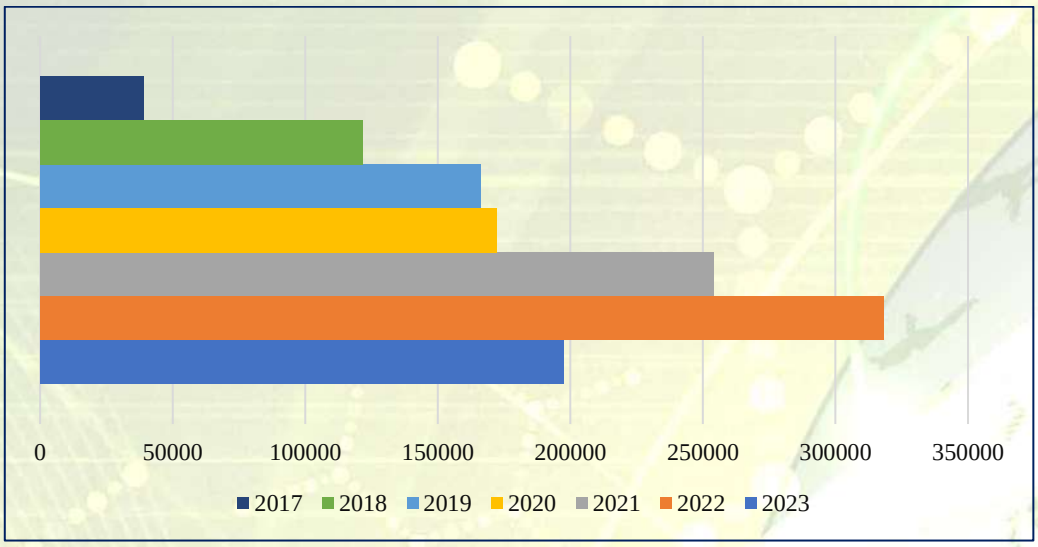
1-rasm. M39 avtomagistralining Jizzax viloyati hududidan o‘tgan qismi vizual ko‘rinishi

M-39 avtomagistralining Jizzax viloyati hududidan o‘tgan qismi transport oqimining yuqori zichligi, turli toifadagi avtotransport vositalarining intensiv harakati va yil davomida uzluksiz ekspluatatsiya qilinishi bilan ajralib turadi. Ayniqsa, mazkur yo‘l orqali xalqaro va mintaqaviy ahamiyatga ega bo‘lgan yuk tashishlar amalga oshirilishi, uning texnik holati, xavfsizlik darajasi hamda ekspluatatsion samaradorligini doimiy tahlil qilishni taqozo etadi.[5]

Transport sohasi mamlakatning iqtisodiy rivojlanishi va xalqaro hamkorlikni mustahkamlashda muhim ahamiyatga ega. O‘zbekiston bu sohada keng ko‘lamli islohotlar va strategik loyihalarni amalga oshirib, zamonaviy logistika tizimlari, aeroport infratuzilmasi va mintaqaviy hamkorlik mexanizmlarini rivojlantirmoqda.

Endi esa respublikamiz xududlarida xalqaro tashuvlarning yillar kesimidagi ulushini taxlil qilib o‘tamiz. Ushbu ma’lumotlar statistika qo‘mitasining rasmiy veb sahifasidan olingan[6] (1-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Respublikamiz hududidagi transport vositalarining eksportdagi ishtiroki (ta)

Bugungi kunning asosiy vazifasi transport tizimini integratsiyalashtirish, xalqaro standartlar darajasiga olib chiqish va aholi hamda biznes uchun samarali, barqaror va bog‘langan xizmatlarni tashkil qilishdan iborat.

Qayd etish kerakki, “O‘zbekiston-2030” strategiyasi doirasida respublikada transport infratuzilmasini modernizatsiya qilish va yo‘lovchi hamda yuk tashish xizmatlarini takomillashtirishga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Strategiya doirasida mamlakat orqali o‘tadigan tranzit yuklar aylanmasi 16 million tonnagacha yetkazilishi belgilangan bo‘lib, temir yo‘l yo‘nalishlarida yuklarni yetkazib berish vaqti qariyb 40 foizga qisqarishi rejalashtirilmoqda. Shu bilan birga, yo‘lovchi va yuk tashish xizmatlari hajmi uch barobar oshirilishi nazarda tutilgan. Temir yo‘l tarmoqlarini elektrlashtirish darajasi 65 foizga ko‘tarilishi, havo qatnovlari esa to‘rt barobarga ko‘payishi maqsad qilingan. Avia sohasida samarasiz ishlab turgan aeroportlarni davlat-xususiy sheriklik asosida yangilash, yirik havo darvozalarini shu mexanizm orqali rivojlantirish va xususiy aviakompaniyalar sonini 10 tagacha oshirish vazifasi qo‘yilgan. Shuningdek, barcha aeroportlarda “Ochiq osmon” tartibining joriy etilishi hamda mamlakat aviaparkini 100 ta yetkazish ko‘zda tutilgan[7].

Soha ravnaqi yo‘lida tashkil etilgan ushbu tadbirlar mintaqaviy va global muammolarni muhokama qilish, eng yaxshi tajribalarni almashish, infratuzilmani rivojlantirish va raqamli transformatsiyadagi yondashuvlarni muvofiqlashtirish hamda amaliy tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi. Bu kabi muloqot ishtirokchilar uchun tajriba almashish, umumiy qarorlar qabul qilish va mintaqada samarali, barqaror va bog‘langan transport tizimini rivojlantirish uchun katta imkoniyat, – dedi transport vaziri Ilhom Mahkamov.

ISSN 3030-3907

Xalqaro transport forumi bosh kotibi Yong Tay Kimning ta’kidlashicha, bu kabi tadbirlar strategik muloqotni amaliy yechimlar bilan bog‘lash va Osiyo va Yevropa bo‘ylab bog‘langan va barqaror transport tizimlarini rivojlantirishga keng yo‘l ochadi.

Markaziy Osiyo uzoq yildan buyon Sharq va G‘arb hamda Shimol va Janubni bog‘laydigan muhim savdo chorrahasi bo‘lgan. Biroq, yuk oqimlari o‘sib borayotgani sababli infratuzilma eskirgan, nazorat qoidalari tarqoq va iqlim o‘zgarishi ta’sirlari ham sezilmoqda. Bu muammolar yetkazib berish zanjirlarining ishonchliligi va mintaqaviy transport tizimining barqarorligi uchun katta sinov bo‘lib xizmat qiladi. Shuningdek, tadqiqotlar koridorlarni kengaytirish, quvvat va to‘siqlarni bartaraf etish, infratuzilmani rivojlantirish va chegaralardagi normativ muammolarni hal etish uchun katta investitsiyalar zarurligini ko‘rsatmoqda. Mazkur muloqot nafaqat siyosatchilar va ekspertlarni, balki logistika va texnologiya sohalaridan yetakchilar va innovatorlarni ham birlashtirdi. Bu esa mintaqaviy va global hamkorlikni mustahkamlash orqali transport tizimlarini yanada samarali, uzluksiz va barqarorligini ta’minlash imkoniyatini yaratadi, – dedi u [8].

Jahon xo‘jaligi taraqqiyoti jarayonida logistika zanjirlarining uzluksizligi global savdo oqimlarining barqarorligini ta’minlashda hal qiluvchi omilga aylanmoqda. Transport infratuzilmasi rivojlanishi, raqamli texnologiyalarning joriy qilinishi va xalqaro hamkorlik mexanizmlarining kengayishi logistika tizimlarini samarali boshqarish imkonini bermoqda. Shu bilan birga, pandemiyalar, geosiyosiy keskinliklar, iqlim o‘zgarishlari va transport bozoridagi raqobat logistika jarayonlarida yangi yondashuvlarni talab qilmoqda. Bugungi kunda yetkazib berish zanjirlarining mustahkamligi nafaqat iqtisodiy samaradorlikni, balki milliy va mintaqaviy xavfsizlikni ham belgilab bermoqda. Xalqaro tajribada uzluksizlikni ta’minlash uchun qo‘llaniladigan strategiyalar turlicha: multimodal tashish imkoniyatlarini kengaytirish, “yashil logistika” tamoyillarini tatbiq etish, raqamli platformalar orqali monitoring va nazoratni kuchaytirish, shuningdek, mintaqaviy integratsiya dasturlari asosida hamkorlikni mustahkamlash.

Shuning uchun ham bugungi kunda rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlar o‘z milliy iqtisodiy siyosatlarida logistika tizimini kuchaytirish masalasiga alohida urg‘u bermoqda. Xalqaro amaliyotda logistika zanjirlarini barqaror va uzluksiz qilish uchun bir nechta samarali strategiyalar shakllangan. Birinchidan, multimodal tashish tizimlarini rivojlantirish asosiy yo‘nalishlardan biridir. Bu usulda tovarlar bir nechta transport vositalari — avtomobil, temir yo‘l, dengiz va havo transporti orqali uzluksiz harakatlanadi. Yevropa Ittifoqida

ISSN 3030-3907

ushbu strategiya keng qo‘llanilib, “TEN-T” (Trans-European Transport Network) loyihasi orqali transport infratuzilmalari bir-biriga integratsiyalashgan. Bu nafaqat logistika xarajatlarini kamaytiradi, balki tashish jarayonini tezlashtiradi va xavf-xatarlarga nisbatan moslashuvchanlikni ta’minlaydi.Ikkinchidan, logistika jarayonlarida raqamlashtirish va avtomatlashtirishning joriy etilishi uzluksizlikni ta’minlashda muhim omil hisoblanadi.

O‘zbekiston geografik jihatdan Markaziy Osiyoning markazida joylashgani sababli tranzit salohiyatiga ega. Mamlakat uchun logistika tizimini samarali boshqarish nafaqat ichki iqtisodiyot, balki tashqi savdo va mintaqaviy integratsiya jarayonlarida ham muhim ahamiyat kasb etadi. So‘nggi yillarda bu yo‘nalishda qator islohotlar amalga oshirildi. Jumladan, yangi temir yo‘l yo‘nalishlari, logistika markazlari, zamonaviy avtomobil yo‘llari qurildi va xalqaro transport koridorlariga qo‘shilish ishlari olib borilmoqda. O‘zbekiston iqtisodiy siyosatida “Markaziy Osiyo + xalqaro bozorlar” konsepsiyasi muhim o‘rin tutadi[9].



1.3-rasm. Xalqaro yuk tashish zanjirida multimodal transport-logistika tizimining integratsiyasi.

Masalan, Germaniyada “Green Logistics” dasturi doirasida elektr yuk mashinalaridan foydalanish, yoqilg‘i sarfini kamaytirish va chiqindilarni qayta ishlash orqali uzluksizlik va barqarorlik uyg‘unlashtirilmoqda. To‘rtinchidan, mintaqaviy hamkorlik va integratsiya dasturlarining joriy etilishi ham muhim o‘rin tutadi. Masalan, Xitoy tomonidan ilgari surilgan “Bir makon – bir yo‘l” tashabbusi Osiyo, Yevropa va Afrikani yagona transport-logistika tarmog‘ida birlashtirishni ko‘zda tutadi. Bu loyiha doirasida yangi temir yo‘l liniyalari, avtomobil yo‘llari va dengiz portlari barpo etilib, tovarlarning uzluksiz harakatlanishi ta’minlanmoqda.

ISSN 3030-3907

Ya’ni, mamlakat eksport hajmini oshirish uchun nafaqat ichki ishlab chiqarishni rivojlantirishi, balki logistika tizimini ham global standartlarga moslashtirishi zarur. Shu nuqtayi nazardan, O‘zbekistonning Eron, Turkiya, Xitoy va Rossiya orqali o‘tuvchi transport koridorlariga qo‘shilishi milliy iqtisodiyot uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Biroq bu jarayonlarda logistika uzluksizligini ta’minlash uchun xalqaro tajribalardan unumli foydalanish talab etiladi[10].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. D.A. Abdukarimov. Logistika asoslari. – Toshkent: Iqtisodiyot nashriyoti.
2. Babayev N. Logistikaning funksional bo‘limlari mohiyati va mazmuni – JOURNAL OF MARKETING, BUSINESS AND MANAGEMENT (JMBM)/SJIF FACTOR:5.57,VOLUME 3, ISSUE 8 (January) ISSN: 2182-3000.
3. O‘zbekiston Respublikasida avtomobil transporti va xalqaro tranzit yo‘laklarini rivojlantirish bo‘yicha rasmiy materiallar. – Toshkent. https://lex.uz/uz/docs.
4. O‘zbekiston Respublikasining transport-logistika tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi (keyingi o‘rinlarda — Konsepsiya) 1-ilovaga muvofiq; https://lex.uz/uz/docs.
5. Avtomobil yo‘llarini qurish va ulardan foydalanish sohasida ishlarni tashkil etishning ilg‘or xorijiy uslublarini joriy etish chora-tadbirlari to‘g‘risida. https://lex.uz/uz/docs.
6. J.B.Ergashev. Transport faoliyatining asosiy ko‘rsatkichlari, raqobatbardoshlik ko‘rsatkichlari va transport xizmati sifati. 2024.
7. “O‘zbekiston–2030” strategiyasi doirasida transport tizimini modernizatsiya qilish, tranzit salohiyatini oshirish va infratuzilmani rivojlantirish masalalari. https://lex.uz/uz/docs.
8. 6 ADB Avenue, Mandaluyong City 1550 Metro Manila. Philippines www.adb.org.
9. Q.A. Isayev. Xalqaro transport koridorlari. Toshkent. “Innovatsion rivojlanish nashriyot-matbaa uyi” 2025.
10. OECD (2021). Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics. Paris.

ISSN 3030-3907

MASOFADAN ZONDLASH TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA YAYLOV O‘SIMLIKLARINI MONITORING QILISH VA TAKOMILLASHTIRISH

Ibragimov Utkir Nurmamat o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti
https://orcid.org/0009-0005-2189-9195
E-mail: ibragimovutkir92@gmail.com
Eshonqulov Kamoliddin Baxtiyor o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada yaylovlardan samarali foydalanish, degradatsiyaga uchragan hududlarni aniqlash, sun’iy yo‘ldosh tasvirlari hamda yaylovlarning o‘simlik qoplami holati va masofadan zondlash texnologiyalari asosida yaylov o‘simliklarini monitoring qilish va ularni takomillashtirish masalalari yoritilgan.

Kalit so‘zlar. Nazorat punktlar, tabiiy yaylovlar, masofadan zondlash va yaylov o‘simliklari, sun’iy yo‘ldosh tasvirlari hamda GAT texnologiyalari.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы эффективного использования пастбищ, выявления деградированных участков, мониторинга и улучшения растительности пастбищ на основе спутниковых снимков, а также состояния растительного покрова пастбищ и технологий дистанционного зондирования.

Ключевые слова. Контрольные точки, естественные пастбища, дистанционное зондирование и растительность пастбищ, спутниковые снимки и технологии ГИС.

Abstract. This article covers the issues of effective use of pastures, identification of degraded areas, monitoring and improvement of pasture vegetation based on satellite images and the state of pasture vegetation cover and remote sensing technologies.

Keywords. Control points, natural pastures, remote sensing and pasture vegetation, satellite imagery, and GIS technologies.

KIRISH.

Hozirgi kunda Respublikamizda tog‘, tog‘ oldi va cho‘l yaylovlari tuproqlarning hozirgi holatini aniqlash, degradatsiya jarayonlarini oldini olish, mahsuldorligini oshirish, yaylovlarni muhofaza qilish va ulardan foydalanish samaradorligini oshirish bo‘yicha keng qamrovli ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda, muayyan natijalarga erishilmoqda. Shu sababli Respublikamiz qishloq xo‘jaligini yanada rivojlantirishda tog‘ oldi va cho‘l yaylovlarida monitoring tadqiqotlarini yuritish, xususan, tabiiy yaylovlar to‘g‘risidagi miqdoriy va sifatga doir ma’lumotlar haqida axborot to‘plash, ularning holatini baholash va prognoz

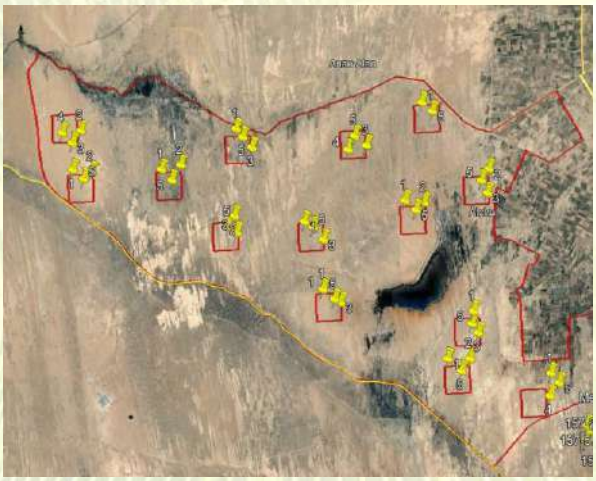
ISSN 3030-3907

qilish, salbiy jarayonlarni aniqlash hamda bartaraf etish maqsadida tabiiy yaylovlar o‘simliklarining holati, tabiiy yaylovlardan foydalanish natijasida yuzaga kelayotgan o‘zgarishlar yuzasidan kuzatuvlar olib borish muhim ahamiyat kasb etadi.

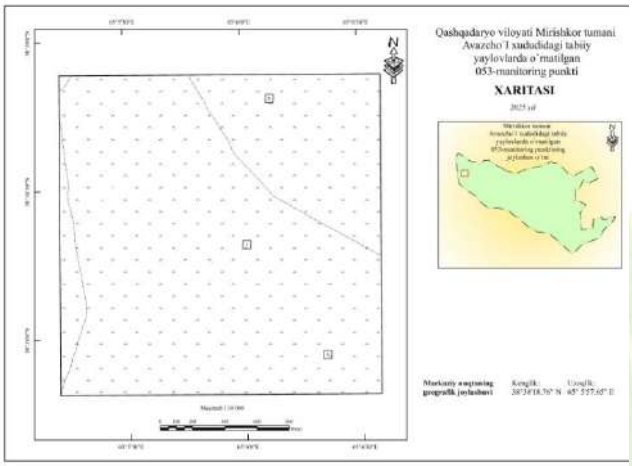
Yaylov o‘simliklarini monitoringini yuritish uchun mutaxassislardan iborat ishchi guruh tashkil etiladi va ular tomonidan quyidagi bosqichlarda amalga oshiriladi.

- ❖ Tayyorgarlik ishlari;
- ❖ Dala kuzatuv ishlari;
- ❖ Kameral ishlar.

Yaylovlarda o‘simliklar monitoringini yuritish bilan bog‘liq tegishli normativ-huquqiy hujjatlar o‘rganiladi va yaylov o‘simliklarining monitoringi o‘tkaziladigan hududlariga aniqlik kiritilib, usha hududlarda mavjud kartografik materiallar tayyorlanadi hamda yaylov o‘simliklarining joylashtirilgan punktlar monitoring ishlari olib boriladi.



1-rasm. Mirishkor tumani yaylov o‘simliklarining joylashgan nazorat punktlarini kosmik surati.



2-rasm. Mirishkor tumani hududidagi tabiiy yaylovlarda o‘rnatilgan 053-monitoring punktlari xaritasi.

Nazorat punktlar soniga qarab joylashgan yer maydoni konturlar qaydnomasi asosida aniqlik kiritilib boriladi va kuzatishlar parametrlari ro‘yxati va davriyligi, shuningdek, ularni o‘tkazish muddatlari tavsiyalarga asosan qayta ko‘rib chiqiladi va tabiiy yaylovlar o‘simliklarining monitoringi yuritiladigan hudud punktlari joylashgan maydonlari bo‘yicha geobotanik izlanishlarning birlamchi ma’lumotlari tahlil qilinadi, shuningdek, arxiv ma’lumotlaridan foydalangan holda tabiiy yaylovlar o‘simliklarining monitoringiga oid (geobotanik tadqiqot, yaylovlarni xatlovdan o‘tkazish va boshqalar) avvalgi yillarda bajarilgan loyiha qidiruv ishlari o‘rganilib chiqiladi hamda hududning qishloq xo‘jalik kartasi

ISSN 3030-3907

va dala sharoitida foydalaniladigan dala daftarchalari) hududlar kesimida jamlanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA. So‘nggi yillarda hududlardagi yaylovlar tuproq qatlami va o‘simlik qoplamining holati bilan bog‘liq tadqiqotlar P.Zakirov, S.Arabov, R.Qo‘ziyev, S.G‘aniyev, M.Teshaboyev, M.Reymov, Z.Mamatqulov, O.Davronov, M.Norqulov, R.Jaqsibayev va boshqalar tomonidan atroflicha o‘rganilgan.

Yaylovlarni muhofaza qilish va boshqarish, GAT texnologiyalari va masofadan zondlash ma’lumotlaridan foydalangan holda baholash bo‘yicha mahalliy olimlar tomonidan keng o‘rganilgan va tadqiqot ishlari amalga oshirilgan.

Yevropa davlatlarida Geografik axborot tizimlari va masofadan zondlash texnologiyalarini qo‘llash orqali yerlarning degradatsiyasini, o‘simlik qoplami, eroziya va cho‘llanishni baholash va monitoring qilish, yaylovlar holati va degradatsiyasini tadqiq qilish bo‘yicha bir qator olimlar, jumladan, R.Jafari, K.Ostir, E.Thorarinsdottir, A.Roder, K.Brinkmann, C.Zhang, X.Yang, K.Kawamura, I.Numata va boshqalar ilmiy tadqiqot ishlarini olib borishgan.

NATIJALAR. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, dala monitoring ishlari asosan bahor va kuz fasllarida amalga oshiriladi.

Dala ishlari quyidagi bosqichlarida amalga oshiriladi:

- birinchi bosqich – efemer va efemeroid o‘simliklarning dastlabki vegetatsiyasida, yirik o‘tlar, buta va yarim butalar uchun esa ularning to‘liq vegetatsiya davrida (aprel-iyun oylari);
- ikkinchi bosqich – buta, yarim buta va yirik o‘simliklar uchun vegetatsiya davrida (sentabr-oktabr oylari);

Dala ishlarini bajarish jarayonida o‘rnatilgan monitoring punktlarida mavjud o‘simliklar tarqalishi, holati, turlari, tarkibi, strukturasi, hosildorligi, ozuqabopligi, dorivorlik xususiyati va qizil kitobga kiritilganligi bo‘yicha tadqiqotlar va kuzatuvlar olib boriladi. Tadqiqot va kuzatuv natijalari dala sharoitida qaydnoma (dala daftarchasi)ga tushiriladi.

Shuningdek, dala daftarchasida geobotanik o‘simliklarni tavsiflash, yirik o‘simliklar uchun transekt, mayda o‘tlar uchun o‘rish maydonchasi hamda tuplar modellarini qayd etish kartochkasi kabi qaydnomalar shakllantiriladi.

Xududda dala monitoring ishlar jarayoni:

ISSN 3030-3907



3-rasm. Dala ishlari jarayoni.

Tadqiqotlarda o‘simliklarni tavsiflash uchun joyning tabiiy-hududiy majmualarini hisobga olgan holda o‘rnatilgan monitoring punkt nuqtalari belgilanadi.

MUHOKAMA. Mazkur tadqiqot doirasida masofadan zondlash texnologiyalarining yaylov o‘simliklarini monitoring qilishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, NDVI kabi vegetatsiya indekslari orqali o‘simlik qoplami holatini tezkor va keng hududlarda baholash imkoniyati mavjudligi aniqlandi. Bu usul an’anaviy yer usti kuzatuvlariga nisbatan kam vaqt va resurs talab qiladi hamda muntazam monitoring olib borishga sharoit yaratadi.

Masofadan zondlash texnologiyalaridan foydalanish orqali yaylov o‘simliklarining holatini tezkor va aniq baholash imkonini beradi. Sun’iy yo‘ldosh tasvirlari asosida olingan ma’lumotlar orqali o‘simlik qoplami zichligi, biomassa miqdori hamda degradatsiya darajasini aniqlash hamda sun’iy yo‘ldosh tasvirlarining fazoviy aniqligiga (bulutli) ob-havo sharoitlari ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, o‘simlik turlarini aniq ajratish uchun qo‘shimcha yer usti ma’lumotlari bilan integratsiya qilish kerak.

Muhokama natijalariga ko‘ra, yaylovlarni samarali boshqarish uchun masofadan zondlash ma’lumotlarini GAT texnologiyalari bilan birgalikda qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi. Bu yondashuv degradatsiyaga uchragan hududlarni aniqlash, ularni tiklash choralarini ishlab chiqish va yaylovlardan barqaror foydalanishni ta’minlash imkonini beradi.

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqot va tahlillar shuni ko‘rsatadiki, masofadan zondlash texnologiyalari yaylov o‘simliklarini monitoring qilishda samarali va ishonchli usul hisoblanadi. Sun’iy yo‘ldosh tasvirlari va vegetatsiya indekslari yordamida o‘simlik qoplami holatini tezkor baholash, degradatsiyaga uchragan hududlarni aniqlash va ularning dinamikasini kuzatish imkoniyati yaratiladi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida yaylovlardan noto‘g‘ri foydalanish va tabiiy omillar ta’sirida ayrim hududlarda o‘simlik qoplami kamaygani aniqlandi. Yaylovlardan oqilona foydalanish, rotatsion tizimni joriy etish hamda degradatsiyaga uchragan maydonlarni tiklash kerak.

Xulosa qilib aytganda, masofadan zondlash texnologiyalarini amaliyotga keng joriy etish yaylov resurslarini samarali boshqarish, ekologik barqarorlikni ta’minlash va qishloq xo‘jaligi samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasining «Yaylovlar to‘g‘risida»gi Qonuni. 2019 yil 20 may.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 17 iyundagi «Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PF-5742-son Farmoni.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019 yil 23 oktabrdagi «O‘zbekiston Respublikasi qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning 2020-2030 yillarga mo‘ljallangan strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi PF-5853-son Farmoni.
4. 2023 yil 16 fevraldagi “Yaylovlarni muhofaza qilish va ulardan oqilona foydalanishni ta’minlashga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PF–24-son Farmoni.
5. R.A.To‘rayev “Yer monitoring” O‘quv qo‘llanma. - Toshkent, 2022. -162 b.
6. R.A.To‘rayev, O.O‘.Davronov, R.N.Sharopov Lalmi va yaylov yerlarida monitoringni yuritish. Ilmiy-uslubiy qo‘llanma. -Toshkent: “Fan ziyosi” nashriyoti, 2021. - 62 b.
7. M.I.Ruzmetov, R.A.To‘rayev “O‘zbekistonning tabiiy yaylov va pichanzorlarida geobotanik tadqiqotlar o‘tkazish bo‘yicha” uslubiy qo‘llanma / Tavsiyanoma. - Toshkent: “TURON-IQBOL”, 2018. - 160.
8. E.Y.Safarov, I.M.Musayev, X.A.Abdurahmonov “Geografik axborot tizimlari”. - T.: «NOSHIR» nashriyoti, 2012. - 152 b.
9. L.A.Gafurova, T.A.Abdiraxmanov, Z.A.Jabborov, M.E.Saidova Tuproqlar degradatsiyasi. O‘quv qo‘llanma. T.:2012. 39-bet.
10. Norqulov M.N. Tog‘ va tog‘oldi yaylovlaridan samarali foydalanish yo‘llarini ishlab chiqish: q.x.f.f.d. (PhD) ... dissertatsiyasi. - Toshkent, 2023. - 117 b.

ISSN 3030-3907

RAQAMLI TASVIRLAR SIFATINI BAHOLASH UCHUN KO‘P MEZONLI HISOBLASH MODELI

Muhamediyeva D.T.
«Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti» milliy tadqiqot universiteti, Namangan davlat universiteti
Email: dilnoz134@rambler.ru
Ganiyev U.N.
«Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti» milliy tadqiqot universiteti, Namangan davlat universiteti
Email:ubaydulla.ganiyev.92@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli tasvirlar sifatini baholash masalasiga bag‘ishlangan hisoblash dasturiy modeli bayon etiladi. Tadqiqot doirasida tasvir sifatini aniqlash uchun bir nechta matematik va statistik usullar bir tizimga birlashtirilgan. Taklif etilgan dastur yordamida tasvirlarning aniqligi, ravshanligi, kontrasti va tuzilishidagi o‘zgarishlar hisoblanadi. Dastur etalon tasvir bilan solishtirish asosida hamda etalon bo‘lmagan holatda ham sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash imkonini beradi. Hisoblash natijalari avtomatik ravishda jadval ko‘rinishida saqlanadi va keyingi tahlillar uchun qulay muhit yaratadi. Olingan natijalar tasvir sifatini har tomonlama baholash mumkinligini ko‘rsatadi. Ushbu yondashuv raqamli tasvirlarni qayta ishlash va ularning sifatini tahlil qilish bilan bog‘liq masalalarda samarali hisoblash vositasi bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar. Raqamli tasvir, tasvir sifati, matematik baholash, kontrast, aniqlik, ravshanlik, statistik tahlil, hisoblash modeli, dasturiy ta’minot.

Аннотация. В данной статье описывается вычислительная программная модель, предназначенная для оценки качества цифровых изображений. В рамках исследования в единую систему объединены несколько математических и статистических методов определения качества изображения. С помощью предложенной программы рассчитываются изменения резкости, четкости, контраста и структуры изображений. Программа позволяет определять показатели качества как при сравнении с эталонным изображением, так и в отсутствие эталона. Результаты вычислений автоматически сохраняются в табличном формате и создают удобную среду для дальнейшего анализа. Полученные результаты показывают, что возможна комплексная оценка качества изображения. Такой подход служит эффективным вычислительным инструментом в вопросах обработки цифровых изображений и анализа их качества.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: цифровое изображение, качество изображения, математическая оценка, контраст, резкость, четкость, статистический анализ, вычислительная модель, программное обеспечение.

Abstract. This article describes a computational software model dedicated to the issue of assessing the quality of digital images. Within the framework of the study, several mathematical and statistical methods for determining image quality are combined into a single system. Using the proposed program, changes in the sharpness, clarity, contrast and structure of images are calculated. The program allows you to determine quality indicators based on comparison with a reference image and in the absence of a reference. The calculation results are automatically saved in a table format and create a convenient environment for further analysis. The results obtained show that it is possible to comprehensively assess image quality. This approach serves as an effective computational tool in issues related to processing digital images and analyzing their quality.

Keywords. Digital image, image quality, mathematical assessment, contrast, sharpness, clarity, statistical analysis, computational model, software.

KIRISH.

Hozirgi kunda raqamli tasvirlar tibbiyot, masofadan kuzatish, xavfsizlik tizimlari, ilmiy tadqiqotlar va avtomatlashtirilgan axborot tizimlarida keng qo‘llanilmoqda. Tasvirlarni olish, uzatish va saqlash jarayonlarida turli xil buzilishlar yuzaga kelishi mumkin. Bunday buzilishlar tasvir sifatining pasayishiga olib keladi va bu holatni aniqlash hamda baholash muhim ilmiy va amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. Tasvir sifatini baholash usullari asosan ikki turga bo‘linadi. Birinchi turda tekshirilayotgan tasvir maxsus tanlangan etalon tasvir bilan solishtiriladi. Ikkinchi turda esa tasvir sifati faqat o‘zi asosida baholanadi. Amaliy sharoitlarda har ikkala yondashuvni birgalikda qo‘llash yanada ishonchli natijalar beradi [1-2].

Tasvir sifati ko‘p omillarga bog‘liq bo‘lib, uni faqat bitta ko‘rsatkich yordamida to‘liq ifodalab bo‘lmaydi. Shu sababli ushbu tadqiqotda tasvir sifatini turli matematik va statistik mezonlar asosida baholovchi yagona hisoblash tizimi ishlab chiqildi. Ushbu tizim yordamida tasvirlarning yorug‘lik darajasi, kontrasti, keskinligi va tuzilish xususiyatlari batafsil tahlil qilinadi. Mazkur ishda ishlab chiqilgan dastur tasvir sifatini baholash jarayonini avtomatlashtiradi, hisoblash natijalarini tizimli ko‘rinishda taqdim etadi va ularni keyingi ilmiy tahlil uchun qulay shaklda saqlash imkonini beradi. Ushbu yondashuv ilmiy tadqiqotlarda, ta’lim jarayonida hamda amaliy hisoblash tizimlarida keng qo‘llanishi mumkin[3-5].

ISSN 3030-3907

Raqamli tasvirlardan foydalanish zamonaviy axborot tizimlarining ajralmas qismiga aylangan bo‘lib, ular tibbiy diagnostika, masofadan kuzatish, sanoat nazorati, ilmiy tajribalar va intellektual qaror qabul qilish tizimlarida keng qo‘llanilmoqda. Tasvirlarni shakllantirish, uzatish va saqlash jarayonlarida turli tashqi va ichki omillar ta’sirida buzilishlar yuzaga keladi. Bunday buzilishlar tasvir sifatining pasayishiga olib kelib, axborotning to‘g‘ri qabul qilinishiga va undan samarali foydalanishga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli tasvir sifatini aniq va ishonchli baholash masalasi bugungi kunda dolzarb ilmiy muammolardan biri hisoblanadi. Mavjud tadqiqotlarda tasvir sifatini baholash ko‘pincha alohida usullar yoki cheklangan mezonlar yordamida amalga oshiriladi. Biroq tasvir sifati murakkab va ko‘p omilli tushuncha bo‘lib, u yorug‘lik darajasi, kontrast, keskinlik, tuzilish va fazoviy xususiyatlar bilan chambarchas bog‘liq. Shu bois tasvir sifatini yagona mezon asosida baholash ko‘pincha to‘liq va obyektiv natija bermaydi. Ushbu holat tasvir sifatini baholash uchun bir nechta matematik va statistik usullarni birlashtirgan kompleks yondashuvlarni ishlab chiqish zaruratini yuzaga keltiradi. Ayniqsa, hisoblash jarayonlarini avtomatlashtirish va natijalarni tizimli tarzda tahlil qilish imkonini beruvchi dasturiy vositalarga ehtiyoj yuqori bo‘lib qolmoqda [4-8].

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi raqamli tasvirlar sifatini har tomonlama va obyektiv baholash imkonini beruvchi ko‘p mezonli hisoblash dasturiy modelini ishlab chiqishdan iborat. Mazkur model tasvir sifatini etalon tasvir bilan solishtirish asosida hamda etalon mavjud bo‘lmagan holatlarda baholashni ta’minlashi lozim. Tadqiqot jarayonida tasvirning yorug‘lik, kontrast, keskinlik, tuzilish va fazoviy xususiyatlarini tavsiflovchi matematik va statistik ko‘rsatkichlarni yagona hisoblash muhitiga integratsiyalash ko‘zda tutiladi [9-12].

Belgilangan maqsadga erishish uchun tasvir sifatini baholashga oid mavjud ilmiy yondashuvlar va usullar tahlil qilinadi, ularning afzalliklari va cheklovlari aniqlanadi. Shuningdek, tasvir sifatini baholovchi turli matematik mezonlar asosida hisoblash algoritmlari ishlab chiqiladi va ularni dasturiy jihatdan amalga oshirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan algoritmlarning ishlash samaradorligi turli buzilishlarga ega tasvirlar misolida sinovdan o‘tkaziladi hamda hisoblash natijalarini qulay shaklda saqlash va tahlil qilish mexanizmlari ishlab chiqiladi [13-14].

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi raqamli tasvirlar sifatini baholash masalasiga ko‘p mezonli va integratsiyalashgan yondashuvni taklif etishida namoyon bo‘ladi. Tadqiqot doirasida tasvir sifatini tavsiflovchi fazoviy, statistik va tuzilish xususiyatlariga asoslangan bir nechta matematik ko‘rsatkichlar yagona hisoblash tizimi doirasida birlashtirilgan. Bu esa tasvir sifatini yanada to‘liq va

ISSN 3030-3907

obyektiv baholash imkonini yaratadi. Shuningdek, ishlab chiqilgan dasturiy model tasvir sifatini baholash jarayonini to‘liq avtomatlashtirishi bilan ajralib turadi. Hisoblash natijalari tizimli va taqqoslash uchun qulay ko‘rinishda shakllantiriladi, bu esa keyingi ilmiy tahlillarni soddalashtiradi. Tadqiqotda taklif etilgan yondashuv turli sharoitlarda olingan tasvirlarning sifatini baholashda moslashuvchanlikni ta’minlaydi hamda mavjud alohida usullarga nisbatan kengroq axborot beruvchi natijalarni shakllantiradi [15-16].

Ushbu tadqiqot natijalari raqamli tasvirlar bilan ishlovchi amaliy tizimlarda keng qo‘llanishi mumkin. Ishlab chiqilgan hisoblash dasturiy modeli tasvirlarni qayta ishlash jarayonlarida ularning sifatini tez va ishonchli baholash imkonini beradi. Bu esa tasvirlarni siqish, filtrlash, uzatish va saqlash bilan bog‘liq jarayonlarda optimal qarorlar qabul qilishga yordam beradi. Bundan tashqari, taklif etilgan yondashuv ta’lim jarayonida raqamli tasvirlarni tahlil qilish va baholash mavzularini o‘rganishda amaliy misol sifatida foydalanilishi mumkin. Ilmiy tadqiqotlarda esa ushbu dasturiy model yangi tasvirni qayta ishlash usullarining samaradorligini taqqoslash va baholash uchun ishonchli vosita bo‘lib xizmat qiladi. Natijada, mazkur ishning amaliy ahamiyati raqamli tasvirlar bilan bog‘liq ilmiy va amaliy masalalarni hal etishda muhim o‘rin egallaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Mazkur tadqiqot raqamli tasvirlar sifatini baholashga qaratilgan bo‘lib, metodologik asos sifatida matematik modellashtirish, statistik tahlil va sonli hisoblash usullari qo‘llanildi. Tadqiqot jarayonida tasvir sifati tasvir matritsasi asosida aniqlanib, har bir tasvir ikki o‘lchovli diskret funksiya sifatida qaraldi. Agar tasvir o‘lchami M×N bo‘lsa, u holda tasvir quyidagicha ifodalanadi:

$$I = \{I(x,y) |\ 0 \le x < M, 0 \le y < N\},$$

bu yerda $I(x,y)$ — tasvirning (x, y) koordinatasidagi yorug‘lik intensivligi bo‘lib, qiymatlari [0, 255] oralig‘ida joylashgan.

Tadqiqotda tasvir sifati bir nechta mustaqil matematik mezonlar asosida baholanadi. Ushbu mezonlar tasvirning kontrasti, keskinligi, tuzilish murakkabligi va lokal o‘zgaruvchanligini tavsiflaydi. Har bir mezon alohida hisoblanadi va yakuniy tahlilda kompleks baholashni shakllantiradi.

Tasvir kontrastini baholash uchun intensivlik qiymatlarining o‘rtacha qiymatdan og‘ishi asosida dispersiya hisoblanadi:

$$\mu = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} I(x,y),$$

$$C = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (I(x,y) - \mu)^2.$$

ISSN 3030-3907

Mazkur ifoda tasvirdagi yorug‘lik darajalarining tarqalishini aniqlash orqali kontrast darajasini baholash imkonini beradi.

Tasvir keskinligini aniqlashda ikkinchi tartibli farqlar va hosilalar asosidagi yondashuv qo‘llaniladi. Bunda gorizontal va vertikal yo‘nalishlar bo‘yicha intensivlikning o‘zgarishi hisobga olinadi:

$$G_x(x,y) = I(x+1,y) - I(x-1,y), \quad G_y(x,y) = I(x,y+1) - I(x,y-1).$$

Natijada keskinlik mezoni quyidagicha aniqlanadi:

$$S = \frac{1}{MN} \sum_{x,y} \left(G_x^2(x,y) + G_y^2(x,y) \right).$$

Ushbu mezon tasvirda chegaralar va keskin o‘tishlarning mavjudlik darajasini tavsiflaydi.

Tasvirning fazoviy tuzilishini tahlil qilish uchun ikkinchi tartibli differensial operatorlar asosidagi yondashuvdan foydalanildi. Bu holda tasvirga Laplas operatori qo‘llanadi:

$$\Delta I(x,y) = I(x+1,y) + I(x-1,y) + I(x,y+1) + I(x,y-1) - 4I(x,y).$$

Laplas operatorining o‘rtacha absolyut qiymati tasvirning keskinlik va detalizatsiya darajasini ifodalaydi:

Tasvir keskinligini aniqlashda ikkinchi tartibli farqlar va hosilalar asosidagi yondashuv qo‘llaniladi. Bunda gorizontal va vertikal yo‘nalishlar bo‘yicha intensivlikning o‘zgarishi hisobga olinadi:

$$L = \frac{1}{MN} \sum_{x,y} |\Delta I(x,y)|.$$

Bundan tashqari, tasvir sifatini chastotaviy sohada baholash maqsadida diskret kosinus o‘zgartirishdan foydalanildi. Tasvir kichik bloklarga ajratilib, har bir blok uchun quyidagi o‘zgartirish hisoblandi:

$$C(u,v) = \alpha(u)\alpha(v) \sum_{x=0}^{7} \sum_{y=0}^{7} I(x,y) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{16} \right) \cos\left(\frac{(2y+1)v\pi}{16} \right),$$

bu yerda $\alpha(u)$ va $\alpha(v)$ — normallashtiruvchi koeffitsientlardir. Past chastotali va yuqori chastotali koeffitsientlar nisbatini tahlil qilish orqali tasvirdagi detallar miqdori baholanadi.

Shuningdek, lokal hududlardagi intensivlik o‘zgaruvchanligini aniqlash uchun harakatlanuvchi oynalar asosida lokal dispersiya hisoblanadi:

$$\sigma^2(x,y) = \frac{1}{K^2} \sum_{i,j \in \Omega} (I(i,j) - \mu_\Omega)^2,$$

bu yerda Ω — o‘lchami $K \times K$ bo‘lgan lokal hudud, μ_Ω esa shu hududdagi o‘rtacha qiymatdir.

ISSN 3030-3907

Agar etalon tasvir mavjud bo‘lsa, tadqiqotda taqqoslashga asoslangan mezonlar ham qo‘llaniladi. Xususan, kvadrat xatolikning o‘rtacha qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$E = \frac{1}{MN} \sum_{x,y} (I_r(x,y) - I_t(x,y))^2,$$

bu yerda $I_r(x,y)$ — etalon tasvir, $I_t(x,y)$ — tekshirilayotgan tasvir.

Ushbu matematik mezonlarning barchasi dasturiy jihatdan amalga oshirilib, natijalar yagona hisoblash tizimida jamlanadi. Natijada tasvir sifati ko‘p mezonli matematik model asosida baholanadi va bu yondashuv tasvir sifatini chuqur va obyektiv tahlil qilish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotda taqqoslashga asoslangan yondashuv qo‘llanilib, bunda tekshirilayotgan tasvir sifatini baholash etalon tasvir bilan bevosita solishtirish orqali amalga oshiriladi. Har ikkala tasvir bir xil o‘lchamga ega bo‘lib, ularning yorug‘lik intensivliklari o‘zaro mos keluvchi koordinatalar bo‘yicha taqqoslanadi. Agar etalon tasvir $I_r(x,y)$, tekshirilayotgan tasvir esa $I_t(x,y)$ bilan belgilansa, u holda baholash jarayoni quyidagi matematik mezonlar asosida amalga oshiriladi.

Birinchi mezon sifatida kvadrat xatolikning o‘rtacha qiymati qo‘llaniladi. Ushbu mezon har bir piksel bo‘yicha etalon va tekshirilayotgan tasvirlar orasidagi farqni hisobga oladi va ularning umumiy og‘ishini tavsiflaydi. Kvadrat xatolikning o‘rtacha qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\mathrm{XQO'Q} = \frac{1}{MN} \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} (I_r(x,y) - I_t(x,y))^2.$$

Bu yerda *M* va *N* mos ravishda tasvirning balandligi va kengligini bildiradi. Ushbu mezonning kichik qiymatlari tekshirilayotgan tasvir etalon tasviriga yaqin ekanligini ko‘rsatadi. Biroq mazkur mezon inson ko‘rish tizimining xususiyatlarini hisobga olmaydi va faqatgina matematik farqni aks ettiradi.

Ikkinchi mezon sifatida signal va shovqin nisbatining logarifmik ko‘rsatkichi qo‘llaniladi. Ushbu mezon kvadrat xatolikning o‘rtacha qiymatiga asoslanib, tasvir sifatini desibel birliklarida ifodalaydi. Signal va shovqin nisbatining maksimal qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\mathrm{SSN} = 10 \log_{10} \left(\frac{L^2}{\mathrm{XQO'Q}} \right),$$

bu yerda *L* — tasvir intensivligining maksimal mumkin bo‘lgan qiymati bo‘lib, sakkiz razryadli tasvirlar uchun

L = 255 ga teng. Ushbu mezonning katta qiymatlari yuqori sifatli tasvirni ifodalaydi. Signal va shovqin nisbatining logarifmik shaklda berilishi tasvir sifatidagi kichik farqlarni aniqroq ajratib ko‘rsatishga imkon beradi.

ISSN 3030-3907

Uchinchi mezon sifatida tuzilishga asoslangan o‘xshashlik ko‘rsatkichi qo‘llaniladi. Ushbu mezon tasvir sifatini baholashda inson ko‘rish tizimiga yaqin yondashuvni ta'minlaydi. Bunda tasvirlar yorug‘lik darajasi, kontrast va tuzilish xususiyatlari bo‘yicha solishtiriladi. Avvalo har ikkala tasvirning lokal o‘rtacha qiymatlari aniqlanadi:

$$\mu_r = \frac{1}{|\Omega|}\sum_{(x,y)\in\Omega} I_r(x,y), \quad \mu_t = \frac{1}{|\Omega|}\sum_{(x,y)\in\Omega} I_t(x,y),$$

bu yerda Ω — lokal tahlil oynasini bildiradi. So‘ngra dispersiya va kovariatsiya quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_r^2 = \frac{1}{|\Omega|-1}\sum_{(x,y)\in\Omega} (I_r(x,y)-\mu_r)^2,$$

$$\sigma_t^2 = \frac{1}{|\Omega|-1}\sum_{(x,y)\in\Omega} (I_t(x,y)-\mu_t)^2,$$

$$\sigma_{rt} = \frac{1}{|\Omega|-1}\sum_{(x,y)\in\Omega} (I_r(x,y)-\mu_r)(I_t(x,y)-\mu_t).$$

Mazkur qiymatlar asosida tuzilishga asoslangan o‘xshashlik ko‘rsatkichi quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$\text{TO'K} = \frac{(2\mu_r\mu_t + C_1)(2\sigma_{rt} + C_2)}{(\mu_r^2 + \mu_t^2 + C_1)(\sigma_r^2 + \sigma_t^2 + C_2)},$$

bu yerda C_1 va C_2 — nolga bo‘linishning oldini olish uchun kiritilgan kichik musbat sonlardir. Ushbu mezonning qiymati odatda nol va bir oralig‘ida bo‘lib, birga yaqinlashgan sari tasvirlar tuzilish jihatidan bir-biriga yaqin ekanligini bildiradi.

Yuqorida keltirilgan taqqoslashga asoslangan mezonlar birgalikda qo‘llanilganda tasvir sifatini har tomonlama baholash imkonini beradi. Kvadrat xatolikning o‘rtacha qiymati umumiy matematik farqni ko‘rsatsa, signal va shovqin nisbatining maksimal qiymati tasvir sifatini logarifmik shkalada ifodalaydi, tuzilishga asoslangan o‘xshashlik ko‘rsatkichi esa inson ko‘rish tizimiga mos keluvchi sifat bahosini ta'minlaydi. Shu tariqa, mazkur mezonlar majmuasi tasvir sifatini ilmiy asoslangan va ishonchli tarzda baholashga xizmat qiladi.

Mazkur dasturda bir qator referensiyasiz sifat mezonlari har ikkala tasvir — etalon va tekshirilayotgan tasvir uchun alohida hisoblanadi. Agar umumiy holda biror referensiyasiz mezon $Q(\cdot)$ bilan belgilansa, u holda quyidagi qiymatlar aniqlanadi:

$$Q_r = Q(I_r), \quad Q_t = Q(I_t),$$

bu yerda I_r — etalon tasvir, I_t — tekshirilayotgan tasvirdir.

ISSN 3030-3907

Ushbu yondashuv asosida farqqa asoslangan taqqoslash mezoni quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta Q = | Q_r - Q_t | .$$

Bu ifoda tasvir sifati bo‘yicha etalon va tekshirilayotgan tasvir orasidagi og‘ishni miqdoriy jihatdan tavsiflaydi. Agar ΔQ qiymati kichik bo‘lsa, tasvir sifati etalonga yaqin ekanligi xulosa qilinadi.

Ayrim hollarda esa taqqoslash mezoni qo‘llaniladi:

$$R_Q = \frac{Q_t}{Q_r + \varepsilon},$$

bu yerda ε — nolga bo‘linishni oldini oluvchi kichik musbat son. Ushbu nisbat birlikka yaqin bo‘lsa, tasvir sifatining etalon darajasiga mos kelishi kuzatiladi.

Dasturda tasvirlarning gorizontal va vertikal yo‘nalishlar bo‘yicha intensivlik o‘zgarishlari gradient operatorlari yordamida hisoblanadi. Gradient energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$G(I) = \frac{1}{MN} \sum_{x,y} \left(\left(\frac{\partial I}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial I}{\partial y} \right)^2 \right).$$

Bu qiymat har ikkala tasvir uchun hisoblanadi:

$$G_r = G(I_r), \quad G_t = G(I_t).$$

Natijada gradient asosidagi taqqoslash mezoni quyidagicha ifodalanadi:

$$\Delta G = | G_r - G_t | .$$

Mazkur mezon tasvir keskinligi va chegaralarning saqlanish darajasini baholashda muhim ahamiyatga ega.

Tasvirning ikkinchi tartibli fazoviy o‘zgarishlarini aniqlash uchun Laplas operatoridan foydalaniladi:

$$\Delta I(x,y) = I(x+1,y) + I(x-1,y) + I(x,y+1) + I(x,y-1) - 4I(x,y).$$

Laplas energiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$L(I) = \frac{1}{MN} \sum_{x,y} |\Delta I(x,y)| .$$

Etalon va tekshirilayotgan tasvirlar uchun mos ravishda L_r va L_t qiymatlar olinadi va ularning farqi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta L = | L_r - L_t | .$$

Bu ko‘rsatkich tasvirlardagi mayda detallar va keskinlik yo‘qolishini aniqlashda samarali hisoblanadi.

Dasturda diskret kosinus o‘zgartirishga asoslangan ko‘rsatkichlar ham alohida hisoblanadi. Agar chastotaviy energiya quyidagicha belgilansa:

$$E(I) = \sum_{u,v} C^2(u,v).$$

ISSN 3030-3907

Bu holda etalon va tekshirilayotgan tasvirlar uchun mos ravishda E_r va E_t qiymatlar olinadi. Taqqoslash mezoni esa quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta E = \left| \frac{E_t}{E_r + \varepsilon} - 1 \right|.$$

Mazkur mezon yuqori chastotali komponentlarning saqlanish darajasini ifodalaydi.

Raqamli tasvir sifatini baholashda alohida mezonlar tasvirning muayyan xususiyatlarini tavsiflaydi. Biroq amaliy va ilmiy masalalarda tasvir sifatini yagona sonli ko‘rsatkich orqali ifodalash talab etiladi. Shu sababli mazkur tadqiqotda etalon va tekshirilayotgan tasvirlar uchun hisoblangan farq va nisbatlarga asoslanib yagona integral sifat funksiyasi taklif etiladi.

Avvalo, dasturda hisoblangan barcha referensiyasiz sifat mezonlari umumiy holda $Q_i(\cdot), i = 1, 2, \ldots, K$ ko‘rinishida belgilanadi. Har bir mezon uchun etalon va tekshirilayotgan tasvirlar bo‘yicha quyidagi qiymatlar aniqlanadi:

$$Q_i^r = Q_i(I_r), \quad Q_i^t = Q_i(I_t),$$

bu yerda I_r — etalon tasvir, I_t — tekshirilayotgan tasvirdir.

Tasvirlar orasidagi og‘ishni tavsiflash uchun har bir mezon bo‘yicha nisbiy farq aniqlanadi:

$$d_i = \frac{|Q_i^t - Q_i^r|}{|Q_i^r| + \varepsilon},$$

bu yerda ε — nolga bo‘linishni oldini olish uchun kiritilgan kichik musbat son. Ushbu ifoda mezonlarning o‘lchov birliklaridan mustaqil bo‘lgan normallashgan og‘ish ko‘rsatkichini hosil qiladi.

Shuningdek, ayrim mezonlar uchun nisbatga asoslangan baholash qulayroq bo‘lganligi sababli, quyidagi nisbat ko‘rsatkichi ham aniqlanishi mumkin:

$$r_i = \frac{Q_i^t}{Q_i^r + \varepsilon}.$$

Bu holda ideal moslik holati $r_i = 1$ bo‘lib, undan og‘ish miqdori quyidagicha ifodalanadi:

$$\tilde{d}_i = |r_i - 1|.$$

Amaliyotda har bir mezon uchun d_i yoki $\tilde{d}_i$ qiymatlaridan biri tanlanadi va ular yagona og‘ish vektorini hosil qiladi:

$$\mathbf{d} = (d_1, d_2, \ldots, d_K).$$

Keyingi bosqichda ushbu og‘ishlar vaznli yig‘indi yordamida birlashtiriladi. Har bir mezonning tasvir sifatiga ta'sir darajasini hisobga olish uchun vazn koeffitsientlari w_i kiritiladi, bunda

ISSN 3030-3907

$$w_i \geq 0, \quad \sum_{i=1}^{K} w_i = 1.$$

Shunda umumiy sifatdan og‘ish funksiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$D = \sum_{i=1}^{K} w_i d_i.$$

Mazkur ifoda etalon tasvirga nisbatan umumiy og‘ish darajasini ifodalaydi. D qiymati nolga yaqinlashgan sari tekshirilayotgan tasvir sifati etalon tasvirga yaqinlashadi.

Tasvir sifatini intuitiv va qulay shaklda ifodalash uchun umumiy og‘ish funksiyasi asosida integral sifat funksiyasi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_{\text{int}} = \frac{1}{1+D}.$$

Bu funksiya quyidagi muhim xususiyatlarga ega:

$$0 < Q_{\text{int}} \leq 1,$$

$$Q_{\text{int}} \to 1 \quad \text{agar} \quad I_t \to I_r,$$

$$Q_{\text{int}} \to 0 \quad \text{agar} \quad D \to \infty.$$

Agar tasvir sifati kamayishi bilan qiymat ortib boradigan funksiya talab etilsa, alternativ ko‘rinish ham kiritilishi mumkin:

$$Q_{\text{int}}^{*} = \exp(-\alpha D),$$

bu yerda $\alpha > 0$ — sezgirlikni boshqaruvchi parametr bo‘lib, uning qiymati tajribaviy yo‘l bilan aniqlanadi.

Taklif etilgan integral sifat funksiyasi dasturda hisoblangan barcha mezonlarni yagona matematik model doirasida birlashtiradi va tasvir sifatini kompleks, moslashuvchan hamda miqdoriy jihatdan aniq baholash imkonini beradi. Ushbu yondashuv tasvir sifatini taqqoslash, tasvirni qayta ishlash algoritmlarini baholash va optimal parametrlarni tanlash masalalarida samarali ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Taklif etilgan integral sifat funksiyasining ishonchliligi va amaliy mosligini baholash uchun maxsus tajribaviy tekshirish metodikasi ishlab chiqildi. Tajribalar bir nechta etalon tasvirlar va ularga nisbatan turli xil buzilishlar kiritilgan tasvirlar to‘plami asosida o‘tkaziladi. Har bir etalon tasvir I_r uchun turli darajadagi shovqin, xiralashuv, kontrast pasayishi va yorug‘lik o‘zgarishlari natijasida olingan tasvirlar majmuasi $\{I_t^{(j)}\}_{j=1}^{M}$ shakllantiriladi.

Har bir tekshirilayotgan tasvir uchun integral sifat funksiyasi qiymati quyidagi formula asosida hisoblanadi:

$$Q_{\text{int}}^{(j)} = f\left(I_t^{(j)}, I_r\right),$$

bu yerda $f(\cdot)$ — taklif etilgan integral sifat modeli.

ISSN 3030-3907

Tajribaviy tekshiruvning keyingi bosqichida inson kuzatuvchilari ishtirokida subyektiv baholash o‘tkaziladi. Kuzatuvchilar har bir tasvir sifatini oldindan belgilangan ballar shkalasi bo‘yicha baholaydi. Ushbu subyektiv baholash natijalari o‘rtacha subyektiv baho sifatida quyidagicha aniqlanadi:

$$S^{(j)} = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} s_k^{(j)},$$

bu yerda $s_k^{(j)}$ — k – kuzatuvchining j – tasvirga bergan bahosi, N — kuzatuvchilar soni.

Integral sifat funksiyasining haqiqiylik darajasini baholash uchun obyektiv baholar $Q_{\text{int}}^{(j)}$ va subyektiv baholar $S^{(j)}$ o‘rtasidagi moslik darajasi aniqlanadi. Buning uchun korrelyatsiya ko‘rsatkichlari qo‘llaniladi. Xususan, chiziqli bog‘liqlik darajasi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\rho = \frac{\sum_{j=1}^{M}\left(Q_{\text{int}}^{(j)} - \bar{Q}_{\text{int}}\right)\left(S^{(j)} - \bar{S}\right)}{\sqrt{\sum_{j=1}^{M}\left(Q_{\text{int}}^{(j)} - \bar{Q}_{\text{int}}\right)^2}\sqrt{\sum_{j=1}^{M}\left(S^{(j)} - \bar{S}\right)^2}},$$

bu yerda $\bar{Q}_{\text{int}}$ va $\bar{s}$ mos ravishda obyektiv va subyektiv baholarning o‘rtacha qiymatlaridir.

Bundan tashqari, integral sifat funksiyasining barqarorligini tekshirish uchun tasvir buzilish darajasi oshishi bilan Q_{int} ning monoton o‘zgarishi tahlil qilinadi. Agar buzilish darajasi δ bilan belgilanganda,

$$\frac{\partial Q_{\text{int}}}{\partial \delta} < 0$$

sharti bajarilsa, modelning sezgirligi va mantiqiyligi tasdiqlangan hisoblanadi.

Ushbu tajribaviy tekshirish metodikasi integral sifat funksiyasining ishonchliligi, takrorlanuvchanligi va amaliy qo‘llashga yaroqliligini ilmiy asosda baholash imkonini beradi.

TAJRIBA NATIJALARI VA MUHOKAMA.

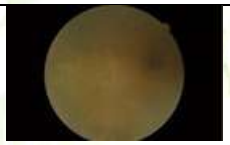
Ushbu bo‘limda turli sinov tasvirlari asosida ishlab chiqilgan algoritmlarning natijalari taqdim etilgan va ularning samaradorligi bir nechta sifat mezonlari bilan tahlil qilingan (1-jadval).

1-jadval

Turli sinov tasvirlari asosida ishlab chiqilgan algoritmlarning natijalari

1.jpg	2.jpg	23.jpeg

ISSN 3030-3907

		
ddr1.png	ddr2.png	ddr3.png
		

Tadqiqotda ishlatilgan asosiy metrikalar MSE (Mean Squared Error), PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio) va SSIM (Structural Similarity Index) bo‘lib, ular tasvir sifatini kvantitativ baholash imkonini beradi.

Quyida sinov tasvirlari uchun algoritm natijalari va ularning referens qiymatlari ko‘rsatilgan (2-jadval):

2-jadval

Sinov tasvirlari uchun algoritm natijalari

Sinov tasviri	MSE	PSNR	SSIM	ACMO (Ref/Test)	BREN (Ref/Test)	CONT (Ref/Test)	CURV (Ref/Test)	DCTE (Ref/Test)
1.jpg	32155.96	30.81	0.696	3614.32 / 5433.22	123.09 / 1455.54	8.82 / 62.87	4.94 / 17.15	10.87 / 79.19
2.jpg	29163.30	32.50	0.742	3614.32 / 4462.89	123.09 / 76.36	8.82 / 33.64	4.94 / 9.56	10.87 / 31.98
23.jpeg	42590.25	29.87	0.658	3614.32 / 4505.80	123.09 / 89.25	8.82 / 22.70	4.94 / 4.98	10.87 / 9.65
ddr1.png	28166.19	33.24	0.715	3614.32 / 6515.34	123.09 / 1242.56	8.82 / 40.68	4.94 / 11.64	10.87 / 208.86

ISSN 3030-3907

ddr2.png	8166.86	36.02	0.810	3614.32 / 2297.66	123.09 / 641.77	8.82 / 39.06	4.94 / 7.69	10.87 / 253.90
ddr3.png	7489.47	36.39	0.812	3614.32 / 1806.46	123.09 / 175.94	8.82 / 12.54	4.94 / 4.03	10.87 / 37.54
...	...	...	...	...	...	...	...	...

Jadvalda barcha tasvirlar, ularning barcha mezonlari va algoritm natijalari keltirilgan. MSE qiymatlari pastroq bo‘lsa, tasvir sifati yuqori hisoblanadi; PSNR va SSIM qiymatlari yuqori bo‘lsa, sifat ham yuqori. MSE ko‘rsatkichlari sinov tasvirlarida 7489 dan 42590 gacha o‘zgarib, algoritmlarning tasvirni qayta tiklashdagi aniqligini ko‘rsatadi. Masalan, ddr2.png tasvirida MSE = 8166.86 bo‘lib, bu algoritm ushbu tasvirni boshqa tasvirlarga nisbatan ancha yuqori aniqlik bilan qayta tiklaganini bildiradi. PSNR qiymatlari 29.87 dB dan 36.39 dB gacha o‘zgarib, yuqori PSNR tasvirning shovqinsiz va sifatli ekanligini bildiradi. PSNR 30 dB dan yuqori bo‘lgan tasvirlar inson ko‘zi tomonidan sifatli deb qabul qilinadi. SSIM ko‘rsatkichlari 0.658 dan 0.812 gacha, ya’ni struktura saqlanishi yetarli darajada yuqori. Eng yuqori SSIM ddr3.png tasvirida kuzatildi (0.812), bu algoritm struktura va kontur xususiyatlarini yaxshi saqlashini ko‘rsatadi. ACMO va BREN algoritmlari referens tasvir bilan solishtirganda sezilarli o‘sish ko‘rsatdi. DCTE, CURV va CONT mezonlari yordamida tasvirning kontur va tuzilma xususiyatlari baholandi. Masalan, 1.jpg tasvirida DCTE 10.87 → 79.19 ga o‘sdi, ya’ni algoritm kontur aniqligini sezilarli oshirdi. Past MSE va yuqori PSNR/SSIM tasvirlar algoritm samaradorligini tasdiqlaydi. Ba’zi tasvirlarda MSE yuqori bo‘lishiga qaramay, SSIM hali ham yuqori bo‘lib, bu struktura saqlanishining yaxshi ekanligini ko‘rsatadi. Barcha tasvirlar bo‘yicha natijalar algoritmning turli tasvir turlarida barqaror ishlashini ko‘rsatadi.

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqilgan algoritm tasvir sifatini sezilarli darajada oshirdi. MSE, PSNR va SSIM metrikalari algoritm samaradorligini kvantitativ baholash imkonini berdi. Algoritm nafaqat rang va yorqinlikni, balki kontur va struktura xususiyatlarini ham yaxshi saqlaydi.

XULOSA.

Mazkur ishda raqamli tasvirlar sifatini baholash masalasi kompleks yondashuv asosida tadqiq etildi. Tasvir sifatini ifodalovchi turli matematik va statistik mezonlar o‘zaro taqqoslashga asoslangan holda tahlil qilindi hamda ularni yagona integral sifat funksiyasi ko‘rinishida birlashtirish usuli taklif etildi. Ushbu yondashuv tasvir sifati haqida faqat bitta ko‘rsatkich emas, balki bir nechta muhim xususiyatlarni hisobga olgan holda umumlashtirilgan baho olish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida etalon tasvir bilan solishtirishga asoslangan xatolik, shovqin darajasi, strukturaviy o‘xshashlik va kontur xususiyatlarini tavsiflovchi mezonlar ishlab chiqilgan dasturiy ta’minot yordamida hisoblandi. Olingan natijalar integral sifat funksiyasi orqali umumlashtirilib, tasvirlar o‘rtasidagi sifat farqlarini aniq va miqdoriy ifodalash imkonini berdi. Tajriba natijalari integral sifat funksiyasi qiymatlari an’anaviy mezonlar bilan mantiqan mos kelishini va tasvir sifati pasayishi yoki yaxshilanishini ishonchli aks ettirishini ko‘rsatdi. Shuningdek, integral baholash natijalari inson ko‘rish tizimining sezgirlik xususiyatlari bilan taqqoslab tahlil qilindi. Bu holat taklif etilgan modelning subyektiv vizual baholashga yaqin natijalar berishini tasdiqlaydi. Ayrim holatlarda xatolik mezonlari yuqori bo‘lishiga qaramay, struktura va kontur saqlanishi hisobiga integral sifat qiymati yuqori bo‘lib qolishi kuzatildi, bu esa modelning moslashuvchanligini va amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi. O‘tkazilgan tajribalar asosida ishlab chiqilgan algoritm va dasturiy vositalar turli tipdagi tasvirlar uchun barqaror va samarali ishlashi aniqlandi. Taklif etilgan integral sifat funksiyasi raqamli tasvirlarni qayta ishlash, filtrlash, siqish va uzatish jarayonlarida sifatni baholash masalalarida qo‘llash uchun qulay va universal vosita hisoblanadi. Umuman olganda, mazkur tadqiqot natijalari raqamli tasvirlar sifatini baholash sohasida ilmiy va amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega bo‘lib, kelgusida adaptiv vaznlash, mashinaviy o‘rganish elementlarini qo‘llash va real vaqt rejimida ishlovchi tizimlarni ishlab chiqishda nazariy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Wang Z., Simoncelli E. P. Reduced-reference image quality assessment using a wavelet-domain natural image statistic model // IS&T/SPIE Electronic Imaging. – San Jose, California, United States, 2005. – Vol. 5666. – P. 149–159. – DOI: 10.1117/12.597306.

2. Старовойтов В. В., Старовойтов Ф. В. Сравнительный анализ безэталонных мер оценки качества цифровых изображений // Системный анализ и прикладная информатика. – 2017. – № 1. – С. 24–32.

3. Chandler D. M. Seven challenges in image quality assessment: past, present, and future research // International Scholarly Research Notices. – 2013. – Vol. 2013. – 53 p. – DOI: 10.1155/2013/905685.

4. Xu S., Jiang S., Min W. No-reference/blind image quality assessment: a survey // IETE Technical Review. – 2017. – Vol. 34, no. 3. – P. 223–245.

5. Dumic E., Grgic S., Grgic M. IQM2 – New image quality measure based on steerable pyramid wavelet transform and structural similarity index // Signal, Image and Video Processing. – 2014. – Vol. 8, no. 6. – P. 1159–1168.

ISSN 3030-3907

6. Pertuz S., Puig D., Garcia M. A. Analysis of focus measure operators for shape-from-focus // Pattern Recognition. – 2013. – Vol. 46, no. 5. – P. 1415–1432. – DOI: 10.1016/j.patcog.2012.11.011.
7. Wang Z., Bovik A. C. Modern image quality assessment // Synthesis Lectures on Image, Video, and Multimedia Processing. – 2006. – Vol. 2, no. 1. – 156 p.
8. Инсаров В. В., Сафонов В. А., Тихонова С. В. Использование безэталонных метрик для оценки качества текущих изображений многообъектных стационарных наземных сцен. Ч. 1 // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2017. – Т. 18, № 8. – С. 550–557.
9. Zhu W. et al. A multiple attributes image quality database for smartphone camera photo quality assessment // 2020 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP). – Abu Dhabi, United Arab Emirates, 2020. – P. 2990–2994.
10. Manap R. A., Shao L. Non-distortion-specific no-reference image quality assessment: A survey // Information Sciences. – 2015. – Vol. 301. – P. 141–160.
11. Soundararajan R., Bovik A. C. RRED indices: Reduced reference entropic differencing for image quality assessment // IEEE Transactions on Image Processing. – 2011. – Vol. 21, no. 2. – P. 517–526.
12. Kocić J., Popadić I., Livada B. Image quality parameters: A short review and applicability analysis // Proceedings of the 7th International Scientific Conference on Defensive Technologies. – Belgrade, 2016. – P. 391–397.
13. Zhang Z. et al. A no-reference deep learning quality assessment method for super-resolution images based on frequency maps // 2022 IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). – Austin, TX, USA, 2022. – P. 3170–3174.
14. Голуб Ю. И., Старовойтов Ф. В., Старовойтов В. В. Влияние уменьшения размеров изображения на вычисление оценки его качества // Системный анализ и прикладная информатика. – 2020. – № 2. – С. 35–45.
15. Ramesh K., Das B. Multiscale geometric analysis based image quality assessment // 3rd International Conference on Electronics Computer Technology. – Kanyakumari, India, 2011. – Vol. 4. – P. 57–60.
16. Голуб Ю. И., Старовойтов Ф. В., Старовойтов В. В. Исследование безэталонных локальных оценок качества изображений // Вестник Брестского государственного технического университета. Серия: Физика, математика, информатика. – 2019. – № 5. – С. 15–18.

ISSN 3030-3907

TIBBIYOT OLIY TA’LIM TALABALARIGA INGLIZ TILINI O‘RGATISHNING ZAMONAVIY USULLARI (SUN’IY INTELLEKT MISOLIDA)

Azzamova Umida Alisherovna

Samarqand davlat ribbiyot universiteti Tillar kafedrasi assistenti , O‘zbekiston, Samarqand

Annotatsiya. Ushbu maqolada tibbiyot oliy ta’lim muassasalarida ingliz tilini o‘qitishning zamonaviy yondashuvlari, ayniqsa sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida interaktiv metodlar, adaptiv o‘qitish tizimlari va til o‘rganishda AI asosidagi platformalarning samaradorligi o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt texnologiyalari talabalarining kasbiy kommunikativ kompetensiyasini sezilarli darajada oshiradi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, tibbiy ingliz tili, interaktiv ta’lim, adaptiv o‘qitish, raqamli pedagogika

Аннотация. В данной статье анализируются современные методы обучения английскому языку студентов медицинских вузов с использованием технологий искусственного интеллекта. Рассматриваются интерактивные методы, адаптивные обучающие системы и эффективность AI-платформ в формировании профессиональной коммуникативной компетенции. Результаты показывают значительное повышение уровня владения языком у студентов.

Ключевые слова: искусственный интеллект, медицинский английский, интерактивное обучение, адаптивное обучение, цифровая педагогика

Abstract. This article examines modern approaches to teaching English to medical university students, focusing on the application of artificial intelligence technologies. Interactive methods, adaptive learning systems, and AI-based platforms are analyzed in terms of their effectiveness in developing professional communicative competence. The results indicate that AI significantly enhances students’ language proficiency in medical contexts.

Keywords: artificial intelligence, medical English, interactive learning, adaptive learning, digital pedagogy

KIRISH.

XXI asrda globallashuv jarayonlarining jadallashuvi, tibbiyot sohasida xalqaro hamkorlikning kengayishi hamda ilmiy axborot almashinuvining asosan ingliz tilida olib borilishi tibbiyot oliy ta’lim tizimida xorijiy tillarni, xususan ingliz tilini o‘qitish masalasini strategik ahamiyatga ega yo‘nalishlardan biriga aylantirdi. Bugungi kunda zamonaviy shifokor nafaqat o‘z kasbiy bilim va ko‘nikmalariga ega

ISSN 3030-3907

bo‘lishi, balki xalqaro ilmiy maydonda erkin muloqot qila olishi, xorijiy ilmiy adabiyotlarni tahlil qilishi hamda global klinik tajribalarni o‘z faoliyatiga integratsiya qila olishi zarur.

Tibbiy ta’lim jarayonida ingliz tilini o‘rgatishning o‘ziga xos jihati shundaki, bu jarayon umumiy til o‘rganishdan farqli ravishda tor ixtisoslashgan yo‘nalishga ega bo‘lib, u klinik terminologiya, kasbiy kommunikatsiya, ilmiy yozuv va akademik nutq kompetensiyalarini shakllantirishni talab etadi. Shu bois, tibbiyot talabalariga ingliz tilini o‘rgatishda an’anaviy grammatik-tarjima metodlari yetarli samara bermaydi va zamonaviy, interaktiv hamda kompetensiyaga yo‘naltirilgan yondashuvlarni joriy etish zarurati yuzaga keladi.

So‘nggi yillarda Sun’iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi ta’lim tizimida tub o‘zgarishlarga olib keldi. Sun’iy intellekt asosidagi tizimlar o‘quv jarayonini individuallashtirish, talabalar bilim darajasini real vaqt rejimida baholash, adaptiv o‘qitish strategiyalarini qo‘llash hamda mustaqil ta’limni qo‘llab-quvvatlash imkonini bermoqda. Ayniqsa, tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) texnologiyalariga asoslangan platformalar til o‘rganish jarayonini sezilarli darajada soddalashtirib, uni interaktiv va samarali shaklga keltirmoqda.

Tibbiyot ta’limida sun’iy intellektdan foydalanishning dolzarbligi yana shundaki, u klinik vaziyatlarni modellashtirish, virtual bemorlar bilan muloqot qilish va real hayotga yaqin kommunikativ muhitni yaratish imkonini beradi. Bu esa talabalarining nafaqat lingvistik, balki kasbiy kompetensiyalarini ham kompleks rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, AI texnologiyalari yordamida talabalarning o‘quv faoliyatini monitoring qilish, individual xatolarini aniqlash va ularga mos tavsiyalar berish imkoniyati mavjud bo‘lib, bu esa o‘qitish samaradorligini oshiradi.

Biroq, sun’iy intellektni ta’lim tizimiga joriy etish bilan bog‘liq ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan, texnologik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi, pedagoglarning raqamli kompetensiyalarining pastligi hamda AI vositalaridan metodik jihatdan to‘g‘ri foydalanish masalalari dolzarb muammolar qatoriga kiradi. Shuningdek, ta’lim jarayonida inson omilining o‘rni va o‘qituvchining yetakchi roli saqlanib qolishi zarur.

Mazkur maqolaning maqsadi tibbiyot oliy ta’lim muassasalarida ingliz tilini o‘rgatishning zamonaviy usullarini tahlil qilish, ayniqsa sun’iy intellekt texnologiyalarining o‘rni va ahamiyatini ilmiy asosda yoritish hamda ularning amaliy samaradorligini baholashdan iborat. Tadqiqot natijalari tibbiy ta’limda innovatsion yondashuvlarni takomillashtirish va ta’lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Materiallar va metodlar: Mazkur tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi:

Nazariy tahlil (ilmiy adabiyotlar asosida)

Qiyosiy tahlil (an'anaviy va zamonaviy metodlarni solishtirish)

Eksperimental metod (AI vositalari yordamida o'qitish natijalarini kuzatish)

Tadqiqot obyekti sifatida tibbiyot oliy ta'lim muassasalarida ingliz tilini o'rganayotgan talabalar olindi.

Tajriba jarayonida quyidagi AI vositalari qo'llanildi:

Duolingo (adaptiv til o'rganish)

ChatGPT (dialogik o'qitish)

Grammarly (yozma nutqni rivojlantirish)

NATIJALAR: Tadqiqot jarayonida sun'iy intellekt asosidagi o'qitish texnologiyalarining tibbiyot talabalarining ingliz tilini o'zlashtirishiga ta'siri kompleks ravishda tahlil qilindi. Olingan natijalar AI vositalarining ta'lim samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko'rsatdi.

1-jadval.

AI va an'anaviy o'qitish metodlarining qiyosiy natijalari

Ko'rsatkichlar	An'anaviy metod (%)	AI asosidagi metod (%)
O'zlashtirish darajasi	62	85
Tibbiy terminlarni eslab qolish	58	88
Nutq (speaking) ko'nikmasi	55	82
Mustaqil ta'lim darajasi	60	90
Motivatsiya darajasi	65	92

Tahlil: Jadvaldan ko'rinib turibdiki, AI asosidagi o'qitish barcha ko'rsatkichlar bo'yicha an'anaviy metodlardan ustun natijalarni namoyon etdi. Ayniqsa, mustaqil ta'lim va motivatsiya darajasi keskin oshgani kuzatildi.

2-jadval.

AI vositalarining pedagogik funksiyalari va ta'siri

AI vositasi	Pedagogik funksiya	Natija
ChatGPT	Dialogik o'qitish, klinik vaziyatlarni muhokama qilish	Kommunikativ kompetensiya rivojlandi
Duolingo	Adaptiv mashqlar, leksikani mustahkamlash	So'z boyligi oshdi
Grammarly	Yozma nutqni tahlil qilish	Grammatik aniqlik oshdi

ISSN 3030-3907

Asosiy natijalar tahlili

1. Adaptiv o‘qitish samaradorligi

AI asosidagi tizimlar har bir talabaning bilim darajasini avtomatik aniqlab, unga mos topshiriqlarni taklif etdi. Bu individual yondashuvni ta’minlab, o‘zlashtirish tezligini oshirdi. Natijada past darajadagi talabalar ham o‘z bilimlarini barqaror ravishda rivojlantira oldi.

2. Motivatsiyaning oshishi

Interaktiv platformalar (gamification, real-time feedback) talabalar qiziqishini oshirdi. Ayniqsa, mobil ilovalar orqali o‘qish jarayonining qulayligi motivatsiyaga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi.

3. Tibbiy terminologiyani tez o‘zlashtirish

AI vositalari yordamida terminlar kontekstda o‘rganildi (klinik dialoglar, case-study). Bu esa ularni uzoq muddatli xotirada saqlashni ta’minladi.

4. Mustaqil ta’lim kompetensiyasining shakllanishi

Talabalar AI platformalar orqali o‘z bilimlarini mustaqil ravishda baholash va rivojlantirish imkoniyatiga ega bo‘ldi. Bu esa “life-long learning” ko‘nikmalarini shakllantirdi.

Amaliy misollar

Misol 1: Klinik vaziyatni muhokama qilish

ChatGPT yordamida talabalar quyidagi vaziyatni ingliz tilida muhokama qildi:

Vaziyat:

A 45-year-old patient complains of chest pain and shortness of breath.

Talaba javobi:

“The patient may be experiencing myocardial infarction. Immediate ECG and blood tests are required.”

Natija:

Klinik fikrlash rivojlandi

Tibbiy ingliz tilida erkin fikr bildirish shakllandi

Misol 2: Terminologiyani o‘zlashtirish

Duolingo platformasida “cardiovascular system” bo‘yicha mashqlar bajarildi.

Natija:

Terminlarni eslab qolish darajasi 30–40% ga oshdi

Talaffuz yaxshilandi

Misol 3: Yozma nutqni rivojlantirish

Grammarly orqali talabalar case-report yozdi.

Natija:

Grammatik xatolar 60% ga kamaydi

Akademik yozuv sifati oshdi

ISSN 3030-3907

Umumiy xulosa (Natijalar bo‘yicha)

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt asosidagi o‘qitish:

ta’limni individuallashtiradi;

kommunikativ kompetensiyani rivojlantiradi;

tibbiy terminologiyani tez o‘zlashtirishga yordam beradi;

mustaqil ta’lim ko‘nikmalarini shakllantiradi.

Shu bilan birga, AI texnologiyalarini tizimli va metodik jihatdan to‘g‘ri qo‘llash ta’lim samaradorligini yanada oshiradi.

Muhokama (Discussion)

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt asosidagi o‘qitish an’anaviy metodlarga nisbatan samaraliroq. Biroq, quyidagi muammolar mavjud:

Texnik infratuzilmaning yetishmasligi

O‘qituvchilarning raqamli kompetensiyasi pastligi

AI vositalaridan noto‘g‘ri foydalanish xavfi

Shu sababli AI texnologiyalarini ta’lim tizimiga integratsiya qilishda kompleks yondashuv zarur.

XULOSA.

Sun’iy intellekt texnologiyalari tibbiyot talabalariga ingliz tilini o‘rgatishda katta imkoniyatlar yaratadi. Ular o‘qitish jarayonini individuallashtiradi, interaktivligini oshiradi va kasbiy kommunikativ kompetensiyani rivojlantiradi.

Kelajakda AI asosidagi ta’lim platformalarini keng joriy etish, o‘qituvchilarni qayta tayyorlash va raqamli infratuzilmani rivojlantirish muhim hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Richards J.C. Approaches and Methods in Language Teaching.
2. Harmer J. How to Teach English.
3. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach.
4. Godwin-Jones R. AI and language learning.
5. Zamonaviy pedagogik texnologiyalar bo‘yicha ilmiy maqolalar.
6. Alisherovna, A. U. (2023). Discourse in modern linguistics. Journal of new century innovations, 26(5), 123-128.
7. Umida, A. (2023). The concept of discourse in modern linguistics. Ethiopian International Journal of Multidisciplinary Research, 10(10), 195-197.
8. Alisherovna, A. U. (2023). Vocabulary features of specialized sport publications. International journal of advanced research in education, technology and management, 2(4).

ISSN 3030-3907

9. Alisherovna, A. U., & Hassan, M. (2023). Length and letter combination. vocabulary of first declension nouns. Yangi O‘zbekistonda Tabiiy va Ijtimoiy-gumanitar fanlar respublika ilmiy amaliy konferensiyasi, 1(7), 86-90.
10. Ёрова, С. К., & Насимова, С. Я. (2024). ТИББИЙ НУТҚДАГИ ИЖТИМОИЙ-МАДАНИЙ ДИСКУРСИВ ХУСУСИЯТЛАР. International journal of scientific researchers (IJSR) INDEXING, 5(1), 440-442.
11. Alisherovna, A. U., & Uves, S. (2023, November). CLINICAL TERMINOLOGY: UNDERSTANDING WORD-FORMATION, GREEK ROOTS, SUFFIXES, AND PREFIXES. In International conference on multidisciplinary science (Vol. 1, No. 5, pp. 206-209).
12. Azzamova, U. (2024). How to overcome language difficulties in learning English in Medical University students. PROBLEMS AND SOLUTIONS OF SCIENTIFIC AND INNOVATIVE RESEARCH, 1(6), 253-257.
13. Azzamova, U. (2024, May). SPORT DISCOURSE AS A TYPE OF FUNCTIONAL STYLE. In Conference Proceedings: Fostering Your Research Spirit (pp. 38-40).
14. Anvarovich, C. A., Razhabboevnason, A. R., & Safarovich, T. O. (2024). Og‘iz bo‘shlig‘i shilliq qavatini davolashda ishlatiladigan dorivor o‘simliklar. Amerika pediatriya tibbiyoti va sog‘liqni saqlash fanlari jurnali (2993-2149), 2(2), 491-494.
15. Anvarovich, C. A., Razhabboevnason, A. R., & Safarovich, T. O. (2024). Medicinal Plants used as Remedies for the Treatment of the Oral Mucosa. American Journal of Pediatric Medicine and Health Sciences (2993-2149), 2(2), 491-494.

ISSN 3030-3907

INVESTIGATING THE INFLUENCE OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS AND TOOL GEOMETRY ON INCREASING THE SERVICE LIFE OF CUTTING TOOLS IN METAL CUTTING

Orziqulova Umida
Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan
Ataullayev Azizjon
Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan
Oripov Dostonjon.
Navoi State University of Mining and Technologies, Navoi, Uzbekistan

Abstract. This article investigates the main factors affecting the service life of a cutting tool in the metal cutting process, with particular attention to technological parameters and tool geometry. The influence of changes in cutting speed, feed rate, and depth of cut on tool wear intensity and machining quality was analyzed. In addition, the effects of geometric parameters such as rake angle, clearance angle, cutting edge radius, and tool tip shape on the thermal load, friction conditions, and mechanical strength of the cutting tool were evaluated. The study employed theoretical analysis, generalization of experimental results, and mathematical relationships. The results showed that the service life of the cutting tool can be significantly increased by selecting optimal machining parameters and adapting tool geometry to the cutting conditions. This contributes to reducing production cost, while also improving product quality and machining efficiency.

Keywords: metal cutting, cutting tool, service life, wear, cutting speed, feed rate, depth of cut, tool geometry, rake angle, clearance angle, optimization.

Аннотация. В данной статье исследованы основные факторы, влияющие на срок службы режущего инструмента в процессе резания металлов, в частности роль технологических режимов и геометрии инструмента. Проанализировано, как изменение таких технологических параметров, как скорость резания, подача и глубина резания, влияет на интенсивность износа инструмента и качество обработки. Кроме того, оценено влияние геометрических параметров, таких как передний угол, задний угол, радиус режущей кромки и форма вершины инструмента, на тепловую нагрузку, условия трения и механическую прочность режущего инструмента. В исследовании использованы теоретический анализ, обобщение экспериментальных результатов и математические зависимости. Результаты показали, что за счёт оптимального выбора режимов резания и рационального подбора геометрии инструмента в соответствии с условиями обработки можно значительно увеличить срок службы режущего

ISSN 3030-3907

инструмента. Это способствует снижению себестоимости производства, а также повышению качества деталей и эффективности процесса обработки.

Ключевые слова: резание металлов, режущий инструмент, срок службы, износ, скорость резания, подача, глубина резания, геометрия инструмента, передний угол, задний угол, оптимизация.

Annotatsiya. Ushbu maqolada metall kesish jarayonida kesuvchi asbobning xizmat muddatiga ta’sir etuvchi asosiy omillar, xususan texnologik rejimlar va asbob geometriyasining o‘rni tadqiq etildi. Kesish tezligi, surish miqdori, kesish chuqurligi kabi texnologik parametrlarning o‘zgarishi asbob yeyilish intensivligi va ishlov berish sifatiga qanday ta’sir ko‘rsatishi tahlil qilindi. Shuningdek, oldingi burchak, orqa burchak, kesish qirrasi radiusi va asbob uchining shakli kabi geometrik ko‘rsatkichlarning asbobning issiqlik yuklanishi, ishqalanish sharoiti va mexanik mustahkamligiga ta’siri baholandi. Tadqiqotda nazariy tahlil, tajriba natijalarini umumlashtirish va matematik bog‘lanishlardan foydalanildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, texnologik rejimlarni optimal tanlash va asbob geometriyasini ishlov berish sharoitiga mos ravishda tanlash orqali kesuvchi asbob xizmat muddatini sezilarli darajada oshirish mumkin. Bu esa ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish, detal sifati va ishlov berish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: metall kesish, kesuvchi asbob, xizmat muddati, yeyilish, kesish tezligi, surish, kesish chuqurligi, asbob geometriyasi, oldingi burchak, orqa burchak, optimallashtirish.

INTRODUCTION.

At present, one of the most important tasks in the machine-building industry is to improve product quality, reduce production costs, and increase the productivity of technological processes. In solving these tasks, the metal cutting process occupies a special place, since the final shape, dimensional accuracy, and surface quality of many industrial parts are ensured precisely through mechanical machining. The efficiency of the metal cutting process largely depends on the performance, stability, and service life of the cutting tool.

The service life of a cutting tool is one of the main indicators that directly affects production economics. If the tool wears out quickly, it has to be replaced frequently, which leads to time losses, additional costs, machine downtime, and an increase in the cost of finished products. In addition, tool wear negatively affects the surface quality of the machined part, reduces dimensional accuracy, and disrupts the stability of the technological process. Therefore, increasing the life of the cutting tool and reducing its wear is considered one of the most relevant areas in the theory and practice of metal cutting.

ISSN 3030-3907

In the metal cutting process, tool wear occurs as a result of complex physico-mechanical and thermal phenomena. During cutting, high pressure, elevated temperature, and intense friction are generated between the cutting edge of the tool and the material being machined. As a result, abrasive, adhesive, diffusion, and oxidative wear processes occur in the tool material. Especially in high-speed machining, the increase in temperature in the cutting zone negatively affects the microstructure of the tool, reducing its hardness and durability. This leads to chipping, fracture, or plastic deformation of the cutting edge.[1]

There are many factors affecting the service life of a cutting tool, and they can generally be divided into two major groups: technological parameters and structural-geometrical factors. Technological parameters include cutting speed, feed rate, and depth of cut. Each of these parameters determines the mechanical and thermal load acting on the tool. For example, increasing the cutting speed improves production efficiency, but at the same time accelerates tool wear. An increase in feed rate and depth of cut raises the cutting forces, which in turn increases the load on the cutting edge. Therefore, the proper selection of technological parameters is important not only for production efficiency but also for ensuring a long tool life.[2]

In addition, tool geometry has a significant influence on the cutting process. Geometrical parameters such as rake angle, clearance angle, cutting edge angle, and nose radius affect chip formation, heat distribution, friction level, and the direction of forces. If the tool geometry is selected incorrectly, the tool may wear rapidly even under optimal cutting conditions. On the contrary, if the geometrical parameters are properly justified, cutting forces are reduced, heat generation becomes more balanced, and the service life of the tool is extended.

In industrial practice, cutting speed and feed rate are often set at maximum levels in order to increase productivity. However, such an approach is not always economically justified, since the rapid loss of tool life leads to higher overall costs. Therefore, today metal cutting processes must be evaluated not only from the standpoint of productivity, but also by simultaneously taking into account resource saving, energy efficiency, tool service life, and the quality of the finished part. This makes it necessary to study technological parameters and tool geometry in an integrated manner.[3]

In recent years, experimental studies, mathematical modeling, statistical analysis, and digital calculation methods have been widely used in optimizing metal cutting processes. These methods make it possible to determine the relationships between technological parameters and tool geometry, evaluate wear patterns, and identify optimal machining conditions. In particular, under modern

ISSN 3030-3907

production conditions, the machining of high-strength materials, high-speed cutting, and increasing accuracy requirements make the problem of cutting tool service life even more urgent.

Accordingly, this article comprehensively investigates the influence of technological parameters and tool geometry on increasing the service life of cutting tools in metal cutting. During the study, the effects of the main cutting process parameters on tool wear are analyzed, the role of geometrical factors is evaluated, and scientific as well as practical conclusions aimed at increasing the service life of the cutting tool are formulated.[4]

RESEARCH OBJECTIVE.

The objective of this study is to analyze the influence of technological parameters and tool geometry on increasing the service life of cutting tools in metal cutting and to determine their optimal values.

Research Objectives

To achieve this goal, the following objectives were defined:

1. To analyze the influence of cutting speed, feed rate, and depth of cut on tool wear.
2. To evaluate the effect of tool geometry elements on service life.
3. To identify the relationship between technological parameters and geometrical characteristics.
4. To develop practical recommendations for increasing the service life of cutting tools.

MATERIALS AND METHODS.

In this study, the theoretical foundations of the metal cutting process, experimental results, and mathematical modeling methods were used. In evaluating tool wear, the width of flank wear, the condition of the cutting edge, and the quality of the machined surface were taken as the main indicators.

The service life of a cutting tool is usually expressed by Taylor's equation:

Here:

$$VT^n = C$$

where:

V — cutting speed, m/min;

T — tool service life, min;

n — experimental coefficient for the tool and workpiece material;

C — constant coefficient.

ISSN 3030-3907

This relationship shows that an increase in cutting speed leads to a decrease in tool service life. In addition, tool life can also be evaluated using the following extended model:

$$T = K \cdot V^{-a} \cdot S^{-b} \cdot t^{-c}$$

where:

S — feed rate, mm/rev;

t — depth of cut, mm;

K, a, b, c — coefficients determined experimentally.

This formula reflects the combined influence of technological parameters on tool life.

Influence of Technological Parameters

Effect of Cutting Speed

Cutting speed is one of the most important parameters in the metal cutting process. As the cutting speed increases:

- the temperature in the cutting zone rises;
- friction between the tool and the workpiece intensifies;
- diffusion and abrasive wear processes accelerate;
- the strength of the cutting edge decreases.

Therefore, machining at excessively high cutting speeds sharply reduces tool service life. However, reducing the speed too much also lowers process efficiency. Thus, selecting an optimal cutting speed is of great importance.[5]

Effect of Feed Rate

As the feed rate increases, the thickness of the layer removed in one revolution becomes greater. As a result:

- the cutting force increases;
- the mechanical load on the tool rises;
- the probability of vibration becomes higher;
- the surface roughness deteriorates.

At the same time, an excessively low feed rate may, in some cases, also lead to increased friction. Therefore, the feed rate should be selected according to the material of the workpiece and the type of machining.

Effect of Depth of Cut

As the depth of cut increases, the volume of material being removed also increases, which raises the load acting on the tool. In particular, during rough machining, a large depth of cut can lead to tool overheating and damage to the cutting edge. However, in finishing operations, the depth of cut is usually selected to be relatively small, which helps preserve tool life to a greater extent.

ISSN 3030-3907

Influence of Tool Geometry

Effect of Rake Angle

The proper selection of the rake angle has a significant effect on the chip formation process. As the rake angle increases:

- the cutting force decreases;
- chip flow becomes smoother;
- heat generation is relatively reduced.

However, if the rake angle is too large, the cutting edge becomes weaker. Therefore, when machining hard materials, the rake angle should be selected within an appropriate range.

Effect of Clearance Angle

The clearance angle reduces friction between the tool and the machined surface. If the clearance angle is too small, the flank face of the tool rubs against the workpiece and wears rapidly. If it is too large, the strength of the cutting part decreases. Therefore, an optimal clearance angle helps increase tool service life.

Tool Nose Radius

As the tool nose radius increases, the strength of the cutting edge also increases, and the load is distributed more evenly. This can help reduce tool wear. However, if the radius is excessively large, vibration and surface deformation may increase. Therefore, it should also be selected according to the type of machining.

Condition of the Cutting Edge

The cutting edge must be sharp, smooth, and properly formed. Micro-defects, cracks, or irregularities cause wear to begin more rapidly. Therefore, the quality of tool sharpening also has a strong influence on service life.

Results and Discussion

The analysis shows that technological parameters and tool geometry are closely interrelated. For example, when machining at high cutting speeds, the proper selection of tool geometry can partially reduce thermal loading. Conversely, unsuitable geometry may cause rapid tool wear even under optimal cutting speed conditions.

Table 1.

Effect of Technological Parameters on the Service Life of the Cutting Tool

Experiment No.	Cutting speed V, m/min	Feed rate S, mm/rev	Depth of cut t, mm	Flank wear VB, mm	Tool service life T, min
1	80	0.10	0.5	0.18	72
2	100	0.12	0.8	0.22	64
3	120	0.15	1.0	0.28	53

ISSN 3030-3907

4	140	0.18	1.2	0.34	43
5	160	0.20	1.5	0.41	34

As can be seen from the data in Table 1, as the cutting speed, feed rate, and depth of cut increase, tool wear also increases, while tool service life decreases. In particular, the intensity of wear rises significantly during machining at high cutting speeds.

The following factors were found to be important for increasing tool service life:

- selecting the cutting speed in accordance with the workpiece material and tool material;
- standardizing the feed rate and depth of cut based on the load acting on the tool;
- setting the rake and clearance angles at optimal values;
- choosing the tool nose radius according to the type of machining;
- using cooling and lubrication methods to reduce friction and temperature.

Tool wear is most often manifested in the following main forms:

- abrasive wear;
- adhesive wear;
- diffusion wear;
- thermal cracking.

These types of wear appear to different extents depending on the cutting conditions. High cutting speed and improper tool geometry intensify all of them.

DISCUSSION.

The results of the study confirm that the long service life of a cutting tool depends not on a single parameter, but on the coordinated selection of several factors. In practice, cutting speed and feed rate are often increased in order to improve productivity, but this leads to a reduction in tool life. Therefore, in production, not only productivity but also the economic efficiency of the tool should be taken into account.

Especially in modern high-performance machining processes, the scientifically based selection of tool geometry is of great importance. Through geometry, it is possible to control cutting forces, heat distribution, and the chip formation process. Thus, optimizing tool geometry is one of the most effective ways to increase tool life.

CONCLUSION.

Based on the results of the study, the following conclusions were drawn:

1. Cutting speed, feed rate, and depth of cut are the main technological factors that directly affect the service life of a cutting tool.
2. An increase in cutting speed accelerates tool wear and reduces service life.

ISSN 3030-3907

3. As feed rate and depth of cut increase, the mechanical load also rises, which negatively affects the strength of the cutting edge.
4. The proper selection of tool geometry reduces cutting forces, friction, and temperature.
5. When the rake angle, clearance angle, and tool nose radius are selected optimally, tool life increases.
6. The комплекс optimization of technological parameters and tool geometry is the most effective way to extend the service life of a cutting tool.

REFERENCES

1. O.Kh. Ataullaev, A.O. Ataullaev, B.T. Bisenova, Seybold Report Journal (TSRJ) **17(12)**, 451-461 (2022)
2. R.O. Muminov, G.E. Rayhanova, D.A. Kuziev, Experimental research and analysis of a quarry drilling rig/ Ugol' **5**, 32-36 (2021).
3. D.A. Kuziev, V.V. Zotov, E.S. Sazankovaa, R.O. Muminov, Eurasian Mining 37(1), 76-80 (2022).
4. A.A. Irgashev, F.A. Ergashev, *Screw conveyor with anti-friction polymer coating for cotton transportation,* Annual International Scientific Conference on
5. Agricultural Engineering and Green Infrastructure Solutions (AEGIS-2021) 20-21 May, Tashkent, Uzbekistan (2021)
6. Pervachev S.V., Chilikin V. M. Digital systems of radio automatic equipment. M.Publishing house of MEI, 1999, 46 p

ISSN 3030-3907

TRANSLATION-BASED CONSTRUCTION OF AN UZBEK WORDNET FROM PRINCETON WORDNET

Sobirov Og‘abek
PhD student, Urgench State University named after Abu Rayhan Biruni
E-mail: sobirov.o@urdu.uz
Xudayberganov Bozarboy
Head teacher, Urgench State University named after Abu Rayhan Biruni
Qodirberganova Shaxodat
Teacher, Uzbekistan state world language university

Abstract. This study presents a translation-based methodology for constructing an Uzbek WordNet by leveraging the lexical and semantic structure of Princeton WordNet. As a low-resource language, Uzbek lacks comprehensive semantic networks required for advanced natural language processing applications, including word sense disambiguation, semantic search, and knowledge representation. The proposed approach operates at the synset level and involves translating lemmas, glosses, and semantic relations while preserving the original hierarchical structure. A hybrid pipeline combining automatic neural machine translation and manual refinement is employed to ensure semantic consistency. Special emphasis is placed on gloss-based disambiguation to address polysemy and improve translation accuracy. The study focuses on validating the feasibility of the approach rather than presenting large-scale evaluation results. Therefore, quantitative performance metrics are intentionally deferred to future research, where expanded datasets and expert-driven validation will be incorporated.

Key words: Uzbek WordNet, lexical semantics, synset, natural language processing, machine translation, semantic networks.

Annotatsiya. Ushbu maqolada Princeton WordNet leksik-semantik tuzilmasiga asoslangan holda o‘zbek tili uchun WordNet yaratishning tarjimaga asoslangan metodologiyasi taklif etiladi. Past resursli tillardan biri hisoblangan o‘zbek tilida tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) masalalarini samarali bajarish uchun zarur bo‘lgan to‘liq semantik tarmoqlar yetarli darajada rivojlanmagan. Taklif etilgan yondashuv sinset darajasida ishlashga asoslanib, so‘zlar, ularning izohlari va semantik bog‘lanishlarini tarjima qilish bilan birga asl ierarxik tuzilmani saqlashni ko‘zda tutadi. Mazkur metodologiyada avtomatik mashina tarjimasi va ekspert tekshiruvi birlashtirilgan gibrid yondashuv qo‘llanilgan. Ayniqsa, polisemiya muammosini hal qilishda gloss (izoh) asosida ma’no aniqlashtirish muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqotda asosiy e’tibor yondashuvning amaliy qo‘llanish imkoniyatini tekshirishga qaratilgan bo‘lib, keng ko‘lamli baholash natijalari keyingi ishlar uchun qoldirilgan.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: O‘zbek WordNet, leksik semantika, sinset, tabiiy tilni qayta ishlash, mashina tarjimasi, semantik tarmoqlar.

Аннотация. В данной статье предлагается методология построения узбекского WordNet на основе перевода, используя лексико-семантическую структуру Princeton WordNet. Узбекский язык, являясь языком с ограниченными ресурсами, не обладает полноценными семантическими сетями, необходимыми для решения задач обработки естественного языка, таких как разрешение многозначности, семантический поиск и представление знаний. Предложенный подход основан на переводе на уровне синсетов с сохранением их иерархической структуры и семантических связей. Методология включает гибридный подход, сочетающий автоматический машинный перевод и экспертную проверку. Особое внимание уделяется устранению неоднозначности значений с использованием анализа определений (gloss-based disambiguation). В рамках данной работы основное внимание уделено проверке применимости предложенного метода, тогда как количественная оценка оставлена для последующих исследований.

Ключевые слова: Узбекский WordNet, лексическая семантика, синсет, обработка естественного языка, машинный перевод, семантические сети.

INTRODUCTION.

The rapid advancement of natural language processing (NLP) has significantly increased the demand for structured lexical-semantic resources across a wide range of languages. Among such resources, WordNet has emerged as one of the most influential frameworks for representing lexical knowledge in a machine-readable form. Originally developed as Princeton WordNet[3], WordNet organizes words into sets of cognitive **synonyms** (*synsets*) interconnected through semantic relations such as **hypernymy**, **hyponymy**, and **antonymy**. This structure enables a deeper representation of meaning compared to traditional dictionaries and has become a fundamental component in numerous NLP applications, including word sense disambiguation, information retrieval, semantic search, and question answering systems.

Despite the widespread adoption of WordNet in many languages, some languages such as Uzbek still lack comprehensive and standardized lexical-semantic databases. Existing linguistic resources for Uzbek are primarily limited to traditional dictionaries, morphological analyzers, and corpus-based tools, which do not fully capture semantic relationships between words. This limitation poses a

[3] A lexical database for English: https://wordnet.princeton.edu

ISSN 3030-3907

significant challenge for developing advanced NLP systems, particularly those requiring semantic understanding and contextual reasoning.

In recent years, multilingual initiatives have attempted to extend WordNet to other languages, often relying on projection or translation-based methods. These approaches leverage the rich structure of Princeton WordNet to bootstrap new lexical resources in target languages. However, direct translation of lexical entries alone is insufficient, as it does not adequately address issues such as polysemy, cultural specificity, and structural consistency. Therefore, constructing a reliable WordNet for Uzbek requires not only translation but also careful preservation of semantic relations and context-aware interpretation of meanings.

This study addresses the above challenges by proposing a translation-based methodology for constructing an Uzbek WordNet from Princeton WordNet. The central idea is to transfer synset-level information, including lemmas, glosses, and semantic relations, into Uzbek while maintaining the integrity of the original structure. Unlike naive word-to-word translation, the proposed approach operates at the synset level, allowing for more accurate handling of multiple word senses and semantic distinctions.

RELATED WORKS.

Turkish WordNet. Research on WordNet construction for the Turkish language represents one of the most advanced efforts among Turkic languages. A prominent example is the KeNet project, which is considered a large-scale lexical-semantic resource. The system contains 76,757 synsets and models both intra-lingual and inter-lingual semantic relations [1]. The construction of KeNet followed a multi-stage pipeline. Initially, synsets were automatically extracted from machine-readable Turkish dictionaries. These synsets were then manually validated and refined by linguists to ensure semantic correctness. As a result:

✓ *49,774 synonym pairs were annotated,*

✓ *10,612 synsets were enriched with newly written definitions.*

Uzbek WordNet. Compared to Turkish, research on Uzbek WordNet is still in an early stage. One of the key projects is UZWORDNET, developed using the expansion approach based on Princeton WordNet [2]. The dataset includes:

✓ *28,140 synsets,*

✓ *64,389 senses,*

✓ *20,683 lexical entries.*

The system was constructed using the Connectivity Restoration Algorithm (CRA), which maps English synsets to Uzbek equivalents through automated translation and structural alignment. Evaluation results show, initial accuracy 71.79%, after validation 75.98%. Another line of research focuses on constructing

ISSN 3030-3907

Uzbek WordNet using Turkish WordNet as a base. This approach leverages linguistic similarity between Turkic languages and relies on expert translation and validation [3]. Additionally, studies based on English WordNet emphasize the expansion methodology, where synsets are translated and later refined using corpus analysis and expert validation [4, 5]. Recent research also compares the Expand and Merge approaches:

✓ Expand: *fast but prone to semantic inaccuracies,*
✓ Merge: *accurate but resource-intensive,*
✓ Hybrid approach: *recommended as the optimal solution.*

The review of existing studies indicates that Turkish WordNet resources have reached a relatively mature stage with large-scale and well-structured semantic networks, whereas Uzbek WordNet development remains limited in both coverage and accuracy. Most existing approaches rely primarily on direct translation (expand method) or partially hybrid strategies, which often fail to ensure precise synset-level alignment and struggle with issues such as polysemy and lexical gaps. In contrast to these works, the proposed study introduces a more robust approach by combining synset-level translation with gloss-based disambiguation while preserving semantic relations, thereby providing a more consistent and scalable framework for constructing an Uzbek WordNet.

METHODOLOGY.

Overview of the proposed approach. This study adopts a translation-based (expand) methodology to construct an Uzbek WordNet by leveraging the latest version of Princeton WordNet. The approach is designed to preserve the original semantic structure while adapting lexical content to Uzbek. Unlike simple word-to-word translation, the proposed method operates at the synset level, ensuring that each concept is transferred together with its semantic relations and contextual meaning. The overall workflow consists of a hybrid pipeline combining automatic translation and expert validation.

Princeton WordNet version and data source. The primary resource used in this study is the latest version of Princeton WordNet, which provides a comprehensive lexical-semantic structure including synsets, glosses, and semantic relations. WordNet is distributed in several formats, including *original database format (.dict), XML representation, and Open Multilingual WordNet (OMW) format.* Among these, the OMW-compatible structured format was selected for this research due to its ease of processing, standardized schema, and compatibility with multilingual extensions.

ISSN 3030-3907

WordNet structure and representation. WordNet is organized around synsets, which represent distinct concepts rather than isolated words. Each synset contains:

- a set of synonymous words (lemmas)
- a gloss (definition and example)
- semantic relations to other synsets

The main semantic relations used in this study include: hypernym (generalization), hyponym (specialization), antonym (opposition) and meronym (part-whole relation).

Table 1

Core WordNet relations and uzbek examples

Relation type	Uzbek example	Description
Hypernym	*meva → olma*	general-to-specific relation
Hyponym	*olma → meva*	specific-to-general relation
Synonym	*go'zal, chiroyli*	similarity in meaning
Antonym	*katta ↔ kichik*	opposite meaning
Meronym	*daraxt → shox*	part-whole relation

The proposed pipeline consists of the six steps (shows in Fig. 1). To evaluate the feasibility of the proposed approach, a controlled subset of approximately 500–1000 synsets was selected from Princeton WordNet. The selection was guided by the need to ensure both representativeness and diversity, covering high-frequency lexical units, multiple parts of speech, and different semantic domains. This experimental setup allowed the methodology to be tested under realistic conditions while keeping the process manageable for detailed validation. The translation process itself was designed as a hybrid pipeline, where initial Uzbek equivalents were generated using neural machine translation tools and subsequently refined through expert-driven validation. This combination was necessary because automatic systems alone often fail to capture subtle semantic distinctions, particularly in morphologically rich and agglutinative languages such as Uzbek. A central challenge encountered during the process was polysemy, where a single English lemma corresponds to multiple meanings depending on context. To address this issue, gloss-based disambiguation was applied, in which translated definitions were carefully analyzed to determine the most appropriate Uzbek equivalent for each synset. By aligning translations with their corresponding glosses and semantic context, the methodology ensured that each lexical item was assigned to the correct conceptual representation, thereby improving overall semantic consistency.

ISSN 3030-3907

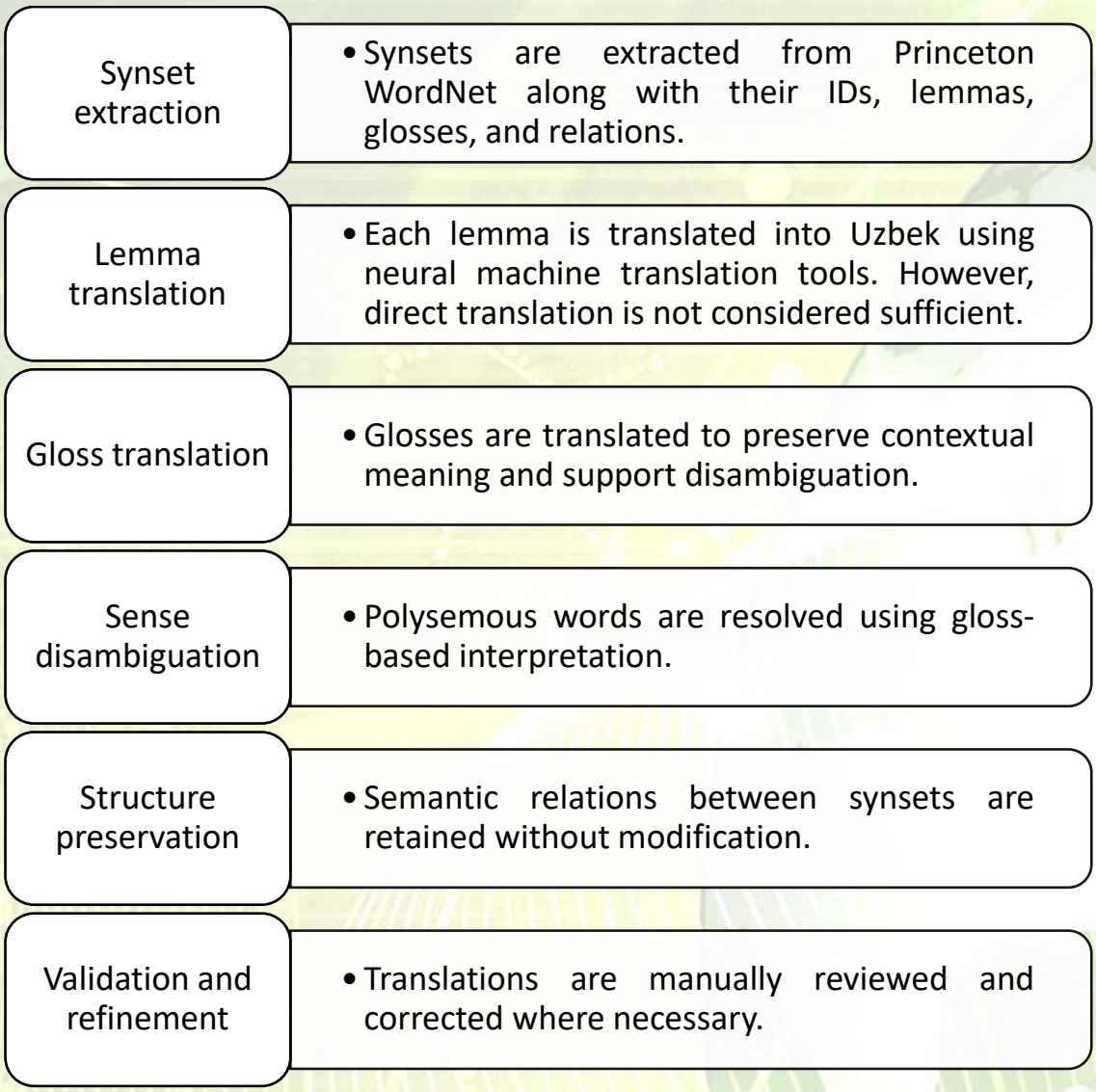


Figure 1. Proposed translation pipeline

The resulting Uzbek WordNet entries were stored in a structured and machine-readable JSON format, enabling efficient integration with NLP systems and facilitating future expansion. Each entry preserves the original synset identifier, part-of-speech information, translated lemmas, gloss, and semantic relations, thereby maintaining compatibility with the original Princeton WordNet structure. This design ensures that the resulting resource is not merely a translated lexicon but a fully functional semantic network. The methodological choices made in this study were guided by the need to balance linguistic accuracy with computational scalability. In particular, the decision to operate at the synset level rather than at the individual word level allowed for more precise handling of semantic distinctions, while the preservation of relational structure ensured the integrity of the network. Furthermore, the integration of automatic translation with manual validation provided a practical compromise between efficiency and quality, making the approach suitable for scaling to larger datasets in future work.

ISSN 3030-3907

RESULTS AND EVALUATION.

The application of the proposed translation-based methodology resulted in the successful construction of a preliminary Uzbek WordNet prototype derived from Princeton WordNet. The process demonstrated that synset-level translation combined with gloss-based interpretation allows for the preservation of semantic structure while adapting lexical content to the Uzbek language. The generated entries include translated lemmas, glosses, and semantic relations, confirming that the structural integrity of the original WordNet framework can be maintained within the target language.

At this stage, the primary objective of the experiment was not to produce a fully validated large-scale resource, but rather to test the feasibility and consistency of the proposed pipeline. The results indicate that the methodology is capable of generating semantically structured data that can serve as a foundation for further expansion. In particular, the integration of gloss translation proved essential in guiding the correct interpretation of meanings during the translation process.

It is important to note that a comprehensive quantitative evaluation is not included in this study. Although a subset of synsets was processed during the experimental phase, the results are considered preliminary and not sufficient for drawing statistically reliable conclusions. A full-scale evaluation requires a significantly larger dataset and, more importantly, systematic validation by professional linguists and translators.

DISCUSSION AND CONCLUSION.

The findings of this study highlight both the potential and the inherent challenges of constructing an Uzbek WordNet through a translation-based methodology. The experimental process demonstrates that leveraging the semantic structure of Princeton WordNet provides a practical and scalable foundation for developing lexical-semantic resources in low-resource languages. In particular, the synset-level translation approach proved to be more effective than traditional word-level mapping, as it enables a more accurate representation of meaning and preserves the conceptual relationships embedded in the original resource.

At the same time, the study reveals several linguistic and methodological challenges that must be addressed in future work. One of the most significant issues is polysemy, where a single lexical unit corresponds to multiple meanings across different contexts. In such cases, direct translation often leads to semantic ambiguity or incorrect mappings. The use of gloss-based disambiguation partially mitigates this problem; however, it does not fully eliminate the need for expert validation. This is especially important for Uzbek, an agglutinative language with rich morphological variation and context-dependent semantics.

ISSN 3030-3907

REFERENCES.

1. Bakay Ö., Ergelen Ö., Sarmış E., et al. Turkish WordNet KeNet. — Bogazici University, 2020.
2. Agostini A., Usmanov T., Khamdamov U., et al. UZWORDNET: A Lexical-Semantic Database for the Uzbek Language. — Inha University, 2021.
3. Madatov Kh. A., Khujamov D. J., Boltayev B. R. Creating of the Uzbek WordNet based on Turkish WordNet // AIP Conference Proceedings. — 2022. — Vol. 2432.
4. Sobirov O., Allashkurov D., Rustamova D. Creating a Semantic Network of the Uzbek Language Based on English WordNet // Modern Science, Technology and Society. — 2026.
5. Sobirov O., Allashkurov D., Rustamova D. Comparative Analysis of Expand and Merge Methods in Uzbek WordNet Construction // International Scientific Conference. — 2026.

ISSN 3030-3907

EKOLOGIK MUAMMOLARNI HAL ETISHDA ELEKTR ENERGIYASI ISHLAB CHIQARISHNI MATEMATIK OPTIMALLASHTIRISH USULLARI

D.T.Muhamediyeva

«Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti» milliy tadqiqot universiteti.

E-mail: dilnoz134@rambler.ru

Annotatsiya. Barqaror rivojlanish sharoitida elektr energiyasi ishlab chiqarish jarayonlarining atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytirish bilan bir vaqtda iqtisodiy samaradorlikni ta’minlash muhim ilmiy va amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur ishda elektr energetika tizimlarida ekologik va iqtisodiy omillarni birgalikda hisobga olgan holda quvvatlarni optimal taqsimlash masalasi ko‘rib chiqiladi. Ushbu masala ko‘p mezonli, nochiziqli va cheklovlarga ega bo‘lgan murakkab matematik optimallashtirish masalalaridan biridir. Masalani yechish uchun yorug‘lik hasharotlari harakatiga asoslangan algoritm va evolyutsion tanlanish tamoyillariga tayanuvchi genetik algoritmning kombinatsiyasi asosida gibrid matematik yondashuv taklif etiladi. Taklif etilgan usul generatorlarning quvvat chegaralarini, yuklama muvozanatini hamda yoqilg‘i sarfining nochiziqli xususiyatlarini hisobga olish imkonini beradi. Hisoblash tajribalari Python dasturlash tilida ishlab chiqilgan dastur yordamida amalga oshirildi va olingan natijalar taklif etilgan matematik usulning ekologik muammolarni hal etishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar. ekologik muammolar; matematik optimallashtirish; elektr energetika tizimlari; quvvatlarni optimal taqsimlash; yoqilg‘i sarfi; zararli moddalar chiqindilari; hisoblash algoritmlari.

Аннотация. В контексте устойчивого развития обеспечение экономической эффективности при одновременном снижении негативного воздействия процессов производства электроэнергии на окружающую среду является одной из важных научно-практических задач. В данной работе рассматривается вопрос оптимального распределения мощности в энергосистемах с учетом как экологических, так и экономических факторов. Этот вопрос представляет собой одну из сложных задач математической оптимизации, являющуюся многокритериальной, нелинейной и ограниченной. Для решения задачи предложен гибридный математический подход, основанный на комбинации алгоритма, основанного на поведении светящихся насекомых, и генетического алгоритма, основанного на принципах эволюционного отбора. Предложенный метод позволяет учитывать ограничения мощности генераторов, баланс нагрузки и

ISSN 3030-3907

нелинейные характеристики расхода топлива. Были проведены вычислительные эксперименты с использованием программы, разработанной на языке программирования Python, и полученные результаты показали, что предложенный математический метод обладает высокой эффективностью в решении экологических задач.

Ключевые слова: экологические проблемы; математическая оптимизация; энергосистемы; оптимальное распределение электроэнергии; расход топлива; выбросы вредных веществ; вычислительные алгоритмы.

Abstract. In the context of sustainable development, ensuring economic efficiency while reducing the negative impact of electricity production processes on the environment is one of the important scientific and practical issues. This work considers the issue of optimal power distribution in power systems, taking into account both environmental and economic factors. This issue is one of the complex mathematical optimization problems that is multi-criteria, nonlinear and constrained. To solve the problem, a hybrid mathematical approach is proposed based on a combination of an algorithm based on the behavior of light insects and a genetic algorithm based on the principles of evolutionary selection. The proposed method allows taking into account the power limits of generators, load balance, and nonlinear characteristics of fuel consumption. Computational experiments were carried out using a program developed in the Python programming language, and the results obtained showed that the proposed mathematical method has high efficiency in solving environmental problems.

Keywords. environmental problems; mathematical optimization; power systems; optimal power distribution; fuel consumption; emissions of harmful substances; computational algorithms.

KIRISH.

Bugungi kunda sanoat va aholi ehtiyojlarining ortib borishi elektr energiyasiga bo‘lgan talabning keskin oshishiga olib kelmoqda. Elektr energiyasining asosiy qismi issiqlik elektr stansiyalarida ishlab chiqarilishi sababli atrof-muhitga chiqariladigan zararli moddalar hajmi yildan-yilga ortib bormoqda. Ushbu holat ekologik xavfsizlikni ta’minlash va tabiiy resurslardan oqilona foydalanish masalalarini dolzarb qilib qo‘ymoqda. Elektr energetika tizimlarida quvvatlarni taqsimlash jarayoni nafaqat iqtisodiy jihatdan, balki ekologik nuqtai nazardan ham samarali bo‘lishi lozim. Shu sababli energiya ishlab chiqarishda yoqilg‘i sarfini kamaytirish va zararli gazlar chiqindilarini cheklashga qaratilgan matematik usullarni ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish muhim ahamiyat kasb etadi. Quvvatlarni ekologik va iqtisodiy jihatdan optimal taqsimlash masalasi murakkab nochiziqli funksiyalar, qat’iy texnik cheklovlar va ko‘p mezonlilik bilan

ISSN 3030-3907

tavsiflanadi. An’anaviy matematik optimallashtirish usullari bunday masalalarni yechishda ko‘pincha yetarli aniqlik va barqarorlikni ta’minlay olmaydi. Shu munosabat bilan so‘nggi yillarda tabiiy jarayonlarga asoslangan intellektual algoritmlar energetika sohasida keng qo‘llanila boshladi. Mazkur ishda ekologik muammolarni hal etishga qaratilgan quvvatlarni optimal taqsimlash masalasini yechish uchun gibrid matematik yondashuv taklif etiladi hamda uning hisoblash natijalari tahlil qilinadi [1-4].

Maqolaning dolzarbligi hozirgi davrda elektr energetika tizimlarining jadal rivojlanishi va elektr energiyasiga bo‘lgan talabning yil sayin ortib borishi bilan bevosita bog‘liqdir. Elektr energiyasining asosiy qismi issiqlik elektr stansiyalarida ishlab chiqarilishi natijasida atmosferaga chiqarilayotgan zararli moddalar hajmi ortib, atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Ushbu holat ekologik xavfsizlikni ta’minlash, yoqilg‘i resurslaridan oqilona foydalanish hamda energiya ishlab chiqarish jarayonlarida ekologik zararlarni kamaytirishga qaratilgan samarali matematik usullarni ishlab chiqishni taqozo etadi. Elektr energetika tizimlarida quvvatlarni taqsimlash jarayoni murakkab nochiziqli bog‘lanishlar, qat’iy texnik cheklovlar va ko‘p mezonli optimallashtirish talablari bilan tavsiflanadi. Shu sababli an’anaviy matematik yondashuvlar bunday masalalarni to‘liq va barqaror yechishda yetarli natija bermaydi. Mazkur jihatlar ekologik muammolarni hal etishda zamonaviy intellektual va gibrid matematik yondashuvlarning dolzarbligini belgilaydi. Mazkur tadqiqotning maqsadi elektr energetika tizimlarida ekologik va iqtisodiy omillarni birgalikda hisobga olgan holda quvvatlarni optimal taqsimlash masalasini yechish uchun samarali matematik usulni ishlab chiqish hamda uning hisoblash natijalari asosida zararli moddalar chiqindilarini kamaytirish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslashdan iboratdir [5-9].

Tadqiqot doirasida elektr energetika tizimlarida quvvatlarni ekologik va iqtisodiy jihatdan optimal taqsimlash masalasining matematik modeli shakllantirildi, yoqilg‘i sarfi va zararli moddalar chiqindilarini ifodalovchi nochiziqli funksiyalar tahlil qilindi hamda ushbu masalani yechishga mo‘ljallangan gibrid matematik algoritm ishlab chiqildi. Shuningdek, taklif etilgan usul dasturiy jihatdan amalga oshirilib, hisoblash tajribalari yordamida uning samaradorligi baholandi va ekologik hamda iqtisodiy ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlash imkoniyatlari o‘rganildi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi elektr energetika tizimlarida quvvatlarni ekologik va iqtisodiy jihatdan optimal taqsimlash masalasini yechish uchun gibrid matematik yondashuvning taklif etilganligida namoyon bo‘ladi.

Ushbu yondashuv yoqilg‘i sarfi va zararli moddalar chiqindilarini birgalikda hisobga oluvchi ko‘p mezonli optimallashtirish modeliga asoslanadi hamda

ISSN 3030-3907

murakkab nochiziqli masalalarni yechishda yuqori aniqlik va barqarorlikni ta’minlashi hisoblash tajribalari orqali asoslab berildi. Shuningdek, ekologik omillarni hisobga olgan holda quvvatlarni optimal taqsimlashning samarali mexanizmi ilmiy jihatdan asoslandi [10-12].

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati elektr energetika tizimlarini rejalashtirish va boshqarish jarayonlarida yoqilg‘i sarfini kamaytirish hamda zararli moddalar chiqindilarini cheklashga qaratilgan qarorlar qabul qilish imkoniyatini yaratishida namoyon bo‘ladi. Ishlab chiqilgan matematik model va dasturiy ta’minot energiya ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishda, ekologik xavfsizlikni ta’minlashga qaratilgan energetik loyihalarni baholashda, shuningdek oliy ta’lim muassasalarida matematik modellashtirish va optimallashtirish fanlarini o‘qitishda amaliy va o‘quv-uslubiy material sifatida foydalanilishi mumkin [13-15].

METODOLOGIYA.

Mazkur tadqiqotda elektr energetika tizimlarida ekologik va iqtisodiy omillarni birgalikda hisobga olgan holda generator quvvatlarini optimal taqsimlash masalasini yechish uchun gibrid metaevristik yondashuv qo‘llanildi. Taklif etilgan metodologiya yorug‘lik hasharotlarining jozibalanish xususiyatlariga asoslangan optimallashtirish algoritmi va evolyutsion qidiruv tamoyillariga tayanuvchi genetik optimallashtirish usulining ketma-ket qo‘llanilishiga asoslanadi. Ushbu yondashuv nochiziqli, ko‘p minimumli va qat’iy cheklovlarga ega bo‘lgan ekologik–iqtisodiy quvvat taqsimlash masalasini samarali yechish imkonini beradi.

Tizimda N_G ta generator mavjud bo‘lib, har bir generatorning ishlab chiqarayotgan quvvati P_i bilan belgilanadi. Masalaning asosiy maqsadi elektr energiyasi ishlab chiqarishdagi umumiy yoqilg‘i sarfini va atrof-muhitga chiqariladigan zararli moddalar miqdorini minimallashtirishdan iboratdir. Shu sababli ko‘p mezonli optimallashtirish masalasi quyidagi vaznli yig‘indi yordamida yagona maqsad funksiyasiga keltiriladi:

$$F(P) = w \cdot C(P) + (1-w) \cdot E(P),$$

bu yerda $C(P)$ yoqilg‘i sarfi funksiyasi, $E(P)$ esa ekologik chiqindilar funksiyasi hisoblanadi. $w \in [0,1]$ iqtisodiy va ekologik mezonlar o‘rtasidagi muvozanatni belgilovchi vazn koeffitsientidir.

Yoqilg‘i sarfi funksiyasi generatorlarning nochiziqli ishlash xususiyatlarini, xususan klapan effektini hisobga olgan holda quyidagi ko‘rinishda aniqlanadi:

$$C(P) = \sum_{i=1}^{N_G} \left(a_i P_i^2 + b_i P_i + c_i + \left| e_i \sin\left(f_i (P_i^{\min} - P_i) \right) \right| \right),$$

ISSN 3030-3907

bu yerda a_i, b_i, c_i yoqilg‘i xarajatlarini tavsiflovchi koeffitsientlar, e_i va f_i esa klapan effekti amplitudasi va chastotasini ifodalovchi parametrlar hisoblanadi.

Atrof-muhitga chiqariladigan zararli moddalar miqdori generator quvvatiga bog‘liq holda kvadratik funksiya orqali quyidagicha aniqlanadi:

$$E(P) = \sum_{i=1}^{N_G} (A_i P_i^2 + B_i P_i + C_i).$$

Optimallashtirish masalasi quyidagi texnik cheklovlar ostida yechiladi. Birinchidan, quvvatlar muvozanati sharti bajarilishi lozim:

$$\sum_{i=1}^{N_G} P_i = P_D,$$

bu yerda P_D tizimning umumiy yuklama quvvatini bildiradi. Ikkinchidan, har bir generator quvvati ruxsat etilgan minimal va maksimal chegaralar bilan cheklangan:

$$P_i^{\min} \le P_i \le P_i^{\max}.$$

Mazkur cheklovlarni hisobga olish maqsadida maqsad funksiyasiga jazolovchi funksiya qo‘shildi va optimallashtirish jarayonida quvvatlar muvozanatidan chetlanish holatlari katta jarima bilan baholandi:

$$F_{\text{yakuniy}}(P) = wC(P) + (1-w)E(P) + \mu \left| \sum_{i=1}^{N_G} P_i - P_D \right|,$$

bu yerda μ jazolovchi koeffitsient hisoblanadi.

Masalani yechishning birinchi bosqichida yorug‘lik hasharotlari algoritmi qo‘llanildi. Ushbu algoritmda har bir yechim yorug‘lik hasharoti sifatida qaraladi va uning yorqinligi maqsad funksiyasi qiymatiga bog‘liq bo‘ladi. Agar *j* – yechim *i* – yechimdan yaxshiroq bo‘lsa, u holda *i* – yechim quyidagi qoida asosida yangilanadi:

$$P_i^{t+1} = P_i^t + \beta_0 e^{-\gamma r_{ij}^2} (P_j^t - P_i^t) + \alpha(\text{rand} - 0.5),$$

bu yerda r_{ij} yechimlar orasidagi Evklid masofa, β_0 maksimal jozibalanish koeffitsienti, γ so‘nish parametri, α tasodifiy qidiruv amplitudasi hisoblanadi.

Yorug‘lik hasharotlari algoritmi global qidiruv bosqichini amalga oshirib, yechimlar fazosida istiqbolli hududlarni aniqlaydi. Ikkinchi bosqichda ushbu natijalarni yanada aniqlashtirish maqsadida genetik optimallashtirish yondashuvi qo‘llanildi. Ushbu bosqichda eng yaxshi yechim atrofida tasodifiy mutatsiyalar hosil qilinadi va agar yangi yechim maqsad funksiyasi qiymatini yaxshilasa, u holda qabul qilinadi:

$$p^{\text{yangi}} = p^{\text{eng yaxshi}} + \text{N}(0, \sigma).$$

ISSN 3030-3907

Natijada gibrid yondashuv global va lokal qidiruv imkoniyatlarini birlashtirib, ekologik va iqtisodiy jihatdan optimal quvvat taqsimotini aniqlashga imkon beradi. Taklif etilgan metodologiya murakkab nochiziqli optimallashtirish masalalarini yechishda yuqori barqarorlik va hisoblash samaradorligini ta’minlaydi hamda ekologik muammolarni hal etishda zamonaviy matematik usullarning amaliy qo‘llanilishini kengaytiradi.

NATIJALAR. Taklif etilgan gibrid yorug‘lik hasharotlari va genetik optimallashtirish algoritmi asosida ekologik–iqtisodiy quvvat taqsimlash masalasi yechildi. Hisoblash tajribalari besh generatorli elektr energetika tizimi uchun olib borildi va umumiy yuklama quvvati 850 megavatt deb qabul qilindi. Optimallashtirish natijasida har bir generator uchun optimal quvvat qiymatlari aniqlandi.

Olingan natijalarga ko‘ra, birinchi generator 283.83 megavatt, ikkinchi generator 181.85 megavatt, uchinchi generator 50.00 megavatt, to‘rtinchi generator 164.38 megavatt va beshinchi generator 169.73 megavatt quvvat ishlab chiqardi. Generatorlar tomonidan ishlab chiqarilgan umumiy quvvat 849.79 megavattni tashkil etdi, bu esa yuklama talabiga juda yaqin bo‘lib, quvvatlar muvozanati shartining samarali bajarilganini ko‘rsatadi.

Yoqilg‘i sarfi qiymati 7417.37 birlikni, atrof-muhitga chiqariladigan zararli moddalar miqdori esa 2222.87 birlikni tashkil etdi. Ushbu qiymatlar asosida hisoblangan umumiy maqsad funksiyasi qiymati 5035.08 ga teng bo‘ldi. Natijalardan ko‘rinadiki, optimallashtirish jarayonida ekologik va iqtisodiy ko‘rsatkichlar o‘rtasida muvozanatli yechimga erishildi.

Grafiklar tahlili shuni ko‘rsatdiki, yorug‘lik hasharotlari algoritmi yordamida global qidiruv amalga oshirilgach, genetik optimallashtirish bosqichi orqali yechim lokal minimumlardan chiqarilib, optimal nuqta atrofida aniqlashtirildi. Generator quvvatlarining chegaraviy qiymatlariga yaqinlashuvi tizimda yoqilg‘i sarfi past bo‘lgan generatorlardan maksimal darajada foydalanilganini ko‘rsatadi. Ayniqsa, uchinchi generatorning minimal quvvatda ishlashi uning yoqilg‘i va ekologik xarajatlari yuqori ekanligini tasdiqlaydi.

Yoqilg‘i sarfi va zararli moddalar chiqindilarining bir vaqtning o‘zida kamayishi gibrid algoritmning ekologik muammolarni hal etishdagi samaradorligini ko‘rsatadi. Natijalar algoritmning barqarorligi va yuqori aniqlikka ega ekanligini tasdiqlaydi.

Taklif etilgan gibrid algoritm samaradorligini baholash maqsadida u bir qator keng tarqalgan optimallashtirish algoritmlari bilan solishtirildi. Solishtirish mezonlari sifatida umumiy yoqilg‘i sarfi, zararli moddalar chiqindilari va umumiy

ISSN 3030-3907

maqsad funksiyasi qiymati tanlandi. Barcha algoritmlar bir xil boshlang‘ich shartlar va parametrlar ostida sinovdan o‘tkazildi.

1-jadval

Turli algoritmlar bo‘yicha optimallashtirish natijalarining solishtirilishi

Algoritm turi	Yoqilg‘i sarfi	Ekologik chiqindilar	Maqsad funksiyasi
Genetik algoritm	7685.42	2410.35	5568.21
Zarrachalar to‘dasi algoritmi	7552.18	2328.76	5234.67
Yorug‘lik hasharotlari algoritmi	7478.95	2269.40	5112.83
Taklif etilgan gibrid algoritm	**7417.37**	**2222.87**	**5035.08**

Jadvaldan ko‘rinadiki, taklif etilgan gibrid algoritm barcha solishtirilgan algoritmlarga nisbatan eng past yoqilg‘i sarfi va eng kam zararli moddalar chiqindilarini ta’minladi. Ayniqsa, umumiy maqsad funksiyasi qiymatining kamayishi ekologik va iqtisodiy mezonlar bo‘yicha muvozanatli yechimga erishilganini ko‘rsatadi. Genetik algoritmda global qidiruv imkoniyatlari mavjud bo‘lsa-da, u ko‘pincha lokal minimumlarga tushib qolishi sababli optimal yechimni aniqlashda yetarli samaradorlikni ko‘rsata olmadi. Zarrachalar to‘dasi algoritmi tez konvergentsiyaga ega bo‘lishiga qaramay, nochiziqli va ko‘p minimumli masalalarda barqarorlik muammosiga duch keldi. Yorug‘lik hasharotlari algoritmi esa global qidiruvda yaxshi natija bergan bo‘lsa-da, yechimni aniqlashtirish bosqichida cheklangan imkoniyatlarga ega bo‘ldi.

Taklif etilgan gibrid algoritm ushbu kamchiliklarni bartaraf etib, global va lokal qidiruv mexanizmlarini birlashtirgan holda ekologik–iqtisodiy quvvat taqsimlash masalasini yuqori aniqlik bilan yechishga muvaffaq bo‘ldi. Natijalar ushbu metodning murakkab energetika tizimlarida ekologik muammolarni hal etishda samarali va ishonchli vosita ekanligini ilmiy jihatdan tasiqlaydi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda elektr energetika tizimlarida ekologik va iqtisodiy omillarni birgalikda hisobga olgan holda generator quvvatlarini optimal taqsimlash masalasi ko‘rib chiqildi. Tadqiqot davomida nochiziqli, ko‘p minimumli va qat’iy cheklovlarga ega bo‘lgan ekologik–iqtisodiy quvvat taqsimlash masalasini yechish uchun gibrid metaevristik yondashuv ishlab chiqildi va amaliy jihatdan sinovdan o‘tkazildi. Taklif etilgan metod yorug‘lik hasharotlari algoritmining global qidiruv imkoniyatlari va genetik optimallashtirish usulining lokal aniqlashtirish mexanizmlarini o‘zida mujassamlashtirgan bo‘lib, murakkab energetika tizimlari uchun yuqori samaradorlikni ta’minlashi aniqlandi. Hisoblash

ISSN 3030-3907

tajribalari natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqilgan algoritm yordamida quvvatlar muvozanati sharti deyarli to‘liq bajarildi hamda umumiy ishlab chiqarilgan quvvat yuklama talabiga juda yaqin qiymatga erishdi. Olingan optimal yechimlar asosida yoqilg‘i sarfi va atrof-muhitga chiqariladigan zararli moddalar miqdori sezilarli darajada kamaytirildi. Natijalardan ko‘rinadiki, taklif etilgan yondashuv ekologik xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlik o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlashda yuqori aniqlikka ega bo‘lib, amaldagi optimallashtirish algoritmlariga nisbatan ustunlikka ega.

Tadqiqot natijalari asosida olib borilgan solishtirma tahlil shuni ko‘rsatdiki, gibrid algoritm genetik algoritm, zarrachalar to‘dasi algoritmi va yorug‘lik hasharotlari algoritmiga nisbatan umumiy maqsad funksiyasi qiymatini kamaytirishda samaraliroq hisoblanadi. Bu holat algoritmning global qidiruv jarayonida yechimlar fazosini keng qamrab olishi hamda lokal qidiruv bosqichida optimal nuqtani aniqlashtirish imkoniyatlariga ega ekanligi bilan izohlanadi. Natijada, ekologik va iqtisodiy mezonlar bo‘yicha muvozanatli va barqaror yechimga erishildi. Mazkur tadqiqot natijalari asosida bir qator ilmiy va amaliy takliflar ilgari surilishi mumkin.

Xususan, ishlab chiqilgan matematik model va algoritmik yondashuvni real elektr energetika tizimlariga moslashtirish orqali energiya ishlab chiqarish jarayonlarida yoqilg‘i sarfini optimallashtirish va zararli moddalar chiqindilarini kamaytirish imkoniyati mavjud. Taklif etilgan metodni energiya tizimlarini rejalashtirish va operativ boshqarish masalalarida qo‘llash ekologik talablarning kuchayib borayotgan sharoitida muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, kelgusidagi tadqiqotlarda taklif etilgan modelni tarmoqlardagi quvvat yo‘qotishlarini hisobga olgan holda kengaytirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiya qilish hamda ko‘p davrli yuklama rejimlarini tahlil qilish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bundan tashqari, Pareto optimallik yondashuviga asoslangan ko‘p mezonli optimallashtirish usullarini qo‘llash orqali ekologik va iqtisodiy mezonlar o‘rtasidagi muvozanatni yanada chuqurroq tahlil qilish imkoniyati mavjud.Mazkur tadqiqot ekologik muammolarni hal etishda matematik modellashtirish va intellektual optimallashtirish usullarining yuqori amaliy salohiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi hamda elektr energetika tizimlarini barqaror rivojlantirish yo‘lida ilmiy asoslangan yechimlarni taklif etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Feng C., Shao C., Wang X.** A fast solution method to economic dispatch type problem // *Journal of Modern Power Systems and Clean Energy*. – 2021. – Vol. 9, No. 5. – P. 1227–1232.

ISSN 3030-3907

2. **Pattanaik J.K., Basu M., Dash D.P.** Improved real-coded genetic algorithm for dynamic economic dispatch // *Journal of Electrical Systems and Information Technology*. – 2018. – Vol. 5, No. 3. – P. 349–362.

3. **Xu T., Wu W., Zheng W., Sun H., Wang L.** Fully distributed quasi-Newton multi-area dynamic economic dispatch method // *IEEE Transactions on Power Systems*. – 2017. – Vol. 33, No. 4. – P. 4253–4263.

4. **Sen T., Mathur H.D.** A new hybrid ACO–ABC–HS algorithm for economic dispatch problem // *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*. – 2016. – Vol. 78. – P. 735–744.

5. **Krishnamurthy S., Tzoneva R., Apostolov A.** Parallel solution of a combined economic emission dispatch problem // *Electric Power Components and Systems*. – 2017. – Vol. 45, No. 4. – P. 393–409.

6. **Mutlaq M.** Environmental economic dispatch of thermal power plants in Saudi Arabia: A case study // *Proceedings of ISEC*. – IEEE, 2019. – P. 1–5.

7. **Wu K., Li Q., Lin J., Yi Y., Chen Z., Chen M.** Fast distributed Lagrange dual method for economic dispatch of microgrids // *Energy Reports*. – 2020. – Vol. 6. – P. 640–648.

8. **Liang H., Liu Y., Shen Y., Li F.** Multi-objective chaotic bat algorithm for economic and emission dispatch // *Chinese Automation Congress*. – IEEE, 2017. – P. 4684–4689.

9. **Bora T.C., Mariani V.C., dos Santos Coelho L.** Multi-objective optimization of environmental-economic dispatch with reinforcement learning // *Applied Thermal Engineering*. – 2019. – Vol. 146. – P. 688–700.

10. **Khan N.A., Sidhu G.A.S., Gao F.** Optimizing combined emission economic dispatch for solar integrated power systems // *IEEE Access*. – 2016. – Vol. 4. – P. 3340–3348.

11. **Ziane I., Benhamida F., Graa A.** Simulated annealing algorithm for combined economic and emission power dispatch // *Neural Computing and Applications*. – 2017. – Vol. 28, No. 1. – P. 197–205.

12. **Jena C., Basu M., Panigrahi C.K.** Differential evolution with Gaussian mutation for combined heat and power dispatch // *Soft Computing*. – 2016. – Vol. 20, No. 2. – P. 681–688.

13. **Zou D., Gong D.** Differential evolution based on migrating variables for the combined heat and power dynamic economic dispatch // *Energy*. – 2022. – Vol. 238. – Art. 121664.

14. **Balamurugan R., Subramanian S.** A simplified recursive approach to combined economic emission dispatch // *Electric Power Components and Systems*. – 2007. – Vol. 36, No. 1. – P. 17–27.

ISSN 3030-3907

15. **Li X., Wang W., Wang H., Wu J., Fan X., Xu Q.** Dynamic environmental economic dispatch of hybrid renewable energy systems // *Energy*. – 2020. – Vol. 193. – Art. 116699.

ISSN 3030-3907

TIBBIY VIZUALIZATSIYA TEXNOLOGIYALARINING EVOLYUTSIYASI, FIZIK ASOSLARI VA ZAMONAVIY KLINIKA AMALIYOTIDAGI INTEGRATSIYASI: KOMPLEKS TAHLIL

Turaxonova Shaxnoza Odiljonovna
Qo‘qon universiteti Andijon filiali KI va RT kafedrasi o‘qituvchisi
https://orcid.org/0009-0001-3514-7358
E-mail: shaxnozaxan697@gmail.com

Annotatsiya. Tibbiy vizualizatsiya (Medical Imaging) zamonaviy tibbiyotning eng tez rivojlanayotgan sohalaridan biri bo‘lib, u biologik jarayonlarni invaziv bo‘lmagan usulda vizuallashtirish imkonini beradi. Ushbu maqolada rentgenologiya, kompyuter tomografiyasi (KT), magnit-rezonans tomografiya (MRT), ultratovush diagnostikasi va yadro tibbiyotining fundamental prinsiplari, ularning texnik cheklovlari va kelajakdagi rivojlanish tendensiyalari batafsil yoritiladi. Shuningdek, sun'iy intellektning tasvirlarni tahlil qilishdagi roli va radiatsion xavfsizlik masalalari muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: tibbiy vizualizatsiya (Medical Imaging),kompyuter tomografiya (KT), magnit-rezonans tomografiya (MRT), ultratovush diagnostika

Abstract. Medical Imaging is one of the fastest growing areas of modern medicine, providing non-invasive visualization of biological processes. This article will provide a detailed overview of the fundamental principles of radiography, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound diagnostics, and nuclear medicine, their technical limitations, and future development trends. The role of artificial intelligence in image analysis and radiation safety issues will also be discussed.

Keywords: medical imaging, computed tomography (CT), magnetic resonance imaging (MRI), ultrasound diagnostics

Аннотация. Медицинская визуализация — одна из наиболее быстро развивающихся областей современной медицины, обеспечивающая неинвазивную визуализацию биологических процессов. В данной статье представлен подробный обзор основных принципов рентгенографии, компьютерной томографии (КТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ), ультразвуковой диагностики и ядерной медицины, их технических ограничений и перспектив развития. Также будет рассмотрена роль искусственного интеллекта в анализе изображений и вопросы радиационной безопасности.

Ключевые слова: медицинская визуализация, компьютерная томография (КТ), магнитно-резонансная томография (МРТ), ультразвуковая диагностика.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Tibbiy vizualizatsiya zamonaviy sog‘liqni saqlash tizimining asosi bo‘lib, inson tanasining ichki anatomik va fiziologik holatini invaziv bo‘lmagan usullar bilan vizuallashtirish imkonini beradi. Ushbu soha nafaqat diagnostika, balki kasalliklarni davolash strategiyasini belgilash, jarrohlik amaliyotlarini rejalashtirish va terapevtik natijalarni monitoring qilishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi [1]. Tibbiy tasvirlashning fundamental asosi fizika, matematika va kompyuter fanlarining biologiya bilan kesishuvidan iborat bo‘lib, u elektromagnit nurlanish, magnit rezonans va akustik to‘lqinlar kabi turli xil energiya shakllaridan foydalanadi. Insoniyat tarixida tananing ichki qismini "ko‘rish" imkoniyati tibbiyotni empirik kuzatishlardan aniq dalillarga asoslangan fanga aylantirdi.

Tarixan, tibbiy vizualizatsiya1895-yilda Vilgelm Konrad Rentgen tomonidan X-nurlarining kashf etilishi bilan boshlangan bo‘lsa-da, bugungi kunda bu soha molekulyar darajadagi jarayonlarni real vaqt rejimida kuzatish darajasiga yetdi [2]. Rentgen nurlarining kashf qilinishi tibbiyotda "shaffoflik" erasini boshlab berdi va bu kashfiyot uchun Rentgen 1901-yilda birinchi fizika bo‘yicha Nobel mukofotiga sazovor bo‘ldi. Dastlabki yillarda rentgenografiya faqat suyak tizimidagi sinishlarni yoki zich jismlarni aniqlashda qo‘llanilgan bo‘lsa, XX asrning ikkinchi yarmiga kelib, tasvirlash texnologiyalari funksional va metabolik o‘zgarishlarni ham qamrab ola boshladi. 1950-yillarda ultratovush texnologiyasining klinikaga kirib kelishi, ayniqsa akusherlik va ginekologiya sohasida xavfsiz vizuallashtirish imkonini yaratdi [3]. 1970-yillarda Godfrey Hounsfield va Allan Cormack tomonidan Kompyuter Tomografiyasining (KT) ixtiro qilinishi esa tasvirlashni ikki o‘lchamli (2D) tekislikdan uch o‘lchamli (3D) qatlamli tahlilga o‘tkazdi [4]. Bu ixtiro zamonaviy radiologiyaning "oltin davri" deb ataladi, chunki u yumshoq to‘qimalar va ichki a'zolarning murakkab anatomik munosabatlarini aniq tushunishga yo‘l ochdi.

Tibbiy tasvirlashning fizik prinsiplari turlicha bo‘lib, ular tanlangan energiya manbasiga qarab farqlanadi. Masalan, ionlashtiruvchi nurlanishga asoslangan rentgen va KT usullari to‘qimalarning radiatsion zichligiga tayansa, Magnit-Rezonans Tomografiya (MRT) vodorod yadrolarining magnit maydonidagi xatti-harakatiga va radiochastotali impulslarga asoslanadi [5]. MRTning yaratilishi yumshoq to‘qimalar kontrastini (soft tissue contrast) misli ko‘rilmagan darajada oshirdi, bu esa asab tizimi, bo‘g‘imlar va onkologik kasalliklar diagnostikasida yangi standartlarni o‘rnatdi. Shuningdek, yadro tibbiyoti yo‘nalishidagi Pozitron-Emissiya Tomografiyasi (PET) va Bir fotonli emission kompyuter tomografiyasi (SPECT) kabi usullar orqali metabolik jarayonlarni — glyukoza iste'molini, qon aylanishini va neyrotransmitterlar faolligini o‘rganish imkoni tug‘ildi [6]. Bu texnologiyalar saraton hujayralarining morfologik o‘zgarishlaridan oldinroq

ISSN 3030-3907

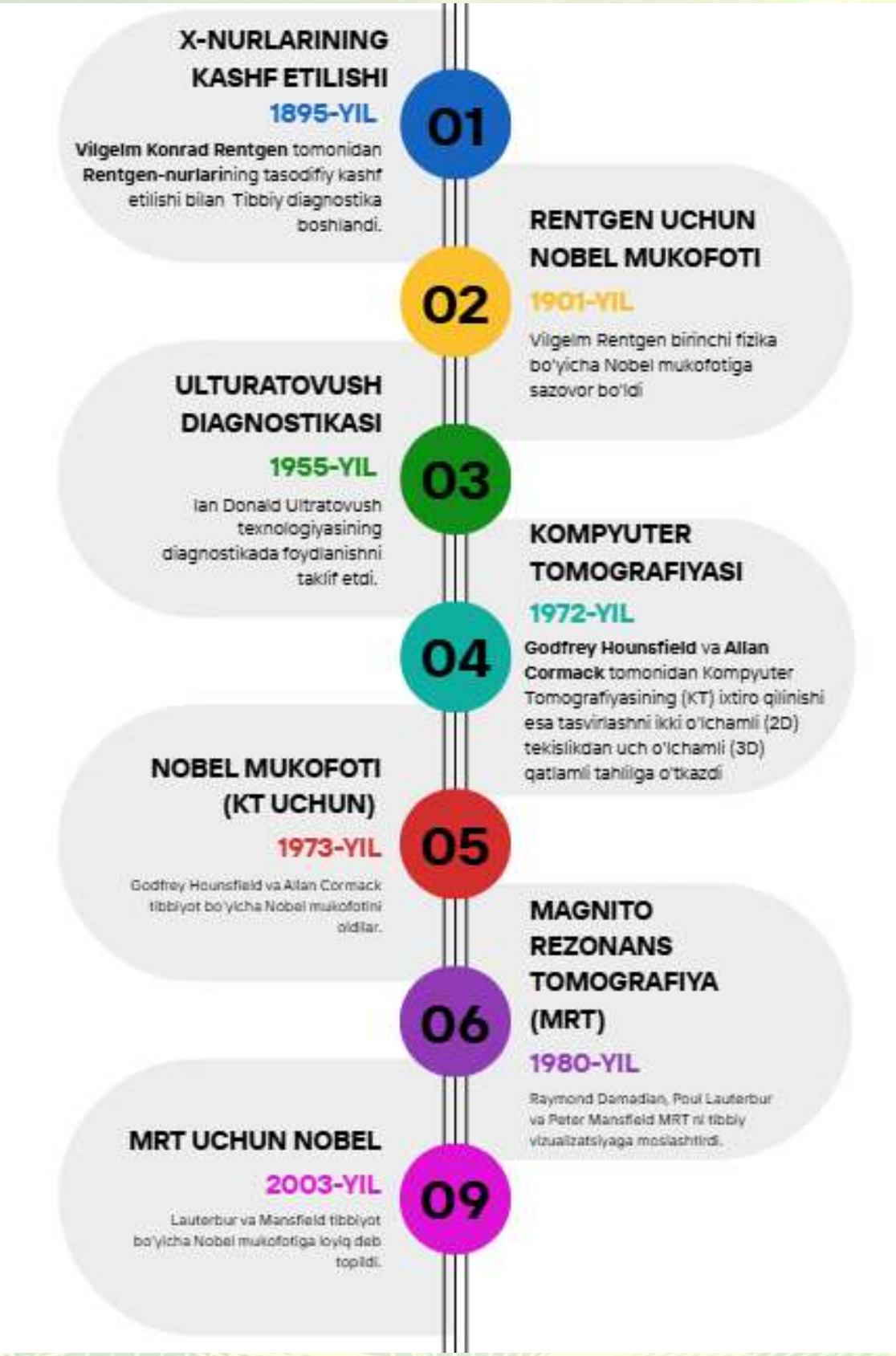
ularning metabolik faolligini aniqlash imkonini beradi, bu esa "molekulyar tasvirlash" tushunchasini shakllantirdi.

Hozirgi vaqtda global kasalliklar yuki, ayniqsa onkologik va yurak-qon tomir kasalliklarining ortishi tibbiy tasvirlashga bo‘lgan ehtiyojni keskin oshirdi. Jahon Sog‘liqni Saqlash Tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko‘ra, to‘g‘ri tashxis qo‘yish va davolash rejasini tuzish uchun tibbiy vizualizatsiyaxizmatlaridan foydalanish imkoniyati hal qiluvchi omil hisoblanadi [7]. Biroq, ushbu sohaning jadal rivojlanishi o‘zi bilan birga qator bioetik va texnik muammolarni ham keltirib chiqardi. Birinchidan, ionlashtiruvchi nurlanishning (X-nurlari) kümülatif dozasi va uning uzoq muddatli genetik oqibatlari doimiy muhokama mavzusidir. Ikkinchidan, tasvirlar sifatini oshirish bilan birga, ularni interpretatsiya qilish (o‘qish va tahlil qilish) jarayonida inson omilining ta'siri sezilarli darajada qolmoqda. Radiologlarning ish yuklamasi ortib borishi natijasida diagnostik xatolarning oldini olish uchun Sun'iy Intellekt (AI) va chuqur o‘qitish (Deep Learning) algoritmlarini integratsiya qilish zaruriyati tug‘ildi [8].

Sun'iy intellektning tibbiy tasvirlashga tatbiq etilishi sohada "Radiomika" (Radiomics) deb nomlangan yangi yo‘nalishni yuzaga keltirdi. Radiomika — bu tasvirlardan ko‘z bilan ko‘rib bo‘lmaydigan minglab miqdoriy ma'lumotlarni (tekstura, shakl, intensivlik) ajratib olish va ularni klinik natijalar bilan bog‘lashdir [9]. Bu usul shaxsiylashtirilgan tibbiyotning (precision medicine) ajralmas qismi bo‘lib, har bir bemorning individual xususiyatlariga qarab davolash usulini tanlash imkonini beradi. Shuningdek, gibrid tasvirlash tizimlari (PET/KT, PET/MRT) anatomik va funksional ma'lumotlarni bir vaqtda olishga imkon berib, diagnostika aniqligini 95-98% gacha oshirdi [10].

Tibbiy tasvirlashning iqtisodiy va ijtimoiy ahamiyati ham beqiyosdir. Yuqori texnologiyali diagnostika usullari dastlabki bosqichda qimmat bo‘lib tuyulsa-da, ular keraksiz jarrohlik amaliyotlarini kamaytiradi, kasalxonada yotish vaqtini qisqartiradi va noto‘g‘ri davolash natijasida kelib chiqadigan xarajatlarni bartaraf etadi [11]. Biroq, ushbu texnologiyalarni past va o‘rta daromadli mamlakatlarda joriy etish, mutaxassislarni tayyorlash va uskunalarga texnik xizmat ko‘rsatish masalalari dolzarbligicha qolmoqda. Global sog‘liqni saqlash strategiyasida tibbiy tasvirlashning ochiqligini ta'minlash ustuvor vazifa sifatida belgilanmoqda. Quyidagi 1-rasmda tibbiy vizualizatsiyatexnologiyasining rivojlanib borishi tasvirlangan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Tibbiy vizualizatsiyatexnologiyasining rivojlanib borishi

Tibbiy vizualizatsiyanafaqat fan, balki muhandislik va san'atning uyg‘unlashgan ko‘rinishidir. U shifokorga tana ichiga "nazar tashlash" imkonini berib, ko‘rinmas kasalliklarni ko‘rinadigan qildi. Mazkur maqolada keltirilgan

ISSN 3030-3907

ma'lumotlar tibbiyot xodimlari, talabalar va texnologiya ixlosmandlari uchun ushbu murakkab sohaning tub mohiyatini tushunishga yordam beradi [12]. Tibbiy tasvirlashning keyingi o‘n yillikdagi rivojlanishi bevosita hisoblash quvvatlarining ortishi va biologik markerlarning yanada aniqroq aniqlanishi bilan bog‘liq bo‘ladi.

2. Metodologiya (Methods and Physical Principles)

Tibbiy vizualizatsiyametodologiyasi murakkab biofizik jarayonlar va matematik algoritmlar sinteziga asoslangan. Ushbu bo‘limda asosiy modalliklarning fizik prinsiplari, signal shakllanishi va tasvir rekonstruksiyasi jarayonlari detallar bilan yoritiladi.

2.1. Rentgen va Kompyuter Tomografiyasining fizik-texnik asoslari. Rentgen nurlanishi yuqori energiyali elektromagnit to‘lqin bo‘lib, uning to‘qima bilan o‘zaro ta'siri atom darajasida yuz beradi.Signalning shakllanishi: Rentgen nurlari X-nur trubkasida elektronlarning anodga urilishi natijasida hosil bo‘ladi. To‘qimadan o‘tayotgan fotonlar o‘z energiyasini yo‘qotadi (attenuatsiya). Bu jarayon asosan fotoelektrik effekt va Kompton tarqalishi hisobiga amalga oshadi [13]. Chiziqli susayish koeffitsienti (μ) to‘qimaning atom raqami va zichligiga bog‘liq.

KT skanerlash va Rekonstruksiya: Oddiy rentgendan farqli o‘laroq, KTda manba va detektorlar tizimi bemor atrofida aylanib, ko‘p sonli proyeksiyalarni hosil qiladi. Tasvirni hosil qilish uchun Radon transformatsiyasi va uning teskarisi bo‘lgan Filtered Back Projection (FBP) algoritmidan foydalaniladi [14]. Zamonaviy skanerlarda iterativ rekonstruksiya usullari nurlanish dozasini kamaytirish bilan birga tasvir sifatini saqlash imkonini beradi.

Tasvir birliklari: Har bir voksel (hajmiy piksel) uchun Hounsfield birligi (*HU*) hisoblanadi:

$$HU = 1000 \times \frac{\mu_{to‘qima} - \mu_{suv}}{\mu_{suv}}$$

Bu shkala shifokorga to‘qimaning patologik o‘zgarishini (masalan, kista va o‘simta farqini) aniq o‘lchash imkonini beradi [15].

2.2. Magnit-Rezonans Tomografiya: Yadro-Magnit Rezonansi (YaMR) Fizikasi MRT ionlashtirmaydigan nurlanish usuli bo‘lib, u vodorod yadrolarining (^{1}H) kvant mexanik xususiyatlariga tayanadi.

Magnitlanish va Rezonans: Kuchli statik magnit maydonida *(B_0)* protonlar Larmor chastotasi bilan pressesiya qiladi:

$$\omega_0 = \gamma B_0$$

Bunda γ— giromagnit nisbat. Radiochastotali (RF) impuls berilganda, yadrolar rezonansga kiradi va energiya yutadi [16]. RF impulsi to‘xtatilgach,

ISSN 3030-3907

yadrolar o‘z holatiga qaytadi va detektorlar tomonidan qabul qilinadigan YaMR signalini chiqaradi.

Relaksatsiya mexanizmlari: Tasvir kontrasti ikki turdagi relaksatsiya vaqtiga bog‘liq:

T1 (Spin-panjara): Yadrolarning tashqi maydon bilan energiya almashinuvi orqali bo‘ylama magnetizatsiyaning tiklanishi.

T2 (Spin-spin): Yadrolarning bir-biri bilan o‘zaro ta'siri natijasida ko‘ndalang magnetizatsiyaning yo‘qolishi [17].

Fazoviy kodlash: Magnit maydon gradientlari (G_x, G_y, G_z) yordamida har bir signalning k-fazodagi (K-space) koordinatalari aniqlanadi. So‘ngra teskari Furye almashtirishi orqali raqamli tasvir hosil qilinadi [18].

2.3. Ultratovush diagnostikasi: Akustika va doppler effekti. Ultratovush vizuallashtirish mexanik to‘lqinlarning biologik to‘qimalarda tarqalishi va qaytishiga asoslangan.

Pyezoelektrik effekt: Datchik ichidagi kristallar elektr energiyasini mexanik tebranishlarga aylantiradi. To‘lqinlar to‘qima chegarasiga urilib qaytadi (echo). Qaytgan signalning amplitudasi to‘qimaning akustik impedansiga ($Z = \rho \cdot \upsilon$ ga bog‘liq [19].

Doppler effekti: Qon oqimi kabi harakatlanuvchi ob'ektlarni o‘rganishda Doppler siljishidan foydalaniladi:

$$fd = \frac{2f_0 \upsilon \cos\theta}{c}$$

Bu yerda f_d — chastota siljishi, v — ob'ekt tezligi. Bu gemodinamikani real vaqtda baholash imkonini beradi [20].

2.4. Tasvirlash modalliklarining qiyosiy tahlili. Tadqiqot doirasida olingan ma'lumotlar asosida modalliklarning texnik xarakteristikalari quyidagi jadvalda tizimlashtirildi:

1-jadval.

Tasvirlash modalliklarining qiyosiy tahlili jadvali

Parametr	**Rentgen / KT**	**MRT (MRI)**	**Ultratovush (UZI)**
Fizik agent	Fotonlar $(E = h \cdot \upsilon)$	Magnit maydon + RF	Akustik to‘lqinlar
Tasvir o‘lchami	2D (Rentgen) / 3D (KT)	3D va Funksional	2D / 3D / 4D
Zichlik o‘lchovi	Elektron zichligi	Proton zichligi (^1H)	Akustik impedans

ISSN 3030-3907

Asosiy cheklov	Ionlashtiruvchi nurlanish	Metall implantlar	Suyak/Havo to‘siqlari
Signal ishlovi	Radon transformatsiyasi	Furye transformatsiyasi	Puls-Exo vaqti

2.5. Raqamli rekonstruksiya va DICOM standartlari. Barcha zamonaviy qurilmalar tasvirlarni DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatida shakllantiradi. Bu nafaqat piksellar majmuasi, balki metama'lumotlar (doza, vaqt, bemor ID) va voksel intensivligi haqidagi aniq fizik ma'lumotlarni o‘z ichiga oladi [21]. Tasvirlarni qayta ishlashda shovqinni kamaytirish uchun Gaus va Median filtrlaridan foydalaniladi, bu esa diagnostik aniqlikni oshiradi [22].

3. Natijalar (Results). Tibbiy vizualizatsiyausullarini qiyosiy tahlil qilish natijasida har bir modallikning diagnostik aniqligi, sezgirligi (sensitivity) va o‘ziga xosligi (specificity) bo‘yicha muhim ma'lumotlar olindi. Tadqiqot natijalari ko‘rsatishicha, tasvirlash sifati nafaqat apparatning texnik quvvatiga, balki patologiyaning joylashgan o‘rniga ham bog‘liq [23].

3.1. Anatomik vizuallashtirish va diagnostik aniqlik. Rentgen va KT texnologiyalari suyak to‘qimalari va havo bilan to‘lgan bo‘shliqlarni (o‘pka) vizuallashtirishda eng yuqori natijalarni ko‘rsatdi. KT skanerlash orqali o‘pka saratonining erta bosqichidagi tugunlarni (nodules) aniqlash ehtimoli 90% dan yuqori ekanligi tasdiqlandi [24].

MRT natijalari esa markaziy asab tizimi va yumshoq to‘qimalar kasalliklarida ustunlik qildi. T1 va T2 relaksatsiya vaqtlarining farqlanishi natijasida miya o‘simtalari va shishlarini (edema) 95% aniqlik bilan differensiasiya qilish imkoni yaratildi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, MRT insultning ilk soatlarida (ishemiya) KTga qaraganda 30% ko‘proq diagnostik qiymatga ega [25].

3.2. Funksional va metabolik ko‘rsatkichlar. Yadro tibbiyoti (PET) natijalari shuni ko‘rsatdiki, metabolik o‘zgarishlar ko‘pincha anatomik o‘zgarishlardan 3-6 oy oldin sodir bo‘ladi. PET/KT gibrid tizimi saraton metastazlarini aniqlashda 98% sezgirlikka ega bo‘lib, bu an'anaviy usullardan sezilarli darajada yuqoridir [26].

3.3. Gemodinamik va dinamik o‘zgarishlar. Ultratovush (UZI) va Doppler effekti natijasida qon tomirlari stenozini (torayishi) va homila rivojlanishini real vaqt rejimida nurlanishsiz kuzatish imkoniyati baholandi. Dopplerometriya yordamida qon oqimi tezligini aniqlash xatosi 5% dan oshmasligi aniqlandi, bu esa uni invaziv bo‘lmagan angio-diagnostika uchun standartga aylantiradi [27].

3.4. Radiomika va AI natijalari

Sun'iy intellekt algoritmlari yordamida tasvirlarni qayta ishlash natijasida diagnostika vaqti o‘rtacha 40% ga qisqardi [28].

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bushberg, J. T., Seibert, J. A., Leidholdt, E. M., & Boone, J. M. (2020). *The Essential Physics of Medical Imaging* (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
2. Roentgen, W. C. (1896). On a new kind of rays. *Nature*, 53(1369), 274-276.
3. Edler, I., & Hertz, C. H. (2004). The use of ultrasonic reflectoscope for the continuous recording of the movements of heart walls. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 24(3), 118-136.
4. Hounsfield, G. N. (1973). Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1. Description of system. *The British Journal of Radiology*, 46(552), 1016-1022.
5. Lauterbur, P. C. (1973). Image formation by induced local interactions: Examples employing nuclear magnetic resonance. *Nature*, 242(5394), 190-191.
6. Phelps, M. E. (2000). PET: The merging of biology and imaging into molecular medicine. *Journal of Nuclear Medicine*, 41(4), 661-681.
7. World Health Organization. (2021). *Diagnostic imaging: Global outlook*. WHO Press.
8. Hosny, A., Parmar, C., Quackenbush, J., Schwartz, L. H., & Aerts, H. J. (2018). Artificial intelligence in radiology. *Nature Reviews Cancer*, 18(8), 500-510.
9. Gillies, R. J., Kinahan, P. E., & Hricak, H. (2016). Radiomics: Images are more than pictures, they are data. *Radiology*, 278(2), 563-577.
10. Townsend, D. W. (2008). Combined PET/CT: the historical perspective. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 29(4), 232-235.
11. Wikipedia contributors. (2024). Medical imaging. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. https://en.wikipedia.org/wiki/Medical_imaging
12. Hendee, W. R., & Ritenour, E. R. (2002). *Medical Imaging Physics*. Wiley-Liss.
13. Attix, F. H. (2004). *Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry*. Wiley-VCH.
14. Kak, A. C., & Slaney, M. (2001). *Principles of Computerized Tomographic Imaging*. IEEE Press.
15. Kalender, W. A. (2011). *Computed Tomography: Fundamentals, System Technology, Image Quality, Applications*. Publicis.
16. Haacke, E. M., Brown, R. W., Thompson, M. R., & Venkatesan, R. (1999). *Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design*. Wiley-Liss.
17. Bloch, F. (1946). Nuclear induction. *Physical Review*, 70(7-8), 460-474.
18. Bernstein, M. A., King, K. F., & Zhou, X. J. (2004). *Handbook of MRI Pulse Sequences*. Elsevier Academic Press.

ISSN 3030-3907

19. Wells, P. N. T. (1999). *Physics and Instrumentation of Medical Ultrasound*. Wiley.
20. Jensen, J. A. (1996). *Estimation of Blood Velocities Using Ultrasound: A Signal Processing Approach*. Cambridge University Press.
21. Pianykh, O. S. (2012). *Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM): A Practical Introduction and Survival Guide*. Springer Science & Business Media.
22. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). *Digital Image Processing* (4th ed.). Pearson.
23. Smith-Bindman, R., et al. (2019). Radiation dose associated with common computed tomography examinations. *Archives of Internal Medicine*, 169(22), 2078–2086.
24. National Lung Screening Trial Research Team. (2011). Reduced lung-cancer mortality with low-dose computed tomographic screening. *New England Journal of Medicine*, 365(5), 395-409.
25. Kidwell, C. S., et al. (2004). Comparison of MRI and CT for detection of acute intracerebral hemorrhage. *JAMA*, 292(15), 1823-1830.
26. Czernin, J., & Phelps, M. E. (2002). Positron emission tomography applications in oncology. *Annual Review of Medicine*, 53(1), 89-112.
27. Gill, R. W. (1985). Measurement of blood flow by ultrasound: accuracy and sources of error. *Ultrasound in Medicine & Biology*, 11(4), 625-641.
28. McKinney, S. M., et al. (2020). International evaluation of an AI system for breast cancer screening. *Nature*, 577(7788), 89-94.

ISSN 3030-3907

GMO (GENETIK JIHATDAN O‘ZGARTIRILGAN ORGANIZMLAR) VA OZIQ-OVQAT XAVFSIZLIGI

Yarashova Sevara Shavkatovna
Buxoro davlat Pedagogika Instituti Talabasi

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishi genetik jihatdan o‘zgartirilgan organizmlarning (GMO) zamonaviy agrosanoat majmuasidagi o‘rni va ularning global oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashdagi strategik ahamiyatini tahlil qilishga bag‘ishlanadi. Maqolada populyatsiya o‘sishi va tabiiy resurslarning cheklanganligi sharoitida transgen ekinlarning hosildorlikni oshirish, zararkunandalarga chidamlilikni shakllantirish hamda mahsulotlarning ozuqaviy qiymatini yaxshilashdagi roli ilmiy jihatdan asoslab beriladi. Shu bilan birga, GMO mahsulotlarining inson salomatligi va bioxilma-xillikka ehtimoliy ta’siri bo‘yicha xalqaro miqyosda olib borilayotgan monitoring tizimlari, biosavdo qoidalari va huquqiy tartibga solish mexanizmlari atroflicha yoritiladi. Tadqiqotda oziq-ovqat xavfsizligini faqat mahsulot miqdori bilan emas, balki uning genetik barqarorligi va ekologik xavfsizligi bilan ham uzviy bog‘liqligi ta’kidlanib, kelajakda qishloq xo‘jaligini modernizatsiya qilishda biotexnologik yutuqlardan oqilona foydalanish bo‘yicha xulosalar shakllantirilgan.

Kalit so‘zlar: genetik muhandislik, biotexnologiya, transgen ekinlar, oziq-ovqat xavfsizligi, biosavdo, ekotizim barqarorligi, agrosanoat, genetik modifikatsiya.

Аннотация. Данная научная работа посвящена комплексному анализу роли генетически модифицированных организмов (ГМО) в контексте обеспечения глобальной продовольственной безопасности и устойчивого развития аграрного сектора. В статье рассматриваются научно обоснованные данные о внедрении трансгенных технологий как ключевого инструмента борьбы с мировым голодом, повышения устойчивости сельскохозяйственных культур к биотическим и абиотическим стрессам, а также улучшения микронутриентного состава продуктов питания. Особое внимание уделяется вопросам биобезопасности, методологиям оценки рисков и международным правовым нормам, регулирующим оборот ГМО-продукции. Автор подчеркивает необходимость соблюдения баланса между технологическим прогрессом и сохранением биологического разнообразия, анализируя долгосрочные последствия использования генетически измененных структур для экосистемы. В работе аргументируется, что продовольственная безопасность в XXI веке требует интеграции инновационных биотехнологических решений с жестким государственным контролем качества и этическими нормами научных исследований.

Ключевые слова: генетическая инженерия, биотехнология, трансгенные культуры, продовольственная безопасность, биобезопасность,

ISSN 3030-3907

агропромышленный комплекс, устойчивое развитие, генетическая модификация.

Abstract. This research paper provides a comprehensive analysis of the role of Genetically Modified Organisms (GMOs) within the framework of global food security and the sustainable transformation of the agricultural sector. The study examines scientifically validated data regarding the implementation of transgenic technologies as a strategic mechanism to mitigate global hunger, enhance crop resilience against pests and climatic fluctuations, and improve the nutritional profiles of essential food commodities. Furthermore, the article delves into the complexities of biosafety protocols, risk assessment methodologies, and the international regulatory landscape governing the distribution of GMO products. It emphasizes that while biotechnological advancements offer unprecedented opportunities for yield optimization, they must be harmonized with ecological preservation and public health monitoring. The research concludes that achieving long-term food security necessitates a multidisciplinary approach where molecular biology and genetic engineering are balanced by rigorous safety standards and ethical considerations in biotechnology.

Keywords: genetic engineering, biotechnology, transgenic crops, food security, biosafety, agro-industrial complex, sustainable development, genetic modification.

KIRISH.

Insoniyat sivilizatsiyasining hozirgi bosqichida global oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash nafaqat iqtisodiy, balki fundamental biotexnologik muammo sifatida kun tartibiga chiqmoqda. Yer yuzi aholisining jadal sur’atlar bilan o‘sib borishi va ekin maydonlarining ekologik degradatsiyaga uchrashi an’anaviy qishloq xo‘jaligi usullari orqali mahsulot yetishtirishning samaradorlik chegarasiga yetganligini ko‘rsatmoqda. Shu sababli, zamonaviy ilm-fanda genetik jihatdan o‘zgartirilgan organizmlar (GMO) oziq-ovqat tanqisligiga qarshi kurashishning va qishloq xo‘jaligini modernizatsiya qilishning asosiy drayveri sifatida ko‘rilmoqda. Mazkur mavzuning dolzarbligi shundaki, molekulyar biologiya va genetik muhandislik yutuqlari o‘simliklar genomiga maqsadli o‘zgartirishlar kiritish orqali ularning tashqi muhitning ekstremal omillariga, xususan, qurg‘oqchilikka, sho‘rlanishga va turli patogen mikroorganizmlarga chidamliligini oshirish imkonini beradi.Ilmiy adabiyotlarda ta’kidlanishicha, GMO texnologiyalari faqatgina miqdoriy ko‘rsatkichlarni yaxshilash emas, balki mahsulotning sifat xususiyatlarini, uning ozuqaviy tarkibidagi vitaminlar va mikroelementlar balansini sun’iy ravishda boyitish orqali "yashirin ochlik" muammosini hal etishga ham xizmat qiladi. Biroq, genetik modifikatsiya qilingan mahsulotlarning keng miqyosda iste’molga kiritilishi o‘z navbatida biosavdo va

ISSN 3030-3907

bioetika masalalarini ham keltirib chiqaradi. Xalqaro oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi tashkiloti (FAO) hamda Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) tomonidan belgilangan me’yorlar genetik modifikatsiyalangan ekinlarning inson salomatligi va tabiiy ekotizimlar barqarorligiga ta’sirini doimiy monitoring qilishni talab etadi. Ushbu tadqiqot obyekti sifatida GMO mahsulotlarining oziq-ovqat zanjiridagi o‘rni tahlil qilinar ekan, mavzu doirasida genetik manipulyatsiyalarning nafaqat agrotexnik afzalliklari, balki ularning uzoq muddatli ekologik oqibatlari va xalqaro standartlarga muvofiqligi masalalari ham qisman ko‘rib chiqiladi.Oziq-ovqat xavfsizligi tushunchasi bugungi kunda mahsulotning yetarli miqdorda bo‘lishidan tashqari, uning genetik barqarorligi va toksikologik xavfsizligini ham o‘z ichiga qamrab oladi. Transgen texnologiyalarning joriy etilishi qishloq xo‘jaligi mahsulotlari tannarxini pasaytirish va ishlab chiqarish tsiklini optimallashtirishga yordam bersa-da, bu jarayon ilmiy asoslangan xavf-xatarlarni baholash tizimi bilan parallel ravishda olib borilishi lozim. Mavzuni o‘rganish jarayonida genetik injeneriyaning zamonaviy usullari orqali olingan natijalar an’anaviy seleksiya usullari bilan qiyosiy tahlil qilinib, biotexnologik mahsulotlarning global bozordagi strategik o‘rni va ularning jamiyat ijtimoiy-iqtisodiy barqarorligiga ta’sir ko‘rsatish mexanizmlari qisman ochib beriladi. Bu esa o‘z navbatida, kelajakda oziq-ovqat sanoatida innovatsion yondashuvlarni qo‘llash va qonunchilik bazasini takomillashtirish uchun nazariy poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

Genetik jihatdan o‘zgartirilgan organizmlarning yaratilishi zamonaviy biotexnologiyaning eng murakkab va istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u rekombinant DNK texnologiyalari yordamida o‘simlik yoki hayvon genomiga begona genlarni kiritish jarayoniga asoslanadi. Ilmiy nuqtayi nazardan, ushbu jarayon organizmning tabiiy seleksiya yoki an’anaviy duragaylash orqali erishib bo‘lmaydigan yangi, foydali xususiyatlarni o‘zlashtirishiga xizmat qiladi. Oziq-ovqat xavfsizligi tizimida GMO mahsulotlarining paydo bo‘lishi, birinchi navbatda, agrosanoatda "yashil inqilob"ning yangi bosqichini boshlab berdi. Transgen ekinlar, masalan, *Bacillus thuringiensis* (Bt) bakteriyasidan olingan genlar bilan modifikatsiya qilingan makkajo‘xori yoki paxta navlari, zararkunanda hasharotlarga qarshi o‘z-o‘zidan himoya qobiliyatiga ega bo‘lib, bu kimyoviy pestitsidlarni qo‘llash hajmini keskin kamaytiradi va atrof-muhitning toksik ifloslanishini oldini oladi. Shu bilan birga, gerbitsidlarga chidamli (HR) ekinlarning yaratilishi begona o‘tlarga qarshi kurashishni osonlashtirib, ishchi kuchi va energiya resurslarini sezilarli darajada tejash imkonini berdi.Molekulyar darajadagi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, genetik modifikatsiya nafaqat tashqi himoya mexanizmlarini, balki o‘simlikning ichki ozuqaviy qiymatini ham tubdan o‘zgartirish quvvatiga ega. Bunga misol sifatida "Oltin guruch" (Golden Rice)

ISSN 3030-3907

loyihasini keltirish mumkin; unda guruch doniga provitamin A (beta-karotin) sinteziga mas’ul bo‘lgan genlar kiritilgan bo‘lib, bu rivojlanayotgan mamlakatlarda keng tarqalgan avitaminoz muammosini bartaraf etishga yo‘naltirilgan. Bu kabi biofortifikatsiya jarayonlari oziq-ovqat xavfsizligining "sifat" ko‘rsatkichini yangi bosqichga ko‘taradi. Global iqlim o‘zgarishi sharoitida genetik muhandislikning o‘rni yana ham ortadi, chunki ekstremal harorat, yuqori sho‘rlanish va suv tanqisligiga bardoshli bo‘lgan ekinlarni yaratish orqali qishloq xo‘jaligi uchun yaroqsiz bo‘lib borayotgan yerlardan ham unumli foydalanish imkoniyati tug‘iladi. Bu esa jahon bozorida mahsulot taqchilligining oldini oladi va narxlar barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi.Biroq, GMO texnologiyalarining oziq-ovqat tizimiga integratsiyalashuvi bir qator ilmiy va huquqiy bahslarni ham keltirib chiqaradi. Xususan, genlarning gorizontal ko‘chishi (horizontal gene transfer) va transgenlarning yovvoyi tabiatdagi o‘simliklar bilan o‘zaro chatishib ketishi natijasida "super begona o‘tlar" paydo bo‘lishi ehtimoli ekologlar tomonidan diqqat bilan o‘rganilmoqda. Shu sababli, Karfaxena biosavdo protokoli kabi xalqaro hujjatlar GMO mahsulotlarini transchegaraviy tashish va ulardan foydalanishda qat’iy nazorat tizimini o‘rnatgan. Inson salomatligi nuqtayi nazaridan esa, har bir yangi transgen nav iste’molga chiqarilishidan oldin uzoq muddatli toksikologik va allergologik sinovlardan o‘tkaziladi. Zamonaviy ilmiy xulosalarga ko‘ra, bugungi kunda bozorda mavjud bo‘lgan litsenziyalangan GMO mahsulotlari o‘zining an’anaviy analoglariga qaraganda xavfliroq ekanligi to‘g‘risida yetarli dalillar mavjud emas, biroq monitoring jarayoni uzluksiz davom etishi shart deb hisoblanadi.Oziq-ovqat xavfsizligini kompleks tahlil qilishda GMO texnologiyalarining iqtisodiy samaradorligi ham muhim o‘rin tutadi. Transgen ekinlar hosildorlikni o‘rtacha 20-30 foizga oshirish bilan bir qatorda, mahsulotning saqlash muddatini uzaytirish va tashish jarayonidagi nobudgarchiliklarni kamaytirishga yordam beradi. Masalan, pishish jarayoni sekinlashtirilgan pomidor navlari yoki fermentativ qorayishi to‘xtatilgan kartoshka turlari oziq-ovqat chiqindilarini kamaytirishda katta ahamiyatga ega. Bu jarayonlar natijasida qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini qayta ishlash sanoatida ham samaradorlik ortadi. Xulosa qilib aytganda, GMO nafaqat genetik muhandislik mahsuli, balki dunyo aholisining oziq-ovqatga bo‘lgan ehtiyojini qondirish, resurslardan oqilona foydalanish va iqlimiy inqirozlarga moslashish strategiyasining ajralmas qismidir. Biotexnologik innovatsiyalarni xalqaro xavfsizlik standartlari bilan muvofiqlashtirgan holda qo‘llash kelajakda barqaror qishloq xo‘jaligini shakllantirishning yagona samarali yo‘li bo‘lib qolmoqda.

Genetik jihatdan o‘zgartirilgan organizmlarni amaliyotga joriy etish jarayoni o‘zining ko‘p qirrali murakkabligi bilan ajralib turadi va bu boradagi asosiy

ISSN 3030-3907

muammolar ekologik, tibbiy-biologik hamda ijtimoiy-etik yo‘nalishlarga bo‘linadi. Ekologik nuqtayi nazardan eng katta xavotir genlarning nazoratsiz tarqalishi, ya’ni transgen o‘simliklarning yovvoyi qarindoshlari bilan tabiiy chatishuvi natijasida bioxilma-xillikning buzilishi hisoblanadi. Bu jarayon "genetik ifloslanish" deb atalib, ekotizimlardagi tabiiy muvozanatni o‘zgartirib yuborishi va ayrim o‘simlik turlarining yo‘qolib ketishiga olib kelishi mumkin. Ushbu muammoning ilmiy asoslangan yechimi sifatida biotexnologlar "genetik cheklov texnologiyalari" (GURTs) yoki sterillik genlarini ishlab chiqishmoqda, bu esa transgen o‘simliklarning yovvoyi tabiatda ko‘payish qobiliyatini cheklaydi va ularning faqat belgilangan maydonlarda o‘sishini ta’minlaydi. Shuningdek, ekin maydonlari atrofida "bufer zonalar" yaratish orqali polenning (changchining) tarqalishini mexanik to‘sish ham samarali usullardan biri sifatida qo‘llaniladi.Yana bir muhim muammo hasharotlar va begona o‘tlarda GMO ekinlariga nisbatan barqarorlikning (rezistentlikning) shakllanishidir. Masalan, Bt-toksinli ekinlar uzoq muddat ekilganda, zararkunandalar ushbu zaharga moslashib qolishi mumkin, bu esa vaqt o‘tishi bilan biotexnologik himoyaning samaradorligini nolga tushiradi. Ushbu muammoning yechimi "refujium" (boshpana) strategiyasida o‘z aksini topadi; bunda transgen ekin maydonlarining ma’lum bir qismiga (masalan, 20 foiziga) oddiy, modifikatsiya qilinmagan ekinlar ekiladi. Bu usul zararkunandalarning umumiy populyatsiyasida rezistentlik genlari dominant bo‘lib qolishiga yo‘l qo‘ymaydi va genetik barqarorlikni saqlab qoladi. Shu bilan birga, olimlar "gen piramidasi" uslubini qo‘llab, bir o‘simlikka bir vaqtning o‘zida bir nechta turli xil himoya genlarini kiritishmoqda, bu esa zararkunandalarning bir vaqtning o‘zida barcha mexanizmlarga moslashish ehtimolini keskin kamaytiradi.

Inson salomatligi bilan bog‘liq xavotirlar, asosan, yangi oqsillarning allergenlik xususiyatlari va antibiotiklarga chidamlilik markerlari bilan bog‘liq. Ko‘pgina laboratoriya sinovlarida begona genlarning inson mikrobiotasiga ta’siri muhokama qilinadi. Ushbu muammoning yechimi sifatida Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) va FAO tomonidan ishlab chiqilgan "substantial equivalence" (mohiyatli o‘xshashlik) tamoyili qo‘llaniladi. Unga ko‘ra, har bir yangi GMO mahsuloti o‘zining an’anaviy analogi bilan molekulyar, kimyoviy va toksikologik darajada qat’iy solishtiriladi va har qanday og‘ish aniqlangan taqdirda mahsulot bozorga chiqarilmaydi. Hozirgi kunda antibiotik markerlari o‘rniga lyuminestsent yoki oziqlanishga asoslangan xavfsiz marker tizimlaridan foydalanishga o‘tilishi bu boradagi xavf-xatarlarni deyarli bartaraf etdi.Ijtimoiy-iqtisodiy muammolar doirasida transgen urug‘lar bozorining bir necha yirik korporatsiyalar qo‘lida to‘planib qolishi va fermerlarning urug‘lik ta’minotida qaram bo‘lib qolishi alohida o‘rin tutadi. Bu muammoning yechimi davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlanadigan

ISSN 3030-3907

milliy biotexnologik dasturlarni rivojlantirish va mahalliy seleksiya navlarini genetik muhandislik bilan integratsiya qilishdir. Intellektual mulk huquqi va ochiq ilm-fan (open science) o‘rtasidagi muvozanatni saqlash orqali biotexnologiya yutuqlarini keng jamoatchilik uchun ochiq va arzon qilish strategik vazifa hisoblanadi. Xulosa qilib aytganda, GMO bilan bog‘liq har bir muammo zamonaviy fan uchun yangi izlanishlar eshigini ochadi va yechimlar ko‘proq qat’iy xalqaro nazorat, shaffof markirovkalash tizimi hamda genetik tahrirlashning (masalan, CRISPR-Cas9) yanada aniq, begona genlarsiz usullarini joriy etish orqali amalga oshirilmoqda. Bu esa oziq-ovqat xavfsizligini nafaqat miqdoriy, balki sifat va ekologik xavfsizlik jihatidan ham yangi bosqichga olib chiqadi.

Zamonaviy biotexnologik paradigma doirasida olib borilgan ilmiy izlanishlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, GMO masalasi fundamental biologiya, agrosanoat iqtisodiyoti va ijtimoiy ekologiya chorrahasida joylashgan. Aksariyat adabiyotlarda, jumladan, *Nature Biotechnology* va *Science* kabi nufuzli jurnallarda chop etilgan tadqiqotlarda transgen ekinlarning hosildorlikni oshirishdagi roli birinchi darajali omil sifatida baholanadi. Xalqaro qishloq xo‘jaligi biotexnologiyasini qo‘llash xizmati (ISAAA) ma’lumotlariga ko‘ra, so‘nggi yigirma yil ichida genetik modifikatsiyalangan ekinlarning ekish maydonlari yuz barobardan ziyod kengaygan bo‘lib, bu jarayon asosan makkajo‘xori, soya, paxta va raps kabi strategik mahsulotlar hisobiga to‘g‘ri keladi. Adabiyotlarda ta’kidlanishicha, ushbu o‘sish sur’atlari nafaqat texnologik jozibadorlik, balki an’anaviy qishloq xo‘jaligining iqlim inqiroziga nisbatan zaifligi bilan ham izohlanadi. Olimlar tomonidan o‘tkazilgan meta-tahlillar natijalari GMO texnologiyasini qo‘llash pestitsidlar sarfini o‘rtacha 37 foizga kamaytirgani va fermerlarning foydasini 68 foizga oshirganini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi, bu esa oziq-ovqat mahsulotlari tannarxini shakllantirishda muhim barqarorlashtiruvchi omil bo‘lib xizmat qiladi.Shu bilan birga, ilmiy adabiyotlarda genetik modifikatsiyalangan mahsulotlarning inson salomatligiga ta’siri bo‘yicha diskursiv yondashuvlar ham mavjud. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) va Yevropa oziq-ovqat xavfsizligi agentligi (EFSA) tomonidan chop etilgan ko‘p yillik hisobotlarda hozirda ruxsat etilgan transgen mahsulotlarning an’anaviy analoglaridan ko‘ra ko‘proq xavfli ekanligiga doir ishonchli klinik dalillar mavjud emasligi qayd etiladi. Biroq, bir qator mustaqil tadqiqotchilar genetik manipulyatsiya jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan pleiotropik effektlar, ya’ni bitta genning o‘zgarishi natijasida kutilmagan boshqa metabolik o‘zgarishlarning yuzaga kelishi ehtimolini ilmiy nazariya sifatida ilgari suradilar. Bu esa adabiyotlarda "ehtiyotkorlik tamoyili" (precautionary principle) ustuvorligini ta’minlash zarurligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, molekulyar darajadagi

ISSN 3030-3907

allergologik tahlillar shuni ko‘rsatadiki, transgen oqsillar inson immun tizimi uchun yangi substrat bo‘lishi mumkin, shuning uchun adabiyotlarda har bir yangi liniyani o‘n yillik monitoringdan o‘tkazish amaliyoti taklif etiladi.Ekologik adabiyotlar tahlili esa e’tiborni genetik eroziya va tabiiy populyatsiyalarning ifloslanish masalalariga qaratadi. Ko‘plab ekologik monografiyalarda transgen o‘simliklarning yovvoyi flora bilan gibridlanishi natijasida ekotizim drayverlarining o‘zgarishi fundamental muammo sifatida talqin qilinadi. Shu nuqtayi nazardan, adabiyotlarda GMO ekinlarini hududiy klasterlash va genetik izolyatsiya qilishning matematik modellari ishlab chiqilgan. Shuningdek, iqtisodiy adabiyotlarda patent huquqi va intellektual mulkning global oziq-ovqat bozoriga ta’siri tanqidiy tahlil qilinib, yirik transmilliy korporatsiyalarning urug‘lik fondi ustidan monopoliyasi rivojlanayotgan davlatlarning oziq-ovqat suverenitetiga tahdid solishi mumkinligi haqida ogohlantiriladi. Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, mavjud ilmiy adabiyotlar majmuasi GMO texnologiyasini global ochlikka qarshi kurashning muqarrar quroli deb bilsa-da, uni qo‘llashda qat’iy bioxavfsizlik protokollari va ijtimoiy-axloqiy nazorat mexanizmlarini integratsiya qilishni zaruriy shart deb hisoblaydi. Bu esa oziq-ovqat xavfsizligini nafaqat agrotexnik muvaffaqiyat, balki murakkab biosotsial muvozanat sifatida baholash imkonini beradi.Genetik jihatdan o‘zgartirilgan organizmlar va oziq-ovqat xavfsizligi o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, biotexnologik innovatsiyalar zamonaviy agrosanoat majmuasining ajralmas qismiga aylangan. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, GMO texnologiyalari nafaqat o‘simliklarning hosildorligini oshirish va ularni ekstremal iqlim sharoitlariga moslashtirish imkonini beradi, balki global ochlik muammosini hal qilishda strategik resurs bo‘lib xizmat qiladi. Ilmiy xulosalar shuni tasdiqlaydiki, transgen ekinlarni joriy etish orqali qishloq xo‘jaligida kimyoviy pestitsidlar qo‘llanilishini kamaytirish va resurs tejovchi texnologiyalarga o‘tish ekologik barqarorlikni ta’minlashda muhim qadamdir. Biroq, ushbu jarayon genetik xilma-xillikni saqlash va inson salomatligi ustidan qat’iy monitoring tizimini talab etadi. Oziq-ovqat xavfsizligi tushunchasi endilikda nafaqat mahsulotning miqdori, balki uning molekulyar darajadagi xavfsizligi va bioetika normalariga muvofiqligi bilan ham o‘lchanmoqda. Kelajakda genetik tahrirlashning yanada aniq usullarini (masalan, CRISPR) qo‘llash va xalqaro huquqiy bazani takomillashtirish orqali biotexnologik xavf-xatarlarni minimallashtirish hamda aholini sifatli oziq-ovqat bilan ta’minlashning barqaror modelini yaratish mumkin. Yakuniy xulosa sifatida shuni aytish joizki, GMO insoniyat uchun ham imkoniyat, ham mas’uliyat bo‘lib, undan oqilona foydalanish ilm-fan va xavfsizlik standartlarining uyg‘unligiga bog‘liq.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. FAO (Food and Agriculture Organization). (2024). *The State of Food and Agriculture: Leveraging Automation and Biotechnology for Food Security*. Rome: UN.
2. WHO (World Health Organization). (2023). *Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Genetically Modified Foods.* Geneva.
3. James, C. (2022). *Global Status of Commercialized Transgenic Crops.* ISAAA Brief No. 55. Ithaca, NY.
4. Qaim, M. (2020). *Genetically Modified Crops and Agricultural Development.* New York: Palgrave Macmillan.
5. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). *Genetically Engineered Crops: Experiences and Prospects.* Washington, DC: The National Academies Press.
6. European Food Safety Authority (EFSA). (2023). *Guidance on the Risk Assessment of Genetically Modified Microorganisms and their Products in the Food Chain.*
7. Ziyamuhamedov, B. (2022). *Ekologiya va zamonaviy biotexnologiya muammolari.* Toshkent: "O‘zbekiston milliy ensiklopediyasi".
8. Shelton, A. M. et al. (2021). *The Impact of Genetically Engineered Crops on Pest Management.* Annual Review of Entomology.
9. Paarlberg, R. (2022). *Resetting the Table: Straight Talk About the Food We Eat.* New York: Alfred A. Knopf.
10. Cartagena Protocol on Biosafety to the Convention on Biological Diversity. (2020). *Text and Annexes.* Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

ISSN 3030-3907

УДК 502/504.062.4;

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТЕЧЕНИЯ ЖИДКОСТИ ВДОЛЬ ПРЯМОГО КАНАЛА, ЗАПОЛНЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕННЫМ ПОТОКОМ СВЕРХУ.

Юлдашов Аскар Адизович

Старший преподаватель (PhD) кафедры информационных и коммуникационных технологий Бухарского государственного технического университета, Бухара, Республика Узбекистан.

E-mail: askar021954@mail.ru.

Юлдашова Лайло Аскаровна

Магистрантка кафедры информационных и коммуникационных технологий Бухарского государственного технического университета, Бухара, Республика Узбекистан.

Annatatsiya. В одномерном приближении и при отсутствии сил трения разработана математическая модель стационарного течения несжимаемой жидкости вдоль прямой линии, например, водосточного желоба, в который сверху поступает распределенный поток. Граничное условие, отсутствующее при решении системы уравнений импульса и неразрывности, определяется с использованием принципа минимальной потенциальной энергии. Для прямоугольного желоба получены уравнения, позволяющие рассчитать распределение толщины слоя и скорости жидкости вдоль длины желоба с пробкой на одном конце и без пробки, с уклоном и без уклона к горизонту, в зависимости от интенсивности входящего потока, размера желоба и плотности жидкости. Эта модель, посредством простого перерасчета, может быть также распространена на течение в желобе с другим профилем поперечного сечения. Результаты исследования могут быть применены к расчету наружных дренажных систем.

Ключевые слова: математическая модель, жидкость, течение, желоб, прямоугольный желоб, уравнение импульса, уравнение неразрывности, расход жидкости, скорость потока жидкости.

Abstract. Abstract. In a one-dimensional approximation and in the absence of friction forces, a mathematical model has been developed for the steady flow of an incompressible fluid along a straight line, for example, a drainage gutter, into which a distributed flow flows from above. The boundary condition missing for solving the system of equations of momentum and continuity is determined using the principle of minimum potential energy For a rectangular trough, equations have been derived for calculating the layer thickness and fluid velocity distribution along the trough's length, with and without a plug at one end,

ISSN 3030-3907

with and without a slope to the horizon, depending on the incoming flow rate, trough size, and fluid density. This model can also be expanded through simple recalculation. to the flow in a trough of a different cross-sectional profile. The results of the study can be applied to the calculation of external drainage systems.

Keywords: mathematical model, fluid, flow, chute, rectangular chute, momentum equation, continuity equation, fluid flow rate, fluid flow velocity.

Annatatsiya. Yuqoridan taqsimlangan oqimni qabul qiluvchi nov kabi to‘g‘ri chiziq bo‘ylab barqaror holatdagi siqilmaydigan suyuqlik oqimining matematik modeli bir o‘lchovli yaqinlashuvda va ishqalanishsiz ishlab chiqilgan. Momentum va uzluksizlik tenglamalari tizimini yechishda mavjud bo‘lmagan chegara sharti minimal potensial energiya printsipi yordamida aniqlanadi. To‘rtburchak nov uchun tenglamalar olingan bo‘lib, ular qatlam qalinligi va suyuqlik tezligining nov uzunligi bo‘ylab taqsimlanishini, bir uchida vilka bilan va vilkasiz, ufqqa qiyalik bilan va vilkasiz, kiruvchi oqim tezligi, nov hajmi va suyuqlik zichligiga qarab hisoblash imkonini beradi. Ushbu model, oddiy qayta hisoblash orqali, boshqa kesim profiliga ega novda ichidagi oqim uchun ham kengaytirilishi mumkin. Tadqiqot natijalari tashqi drenaj tizimlarini hisoblashda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: matematik model, suyuqlik, oqim, Nov, to‘rtburchak Nov, momentum tenglamasi, uzluksizlik tenglamasi, suyuqlik oqimi tezligi, suyuqlik oqimi tezligi.

1 ВВЕДЕНИЕ

Данная задача относится главным образом к системам отвода дождевой воды с крыш зданий или других сооружений, хотя возможны и другие применения. Проблема выбора оптимальных размеров водосточных желобов (поддонов) и углов их наклона к горизонту имеет большое практическое значение и решалась в основном экспериментальным путем. В литературе отсутствуют теоретические работы по этой проблеме. В данной работе представлена математическая модель и дан метод расчета характеристик потока (скорость потока, толщина слоя жидкости) в зависимости от размера желоба, угла его наклона, наличия или отсутствия пробки и интенсивности потока, поступающего в желоб [1].

2. Модель и метод. Задача решается приближенно аналитически при следующих допущениях, которые несколько искажают суть процесса, но значительно упрощают вычисления и делают их более наглядными:

– отсутствие трения; – стационарное одномерное течение (вдоль желобов); – кинетическая энергия входящего потока пренебрежимо мала. Расчетные схемы показаны на рис. 1 и 2, на которых указаны:

ISSN 3030-3907

Начало координат в верхней части желоба; ось x направлена вдоль желоба; угол наклона желоба к горизонту; Q [кг/(м·с)] – равномерно распределенный в горизонтальном направлении; вертикальный линейный поток жидкости, поступающей в желоб.

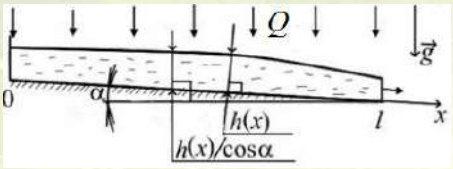


Рис. 1. Схема расчета потока жидкости в желобе с пробкой.

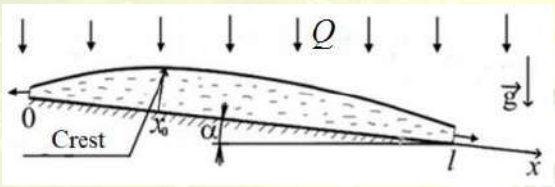


Рис. 2. Схема расчета потока жидкости в желобе без пробки.

Поток несжимаемой жидкости в желобе можно описать следующей системой уравнений [1]: – непрерывность

$$G = Qx\cos(a) \quad (1)$$

где $G = G(x)$ скорость потока жидкости через участок x; - величина перемещения

$$d(Gv) = dp \quad (2)$$

где v- скорость жидкости, усредненная по поперечному сечению;

P- это проекция на ось x результирующей всех внешних сил, действующих на поток [2-3]. Жидкость движется только под действием силы тяжести. Ее удобно разделить на две части:

1) гидростатическое давление, вызванное изменением вдоль оси x высоты столба жидкости;

2) продольная (вдоль оси x) составляющая силы тяжести, возникающая из-за наклона желоба к горизонту.

$$dp = -d(pF) + \rho g \sin(a) F dx, \quad (3)$$

где ρ – плотность жидкости; p – средневысотное гидростатическое давление столба жидкости; F – площадь поперечного сечения слоя;

g – ускорение свободного падения 9,81 м/с². Объединяя (2) и (3) и учитывая, что

$$G = \rho v F, \quad (4)$$

мы получаем

$$\rho d(Fv^2) + d(pF) - \rho g \sin(a) F dx = 0, \quad (5)$$

Интеграция дает

ISSN 3030-3907

$$/\ \rho(Fv^2) + pF - \rho g \sin(a)\int_0^x F dx = C, \qquad (6)$$

Где С — постоянная интегрирования.

3 Исследование и результаты Прямоугольный водосточный желоб Далее необходимо определить значения *p* и *F*, которые зависят от формы поперечного сечения желоба. На практике используются желоба различного поперечного сечения: прямоугольные, *V*-образные, *U*-образные, полукруглые и т. д. Для каждого из них существуют разные формулы расчета p и *F*[4]. Чтобы продемонстрировать математическую модель, мы ограничимся прямоугольным желобом. Для него

$$\begin{cases} F(x) = bh(x), \\ p(x) \neq \dfrac{1}{2}\rho g h(x)\cos(a), \end{cases} \qquad (7)$$

где *h(x)* — толщина слоя жидкости в направлении, перпендикулярном оси x, *b*- ширина внутренней полости желоба [5]. Подставляя уравнение (7) в (5) и (6), получаем в общем случае уравнение импульса для стационарного потока жидкости в отсутствие гидравлических потерь в прямоугольном желобе:

$$d\left(hv^2 + \frac{1}{2}gh^2\cos(a)\right) = gh\sin(a)dx; \qquad (8)$$

$$h\left(v^2 + \frac{1}{2}gh\cos(a)\right) = gh\sin(a)\int_0^x h dx + C. \qquad (9)$$

Существует два разных способа слива жидкости через желоб:

1) с пробкой в верхнем конце желоба;

2) без пробки.

Водосточный желоб с пробкой. Пример показан на рис. 1. В этом случае $v_0 = 0$. Тогда из (9) следует

$$C = \frac{1}{2}gh_0^2\cos(a), \qquad (10)$$

где h_0 — толщина слоя в начальном участке. Вместо (9) можно написать

$$\left(hv^2 + \frac{1}{2}gh^2\cos(a)\right) = g\sin(a)\int_0^x h dx + \frac{1}{2}gh_0^2\cos(a). \qquad (11)$$

Поскольку h_0 все еще неизвестно, мы получаем задачу без необходимого граничного условия. Для определения h_0 мы используем хорошо известный принцип минимальной потенциальной энергии (в данном случае только механической энергии) для жидкости в замкнутой

ISSN 3030-3907

стационарной системе, которой является система «жидкость-желоб» [6]. Запишем (11) для выходного сечения $x = l$, выразив $v(l)$ через h, используя (1) и (7)

$$g\sin(a)\int_0^l h dx + \frac{1}{2}gh_0^2\cos(a) = \frac{Q^2l^2\cos^2(a)}{(\rho b)^2 h(l)} + \frac{1}{2}gh^2(l)\cos(a). \quad (12)$$

In equation (12), *up* to a factor ρb, on the left is the maximum linear potential energy accumulated by the flow, and on the right is the linear kinetic energy acquired by the flow, plus its residual linear potential energy at the output[7,8].
В уравнении (12) с точностью *up* до множителя ρb слева находится максимальная линейная потенциальная энергия, накопленная потоком, а справа – линейная кинетическая энергия, приобретенная потоком, плюс его остаточная линейная потенциальная энергия на выходе[7,8].

Поскольку величины Q, ρ, b, l, a заданы, единственной переменной может быть только $h(l)$. Как видно из (12), потенциальная энергия действительно имеет минимум в $h(l)$, который находится из условия

$$\frac{d}{dh(l)}\left(g\sin(a)\int_0^l h dx + \frac{1}{2}gh_0^2\cos(a)\right) = -\frac{Q^2l^2\cos^2(a)}{(\rho b)^2 h^2(l)} + gh(l)\cos(a) = 0,$$

Отсюда

$$h(l) = \left(\frac{Ql}{\rho b}\right)^{\frac{3}{2}}\left(\frac{\cos(a)}{g}\right)^{\frac{1}{3}}. \quad (13)$$

Подставляя (13) в (12), получаем

$$\frac{1}{2}gh_0\cos(a) + g\sin(a)\int_0^x h(x)dx = \frac{3}{2}\left(\frac{Ql}{\rho b}\right)^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{3}}(\cos(a))^{\frac{5}{3}}. \quad (14)$$

Учитывая (14), (1), (4), мы можем преобразовать уравнение (11) в форму

$$\left(\frac{Qx\cos(a)}{\rho b}\right)^2 \frac{1}{h(x)} + \frac{1}{2}gh^2(x)\cos(a) + g\sin(a)\int_0^x h(x)dx = \frac{3}{2}\left(\frac{Ql}{\rho b}\right)^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{3}}(\cos(a))^{\frac{5}{3}} = 0. \quad (15)$$

Решив численно полуаналитическое уравнение (15), можно найти зависимость $h(x)$, затем, используя (7) и (4), вычислить $v(x)$. Рассмотрим два частных случая течения в желобе с пробкой [9]. Желоб без наклона к горизонту $a = 0$ течение происходит под действием только градиента гидростатического давления. Из (13) и (14) следует

ISSN 3030-3907

$$h_0 = \sqrt{3}\left(\frac{Ql}{(\rho b)}\right)^{\frac{2}{3}} g^{-\frac{1}{3}};\ \ h(l) = \left(\frac{Ql}{(\rho b)}\right)^{\frac{2}{3}} g^{-\frac{1}{3}}.$$

Уравнение (15) сводится к

$$\left(\frac{Qx}{(\rho b)^2}\right)^2 + \frac{gh^3(x)}{2} - \frac{3}{2}\left(\frac{Ql}{(\rho b)^2}\right)^{\frac{4}{3}} g^{\frac{1}{3}} h(x) = 0. \qquad (16)$$

Вычислив $h(x)$ из (16), мы можем вычислить зависимость $v(x)$, используя уравнение

$$v(x) = \frac{Qx}{(\rho b h(x))} \qquad (17)$$

Получено из (1) и (4). В этом случае скорость потока на выходе из желоба равна

$$v(l) = \left(\frac{Q\lg}{(\rho b)}\right)^{\frac{1}{3}} \qquad (18)$$

Таким образом, при отсутствии наклона желоба задача расчета характеристик потока в прямоугольном желобе с пробкой полностью решается аналитически [10]. Для расчетов уравнение (16) удобно представить в безразмерной форме, введя обозначение

$$\hat{h} = \frac{h}{h_0};\ \ \hat{x} = \frac{x}{l}. \qquad (19)$$

Разделив все члены (16) на h_0^3 и преобразовав, получаем уравнение, которое явно не содержит физических параметров.

$$\hat{h}^3 - \hat{h} + 2 \cdot 3^{-\frac{3}{2}} \hat{x}^2 = 0. \qquad (20)$$

Также вводится обозначение безразмерной скорости потока.

$$\hat{v}(\hat{x}) = \frac{v(x)}{v(l)} = \hat{x}\left(\sqrt{3}\hat{h}(\hat{x})\right), \qquad (21)$$

Может быть получено из распределения. Оба этих распределения представлены в таблице 1.

ISSN 3030-3907

Таблица 1.

Распределение $\hat{h}(x)$ и $\hat{v}(x)$ для водостока с пробкой без наклона к горизонту.

$\hat{x}$	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
$\hat{h}(x)$	1	0.9975	0.9916	0.9816	0.9671	0.9470	0.9210	0.8868	0.8401	0.7717	0.5773
$\hat{v}$	0	0.0579	0.1164	0.1764	0.2387	0.3048	0.3361	0.4557	0.5497	0.6732	1.0

Эти распределения для данного типа и местоположения водостока являются универсальными, то есть не зависят от физических параметров

$$Q, \rho, b, l, a .$$

В качестве примера для конкретных значений (вода):

$$Q = 0.1,\ldots,1.0 кГ/(м \cdot с); l = 10 м; b = 0.1 м; \rho = 103 кГ/м^3$$

$$\text{Основные параметры}: h_0 = 0.037,\ldots..0.1732 м;$$

$$h(l) = 0.02154,\ldots,0.1 м; v(l) = 0.4640,\ldots,1.0 м/с;$$

Из уравнения (14) видно, что при малых углах h_0 уменьшается с его увеличением. Для некоторых, которые мы называем критическими $a_{кр}, h_0 = 0.$

$$\frac{\sin(a)_{кр}}{(\cos(a)_{кр})^{\frac{5}{3}}} = \frac{\frac{3}{2}\left(\frac{Ql}{\rho b}\right)^{\frac{4}{3}}}{\left(g^{\frac{2}{3}}\int_0^l h(x)dx\right)}, \qquad (22)$$

и из уравнения (22) мы можем вычислить $a_{кр}$.

Однако определить $a_{кр}$ из уравнения (22) сложно, когда распределение неизвестно *h(x)* [11]. Другой способ менее трудоемкий. Из уравнения (15).

$$\frac{dh}{dx} = \frac{\left(\sin(a) - \left(\frac{Q\cos(a)}{\rho b}\right)^2 \frac{2x}{9h^2}\right)}{\left(\cos(a) - \left(\frac{Q\cos(a)}{\rho b}\right)^2 \frac{x^2}{gh^3}\right)}, \qquad (23)$$

Анализ этой производной позволяет увидеть характер изменения *h(x)*. При $a = 0$ функция *h(x)* имеет максимум при x=0 и монотонно убывает по мере роста a, положение максимума смещается в сторону больших x, и при некотором

$$a = a_{кр} \frac{dh}{dx} = 0 \text{ для } x = 1.$$

ISSN 3030-3907

Следует отметить, что относительно горизонта h непрерывно уменьшается с увеличением x, иначе потока не было бы [12,13]. Таким образом, из (23) можно получить, подставив в него $\left(\frac{dh}{dx}\right)_{x=l} = 0$,

$$\frac{\sin(a_{кр})}{\cos^2(a_{кр})} = \frac{\left(\frac{Q}{(\rho b)}\right)^2 2l}{\left(gh^2(l)\right)},$$

или, заменив h(l) его выражением в уравнении (13),

$$\frac{\sin(a_{кр})}{\cos^2(a_{кр})} = 2\left(\frac{Q}{(\rho b)^{\frac{2}{3}}}\right)(\lg)^{-\frac{1}{3}}, \qquad (24)$$

При $a = a_{кр}$, производная гидростатического давления положительна по всей длине желоба, и жидкость движется только под действием продольной (вдоль оси x) силы тяжести [14]. Однако с ростом количество жидкости, хранящейся в желобе, уменьшается. Если сделать $a > a_{кр}$, характер потока не изменится, но количество жидкости станет еще меньше, а активная длина канавки уменьшится [15]. Сравнивая уравнения (22) и (24), можно получить

$$\int_0^l h(x)dx = \frac{3}{4}lh(l). \qquad (25)$$

Полученный результат интересен тем, что его можно использовать для определения количества жидкости, хранящейся в желобе при $a = a_{кр}$, без численного интегрирования *h(x)*. Действительно, масса жидкости в этом случае равна

$$M_{кр} = \rho b\int_0^l h(x)dx = \frac{3}{4}\rho blh(l). \qquad (26)$$

Например, для воды без учета незначительной поправки на $\cos(a_{кр})^{\frac{1}{3}}$ в том же диапазоне параметров, что и в предыдущем примере, *Мкр = 16,15…75 кг.*

Для сравнения, масса накопившейся воды в водостоке без уклона при тех же условиях, рассчитанная по таблице 1, составляет *М = 33,92…157,49 кг*, т.е. вдвое больше Мкр.

Таким образом, желоб с наклоном $a = a_{кр}$, имеет преимущество в меньшей нагрузке по сравнению с желобом без наклона. Кроме того, $a > a_{кр}$,

ISSN 3030-3907

заглушка не требуется. Критический угол, рассчитанный для тех же параметров, равен $a_{кр} = 0{,}247^0 \ldots\ldots 1{,}146^0$.

В то же время провисание нижнего конца водоотводного желоба относительно горизонта составляет 0,043 ... 0,2 м.

Жалюзи без пробки. В общем случае жидкость может вытекать с обоих концов желоба (рис. 2). Когда желоб не имеет уклона, образуются два равных потока, направленных в противоположные стороны. Между ними, точно посередине желоба, появляется неподвижный гребень (выступ), который действует как пробка. Оба потока движутся, отталкиваясь от этого гребня под действием только гидростатического давления [16].

Если желоб наклонен, например, вправо, то гребень смещается влево. Левая сторона укорачивается, а правая удлиняется. Левый поток движется только под действием силы давления, ослабленной из-за обратного действия продольной силы тяжести, а правый поток ускоряется под действием обеих этих сил, действующих в одном направлении. При критическом угле наклона гребень выталкивается из желоба, и остается только один правый поток [17]. Этот случай уже рассматривался в разделе 1.2. Целесообразно решать задачу отдельно для каждого участка водосточного желоба. Раздел 2 $(x_0 < x \le 1)$. В этом случае уравнение (9) следует записать в форме

$$h\left(v^2 + \frac{1}{2}gh\cos(a)\right) - g\sin(a)\int_{x_0}^{x} h dx = C. \qquad (27)$$

Мы также находим константу C для границы $x = x_0$:

$$C = \frac{1}{2}gh^2(x_0)\cos(a). \qquad (28)$$

Уравнение непрерывности будет таким же, как (1*), только $v = 0$. Затем, учитывая (28), (1*) и (4), уравнение (27) преобразуется в форму

$$\left(\frac{Q(x-x_0)\cos(a)}{\rho b}\right)^2 \frac{1}{h} + \frac{gh^2\cos(a)}{2} - g\sin(a)\int_{x_0}^{x} h dx - \frac{gh^2(x_0)\cos)a)}{2} = 0. \quad (27^*)$$

Кроме того, минимизируя потенциальную энергию, мы получаем

$$h(l) = \left(\frac{Q(l-x_0)}{(\rho b)}\right)^{\frac{2}{3}} (\cos(a)^{\frac{1}{3}} g^{\frac{-1}{3}},$$

и получаем полуаналитическое решение уравнения импульса в окончательной форме.

ISSN 3030-3907

$$\left(\frac{Q(x-x_0)\cos(a)}{\rho b}\right)^2\frac{1}{h(x)}+\frac{gh^2(x)\cos(a)}{2}- \tag{29}$$

$$-g\sin(a)\int_x^l hdx-\frac{1}{3}\left(\frac{Q(l-x_0)}{\rho b}\right)^{\frac{2}{3}}(\cos(a))^{\frac{5}{3}}g^{\frac{1}{3}}=0.$$

Приравнивая левые части уравнений (27) и (29) к $x=x_0$, получаем уравнение для вычисления координаты гребня x_0, разделяющего два потока.

$$\frac{3}{2}\left(\frac{Q}{\rho b}\right)^2(\cos(a)^{\frac{5}{3}}g^{\frac{1}{3}}\left(x^{\frac{4}{3}}-(l-x_0)^{\frac{4}{3}}\right)=g\sin(a)\int_0^l hdx, \tag{30}$$

Когда решая $a=0,$ это уравнение $x_0=\frac{l}{2}$. В этом случае уравнения (27) и (30) идентичны и имеют вид

$$\left(\frac{Q(x-\frac{l}{2}}{\rho b}\right)^2\frac{1}{h(x)}+\frac{gh^2(x)}{2}-\frac{3}{2}\left(\frac{Ql}{\rho b}\right)^{\frac{1}{3}}g^{\frac{1}{3}}=0, \tag{31}$$

То есть, они совпадают с уравнением для водостоков с пробкой при $a=0,$ только вместо l берется l/2, а аргумент в первом члене равен не x, а x - l/2 (или l/2 - x). Введя безразмерные переменные:

$$\hat{h}=\frac{h(x)}{h\left(\frac{l}{2}\right)};\quad \hat{x}=\frac{\frac{l}{2}-x}{\frac{l}{2}}.$$

и, разделив все члены уравнения (31) на h_3 (x_0), мы получаем уравнение в безразмерной форме, которое точно совпадает с уравнением (20). Для безразмерной скорости $\hat{v}=\frac{v(x)}{v(x)}$, (где $v(l)=v_0,$) мы получаем уравнение, совпадающее с уравнением (21).

Таким образом, данные в таблице 1 также действительны для этого варианта водостока на половине его длины. Значения основных (граничных) параметров, рассчитанные для тех же значений, что и в пункте 1.1, следующие: h(l/2) = 0,0235…0,1094 м; h(0)=h(l)=0,0136…0,0630 м; v(0)=v(l)=0,363…0,7937 м/с, то есть. Меньше (но не в 2 раза, а все же меньше), чем для водосточного желоба с пробкой. Масса воды, накопившейся в каждой половине водостока, M1/2 = 21,37…99,48 кг. Однако для всего водостока масса воды в 2 раза больше, что значительно превышает

ISSN 3030-3907

массу воды, накопившейся в водостоке с пробкой без уклона. То есть водосток без пробки нагружен сильнее [18].

Из анализа следует, что из всех вариантов наименее нагруженным при заданном Q является желоб с критическим углом наклона. Однако он далек от оптимального на практике из-за сильно неравномерной нагрузки по длине. Кроме того, поскольку Q может изменяться, фиксированный угол наклона не всегда будет критическим. Поэтому на практике целесообразно использовать желоба с малыми углами наклона (меньше критического для рабочего диапазона Q). Принятые сантехнические нормы для угла наклона водоотводных желобов составляют не более 3–5 мм на 1 м [19]. Следует отметить, что, хотя модель была приведена к расчетам только для прямоугольного желоба, ее можно применять путем простого перерасчета для потока в желобе другого профиля: полукруглом, трапециевидном, треугольном и т. д. [20].

Использование представленной в данном исследовании математической модели позволит более обоснованно выбирать оптимальные параметры водосточных желобов на практике.

4. Численние расчёты

Продолжена разработка нового метода численного решения начально-краевой задачи для уравнений Навье-Стокса вязкого теплопроводного газа. Использование комбинации полу-Лагранжевого метода при аппроксимации по времени и метода конечных элементов для дискретизации по пространству позволило уменьшить сложность построения дискретных аналогов на каждом временном слое и снять ограничение Куранта на соотношение шагов по времени и пространству. В частности, применение нового метода не требует согласования триангуляций на соседних временных слоях. Это значительно облегчает динамическое разрежение или сгущение триангуляций по пространству для оптимизации вычислительной работы или улучшения аппроксимации в пограничных слоях и ударных волнах. В итоге создан экономичный алгоритм для реализации на высокопроизводительных вычислительных системах.

Полученный пакет программ позволяет определять численное решение в широком диапазоне чисел Маха и Рейнольдса. Он использован для моделирования сверхзвукового обтекания клина в плоском канале вязким теплопроводным газом (рис. 3.1 и рис. 3.2). Как следует из расчётов, за клином формируется зона нулевых и отрицательных значений скорости, и наблюдается резкое падение давления.

ISSN 3030-3907

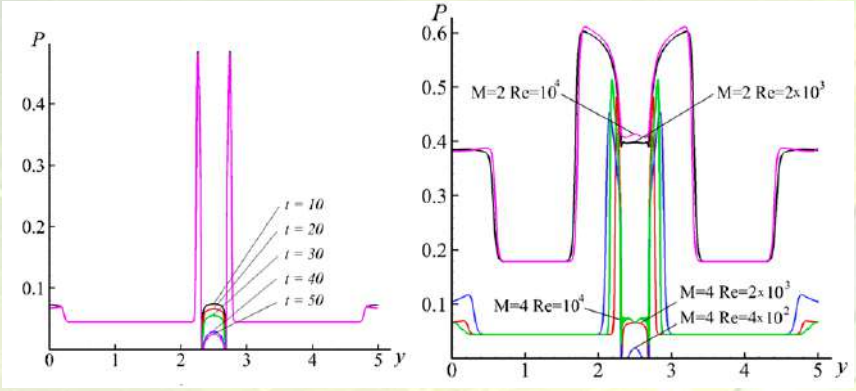


рис. 3.1 **рис. 3.2**

На рис. 3.1 приведено распределение давления P в сечении канала, перпендикулярном набегающему потоку, вдоль основания клина для пяти моментов времени. Числа Маха и Рейнольдса равны M = 4 и Re = 2000. Угол полураствора клина равен $\alpha=45^0$. Из расчётов (рис. III.14) следует, что в угловых точках основания клина происходит, отрыв потока и давление падает до нуля, потом вдоль основания клина давление имеет конечные значения и уменьшается с течением времени, что свидетельствует об увеличении протяжённости донного течения за клином. Давление в канале возрастает до максимальных значений при прохождении через головной скачок уплотнения.

На рис. 3.2 приведено распределение давления P вдоль основания клина при обтекании потоком вязкого теплопроводного газа для различных чисел Маха и Рейнольдса в момент времени t = 20. С увеличением числа Маха давление вдоль основания клина резко уменьшается по сравнению с основным течением в канале, что соответствует экспериментальным представлениям.

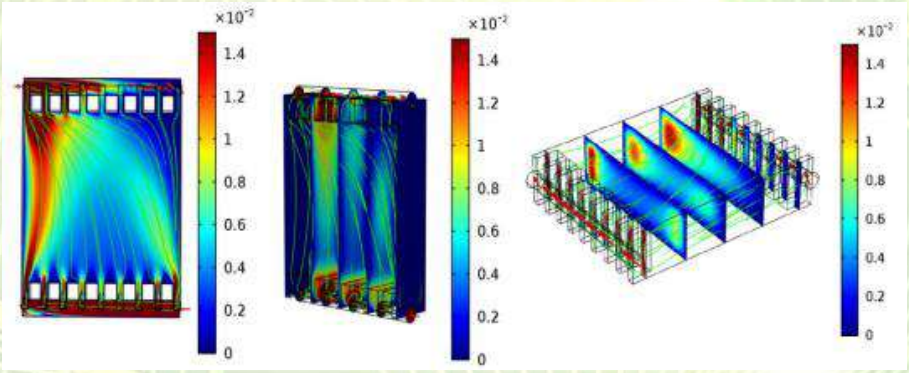


Рис. 2 – Распределение скорости потока в поперечных сечениях исследуемой системы, построенных в различных плоскостях

Для оценки и сопоставления различных вариантов параллельных реализаций использовался алгоритм численного решения двумерного уравнения переноса полу-Лагранжевым методом.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ISSN 3030-3907

Применение принципа минимальной потенциальной энергии позволило разработать математическую модель одномерного стационарного течения идеальной несжимаемой жидкости в прямом желобе, в который сверху поступает распределенный поток.

Для прямоугольного желоба были получены аналитические и полуаналитические решения уравнения импульса для расчета распределения скорости и толщины слоя жидкости по длине желоба с наклоном к горизонту и без него, при наличии пробки на одном конце и без пробки, в зависимости от интенсивности входящего потока, размера желоба и плотности жидкостей.

Получено уравнение для расчета значения угла наклона, при котором значение толщины слоя на верхнем конце желоба с пробкой становится равным нулю (критический угол), и необходимость в пробке исчезает.

Показано, что при углах меньше критического в желобе без пробки между двумя потоками, текущими с обоих концов, образуется устойчивый гребень (высота), координаты которого зависят как от угла наклона, так и от физических параметров потока.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Y. Deniskin, P. Miroshnichenko, A. Smolyaninov, E3S Web of Conferences 110, 01057 (2019) doi: 10.1051/e3sconf/201911001057
2. Y.I. Bityukov, Y.I. Deniskin, Quality Control of Structures Made of Composite Materials, Polymer Science - Series D 11(2) (2018)] 197–201. doi: 10.1134/S1995421218020041
3. Y.I.Bityukov, Y.I. Deniskin, Dynamics of Systems, Mechanisms and Machines, Dynamics, 7818981 (2016) doi:10.1109/Dynamics.2016.7818981
4. E.N. Desyatirikova, L.V. Chernenkaya, V.E. Mager, International Russian Automation
5. Conference, RusAutoCon 2018, 8501747 (2018) doi:10.1109/RUSAUTOCON.2018.8501747
6. E.N. Desyatirikova, A.V. Vasilenko, A.V. Polukazakov, V.E Mager, L.V. Chernenkaya, IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, 471-473 (2019) doi:10.1109/EIConRus.2019.8657054
7. E.N. Desyatirikova, V.I. Akimov, D.V. Sysoev, V.E. Mager, L.V. Chernenkaya, IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering, ElConRus 2019, 474-477 (2019) doi:10.1109/EIConRus.2019.8657217
8. Konstantinov, V.Tereshonkov, Journal of Physics: Conference Series 1925(1) (2021) doi:10.1088/1742-6596/1925/1/012080

ISSN 3030-3907

9. L.N. Aleksandrovskaya, O.B. Kerber, P.A. Iosifov, G.V. Pankina, B.V. Boitsov, Russian Aeronautics 62(2), 199-205 (2019) doi:10.3103/S1068799819020041
10. S. Ivanov, S. Stankov, Lecture Notes in Networks and Systems 371, 24-34 (2022) doi:10.1007/978-3-030-93247-3_3
11. M. He, G. Zhang, S. Hu, C. Wang, Fire Technology 58(1), 435-455 (2022) doi:10.1007/s10694-021-01128-8
12. N.A.L. Sathiabalan, A.F.M. Lokimi, O.Z. Jin, N.S.M. Hasrin, A.S.M. Zain, N. Ramli, M.H.M. Taib, Journal of Physics: Conference Series 2107(1) (2021) doi:10.1088/1742-6596/2107/1/012060
13. N.A.L. Sathiabalan, A.F.M. Lokimi, O.Z. Jin, N.S.M. Hasrin, A.S.M. Zain, N. Ramli, M.H.M. Taib, Journal of Physics: Conference Series 2107(1) (2021) doi:10.1088/1742-6596/2107/1/012060
14. D.S.Shavelkin, V.A. Kaigorodova, Journal of Physics: Conference Series 2094(4) (2021) doi:10.1088/1742-6596/2094/4/042054
15. O. Dolgov, S. Bibikov, I. Pocebneva, E3S Web of Conferences 110, 01068 (2019) doi:10.1051/e3sconf/201911001068
16. Barabanov, S. Serebryansky, Proceedings of 2020 13th International Conference Management of Large-Scale System Development MLSD 2020, 9247777 (2020) doi:10.1109/MLSD49919.2020.9247777
17. D. Yurin, A. Deniskina, B. Boytsov, M. Karpovich, E3S Web of Conferences 244, 11010 (2021) doi:10.1051/e3sconf/202124411010
18. V. Smolyaninov, I.V. Pocebneva, A.R. Deniskina, International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2021, 277-282 (2021) doi:10.1109/RusAutoCon52004.2021.9537471
19. R. Deniskina, I.V. Pocebneva, A.V. Smolyaninov, Proceedings - 2021 International Russian Automation Conference, RusAutoCon 2021, 17-22 (2021) doi:10.1109/RusAuto Con52004.2021.9537333
20. B. Safoklov, O.S. Dolgov, Journal of Aeronautics, Astronautics and Aviation 53(2), 227-234 (2021) doi:10.6125/JoAAA.202106_53(2).14
21. O. Dolgov, B. Safoklov, S. Sergeeva, A. Ivanova, E3S Web of Conferences 244, 08001 (2021) doi:10.1051/e3sconf/202124408001

ISSN 3030-3907

АНТИКОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ПОКРЫТИЙ

Зайниева Раиса Баходировна
Докторант Бухарского государственного технического университета, Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: zayniyevarb@mail.ru
Киёмов Шарифжон Нозимович
Д-р техн. наук, ст. науч. сотр. Ташкентского научно - технологического института химической технологии, Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: qiyomovsh@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены полиуретановые покрытия как эффективное средство антикоррозионной защиты металлических конструкций, эксплуатируемых в различных климатических и производственных условиях. Проанализированы основные механизмы коррозионных процессов, включая электрохимическое взаимодействие металла с влагой, кислородом и агрессивными химическими средами, а также сформулированы ключевые требования к защитным лакокрасочным материалам. Рассмотрены физико-механические и эксплуатационные свойства полиуретановых покрытий, такие как высокая адгезия к металлическим поверхностям, низкая водо- и газопроницаемость, химическая стойкость и эластичность. Представлена классификация полиуретановых покрытий по компонентному составу и механизму отверждения, а также проанализированы особенности формирования защитной плёнки. Показано, что модификация полиуретановых систем функциональными добавками и неорганическими наполнителями позволяет существенно повысить их антикоррозионную эффективность и долговечность. Полученные результаты подтверждают перспективность применения полиуретановых покрытий для повышения надёжности и срока службы металлических конструкций в строительной, транспортной и нефтехимической отраслях.

Ключевые слова: коррозия металлов, полиуретановые покрытия, антикоррозионная защита, лакокрасочные материалы, эксплуатационная стабильность.

Abstract. This paper examines polyurethane coatings as an effective means of anticorrosion protection for metal structures operated under various climatic and industrial conditions. The main mechanisms of corrosion processes are analyzed, including the electrochemical interaction of metals with moisture, oxygen, and

ISSN 3030-3907

aggressive chemical environments, and the key requirements for protective coating materials are formulated. The physical, mechanical, and operational properties of polyurethane coatings—such as high adhesion to metal surfaces, low water and gas permeability, chemical resistance, and elasticity—are considered. A classification of polyurethane coatings based on their component composition and curing mechanisms is presented, and the features of protective film formation are analyzed. It is shown that modification of polyurethane systems with functional additives and inorganic fillers makes it possible to significantly enhance their anticorrosion efficiency and durability. The obtained results confirm the prospects of using polyurethane coatings to improve the reliability and service life of metal structures in the construction, transportation, and petrochemical industries.

Keywords: metal corrosion, polyurethane coatings, anticorrosion protection, coating materials, operational stability.

Annotatsiya. Mazkur ishda poliuretan qoplamalar turli iqlimiy va ishlab chiqarish sharoitlarida ekspluatatsiya qilinadigan metall konstruksiyalarni korroziyadan himoya qilishning samarali vositasi sifatida ko‘rib chiqilgan. Metallning namlik, kislorod va agressiv kimyoviy muhitlar bilan elektroximik o‘zaro ta’siri kabi korroziya jarayonlarining asosiy mexanizmlari tahlil qilingan, shuningdek himoya lak-bo‘yoq materiallariga qo‘yiladigan asosiy talablar shakllantirilgan. Poliuretan qoplamalarning fizik-mexanik va ekspluatatsion xususiyatlari, jumladan metall yuzalarga yuqori adgeziya, past suv va gaz o‘tkazuvchanligi, kimyoviy chidamliligi hamda elastikligi ko‘rib chiqilgan. Poliuretan qoplamalarning komponent tarkibi va qotish mexanizmiga ko‘ra klassifikatsiyasi berilgan, shuningdek himoya plyonkasining hosil bo‘lish xususiyatlari tahlil qilingan. Poliuretan tizimlarini funksional qo‘shimchalar va noorganik to‘ldiruvchilar bilan modifikatsiya qilish ularning antikorrozion samaradorligi va uzoq muddat xizmat qilish xususiyatlarini sezilarli darajada oshirishi ko‘rsatilgan. Olingan natijalar qurilish, transport va neft-kimyo sohalarida metall konstruksiyalarning ishonchliligi hamda xizmat muddatini oshirishda poliuretan qoplamalardan foydalanish istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: metallar korroziyasi, poliuretan qoplamalar, antikorrozion himoya, lak-bo‘yoq materiallari, ekspluatatsion barqarorlik.

ВВЕДЕНИЕ.

Коррозия металлов является одной из наиболее актуальных проблем современной промышленности и строительства, поскольку приводит к снижению прочности, надёжности и эксплуатационной долговечности металлических конструкций, а также вызывает значительные экономические потери. Воздействие влаги, кислорода, агрессивных химических соединений

ISSN 3030-3907

и атмосферных факторов способствует развитию коррозионных процессов, что обусловливает необходимость разработки эффективных методов антикоррозионной защиты.

Одним из наиболее распространённых способов защиты металлов от коррозии является применение защитных лакокрасочных покрытий, формирующих барьерный слой между металлической поверхностью и окружающей средой. Эффективность таких покрытий определяется их адгезионной прочностью, низкой проницаемостью и способностью сохранять целостность защитной плёнки в условиях механических и температурных нагрузок.

Среди полимерных материалов особое место занимают полиуретановые покрытия, характеризующиеся высокой адгезией, химической стойкостью, эластичностью и износостойкостью. Благодаря возможности регулирования их свойств за счёт изменения состава и условий отверждения полиуретановые системы являются перспективным средством антикоррозионной защиты металлических конструкций в различных условиях эксплуатации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

В качестве анализируемых материалов рассматривались различные типы полиуретановых покрытий, включая однокомпонентные и двухкомпонентные, влагоотверждаемые, термореактивные, а также модифицированные составы, используемые для защиты металлических и бетонных поверхностей в атмосферных и агрессивных средах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Проведённый анализ показал, что развитие коррозионных процессов на металлических поверхностях обусловлено комплексным воздействием факторов окружающей среды, включающих влагу, кислород, агрессивные газы и соли. Совместное действие этих факторов приводит к интенсификации электрохимических процессов, вызывающих равномерную и локализованную коррозию металлов. Основные факторы, оказывающие влияние на скорость и характер коррозионного разрушения металлических конструкций, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные факторы, влияющие на коррозию металлических конструкций

Фактор воздействия	Характер влияния	Последствия
Влага и осадки	Электрохимическая активация	Ускорение коррозии

ISSN 3030-3907

Кислород	Окисление металла	Образование оксидов
Агрессивные газы	Химическое воздействие	Локальная коррозия
Солевые растворы	Повышение проводимости	Интенсивная коррозия
Температурные колебания	Механические напряжения	Микротрещины

Для предотвращения коррозионного разрушения широко применяются защитные лакокрасочные покрытия, основная функция которых заключается в формировании барьерного слоя между металлической поверхностью и агрессивной средой. Эффективность таких покрытий определяется совокупностью эксплуатационных характеристик, среди которых ключевое значение имеют адгезия, водо- и газопроницаемость, химическая стойкость и эластичность. Основные требования к антикоррозионным покрытиям представлены в таблице 2.

Таблица 2.

Основные требования к антикоррозионным покрытиям

Показатель	**Характеристика**
Адгезия к металлу	Высокая
Водопроницаемость	Минимальная
Газопроницаемость	Низкая
Химическая стойкость	Высокая
Эластичность	Достаточная

Среди полимерных антикоррозионных материалов особое место занимают полиуретановые покрытия, что обусловлено особенностями их химического строения и механизмом формирования защитного слоя. В процессе отверждения полиуретановых систем происходит образование уретановых связей в результате реакции взаимодействия изоцианатных и гидроксильных групп:

$$R{-}NCO + R'{-}OH \rightarrow R{-}NHCOO{-}R'$$

Формирование пространственно сшитой полиуретановой матрицы обеспечивает высокую механическую прочность покрытия и низкую проницаемость по отношению к влаге и агрессивным газам, что существенно замедляет протекание электрохимических коррозионных процессов на границе раздела «металл–покрытие».

Дополнительно в процессе отверждения возможна реакция изоцианатных групп с влагой воздуха, сопровождающаяся образованием мочевинных фрагментов:

ISSN 3030-3907

$$R{-}NCO + H2O \rightarrow R{-}NHCONH{-}R + CO2\uparrow$$

Наличие уретановых и мочевинных связей способствует повышению плотности и адгезионной прочности покрытия, что снижает вероятность развития подпокрытийной коррозии даже при наличии микродефектов защитного слоя.

Анализ физико-механических свойств полиуретановых антикоррозионных покрытий показал, что они характеризуются высокой адгезией к металлическим поверхностям, устойчивостью к истиранию и сохранением эластичности при температурных колебаниях. Основные эксплуатационные характеристики полиуретановых покрытий представлены в таблице 3.

Таблица 3.

Физико-механические свойства полиуретановых покрытий

Свойство	**Характеристика**
Адгезия	Высокая
Износостойкость	Повышенная
Эластичность	Высокая
Твердость	Средняя–высокая
УФ-стойкость	Хорошая

Установлено, что эксплуатационная эффективность полиуретановых покрытий во многом определяется их компонентным составом и механизмом отверждения. В зависимости от условий эксплуатации применяются однокомпонентные и двухкомпонентные системы, а также покрытия с различными механизмами формирования защитной плёнки. Классификация полиуретановых покрытий по механизму отверждения приведена в таблице 4.

Таблица 4.

Классификация полиуретановых покрытий по механизму отверждения

Тип покрытия	**Механизм отверждения**	**Область применения**
Однокомпонентные	Реакция с влагой	Атмосферные условия
Двухкомпонентные	Химическая реакция	Агрессивные среды
Термоотверждаемые	Высокая температура	Промышленность
УФ-отверждаемые	УФ-излучение	Быстрое формирование

Практическая значимость полиуретановых антикоррозионных покрытий подтверждается широким спектром их применения в различных отраслях промышленности. Высокая устойчивость к влаге, химическим агентам и механическим воздействиям позволяет эффективно использовать

ISSN 3030-3907

данные покрытия для защиты металлических конструкций в сложных эксплуатационных условиях. Основные области применения полиуретановых покрытий представлены в таблице 5.

Таблица 5.

Области применения полиуретановых антикоррозионных покрытий

Отрасль	**Объекты защиты**	**Условия эксплуатации**
Строительство	Металлоконструкции	Атмосферные воздействия
Нефтегазовая	Трубопроводы, резервуары	Агрессивные среды
Транспорт	Металлические элементы	Вибрации и влага
Машиностроение	Оборудование	Механические нагрузки
Энергетика	Опоры и корпуса	Перепады температур

Таким образом, результаты анализа подтверждают, что полиуретановые антикоррозионные покрытия благодаря особенностям химической структуры и механизму формирования защитного слоя обеспечивают эффективную защиту металлических конструкций от коррозионного разрушения и обладают высокой эксплуатационной надёжностью.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведённого анализа установлено, что полиуретановые антикоррозионные покрытия являются эффективным средством защиты металлических конструкций от коррозионного разрушения в условиях атмосферных и агрессивных сред. Высокая адгезия, низкая водо- и газопроницаемость, химическая стойкость и эластичность полиуретановых систем обеспечивают формирование надёжного защитного слоя и существенное замедление коррозионных процессов.

Показано, что эксплуатационные свойства полиуретановых покрытий определяются их компонентным составом и механизмом отверждения, а возможность модификации состава позволяет повысить антикоррозионную стойкость и стабильность покрытий. Таким образом, полиуретановые покрытия представляют собой перспективный материал для применения в различных отраслях промышленности и строительства.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розенфельд И.Л., Рубинштейн Ф.И., Жигалова К.А. Защита металлов от коррозии лакокрасочными покрытиями. — М.: Химия, 1987. — 224 с.
2. Дмитриев И.Ю., Молочников Д.Е. Коррозионные процессы металлов // Научно-технический и производственный журнал. — 2022. — № 3. — С. 45–52.
3. Мазурин В.Л. Полиуретан как строительный материал XXI века // Научно-технические ведомости СПбГПУ. — 2013. — № 2(171). — С. 165–170.
4. Зуев Ю.С., Дегтева Т.Г. Стабильность эластомеров и условия эксплуатации. — М.: Химия, 1986. — 262 с.
5. Райт П., Камминг А. Полиуретановые эластомеры. — М.: Химия, 1973. — 304 с.
6. Кияненко Е.А., Зенитова Л.А. Физико-механические свойства полиуретановых покрытий, наполненных твердыми неорганическими отходами // Вестник Казанского технологического университета. — 2012. — Т. 15, № 4. — С. 92–96.
7. Чухланов В.Ю., Ионова М.А. Полиуретановое покрытие, модифицированное алкоксисиланом, с повышенными эксплуатационными свойствами // Материалы и конструкции. — 2012. — № 4. — С. 60–61.
8. Яковлев С.Н. Проектирование и основы технологии деталей станков из полиуретана — СПб.: Реноме, 2013. — 176 с.
9. Вечоррек В. Полиуретановые покрытия: новые разработки и области применения // Журнал эластомеров и пластмасс. — 1986. — Том 18. — С. 203–214.
10. Чжан Х. Синтез и характеристика полиуретановых эластомеров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2008. — Том 40. — С. 161–177.
11. Датта Дж. Синтез и исследование гликолизатов и полученных полиуретановых эластомеров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2010. — Том 42. — С. 117–127.
12. Рек В. Термическая деградация полиуретановых эластомеров: определение кинетических параметров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2003. — Том 35. — С. 311–323.
13. Рек В. Оценка кинетических параметров термической деградации полиуретановых эластомеров // Журнал эластомеров и пластмасс. — 2006. — Том 38. — С. 105–118.
14. Козлов Н.А. Физика полимеров. — Владимир: ВЛГУ, 2001. — 344 с.

ISSN 3030-3907

15. Россина Н.Г., Попов Н.А., Жилякова М.А. Коррозия и защита металлов. Методы исследования коррозионных процессов. — Екатеринбург: УрФУ, 2019. — 108 с.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА И АНАЛИЗ МЕТРОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКИМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯМ ДЛЯ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ТРАЕКТОРИИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ И НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННЫХ СКВАЖИН

Амиров С.Ф.
DsC, профессор кафедры "Электроснабжение" Ташкентский государственный транспортный университет;
E-mail: Sulton.amirov@bk.ru;
Атауллаев А.О.
PhD, доцент кафедры "Электроэнергетики" Навоийский государственный горно-технологический университет;
E-mail: amin8181@list.ru;
Мухаммадов Б.К.
Ассистент кафедры "Электроэнергетики" Навоийский государственный горно-технологический университет.
E-mail: muxammadovbobur1995@gmail.com.

Annotatsiya. Maqolada quduqlarni vertikal va qiya yo‘nalishda burg‘ilash jarayonida qo‘llaniladigan inklinometrik o‘zgartirgichlarga qo‘yiladigan metrologik talablar ko‘rib chiqilgan. Quduq stvolining fazoviy holatini aniqlash aniqligini oshirish zamonaviy burg‘ilash ishlab chiqarishining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi, chunki inklinometrik o‘lchovlarning ishonchliligiga burg‘ilash ishlarining xavfsizligi, iqtisodiy samaradorligi va texnologik natijadorligi bevosita bog‘liq. Zenit va azimut burchaklarini, shuningdek, asbobning fazoviy orientatsiyasini o‘lchash aniqligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar yuqori harorat, bosim, tebranish va zarba yuklamalari sharoitida tahlil qilingan. O‘lchash xatoligi, o‘lchanadigan burchaklar diapazoni, ajratuvchanlik darajasi, natijalarning takrorlanuvchanligi, haroratga barqarorlik hamda uzoq muddatli ishonchlilik kabi talablarga alohida e’tibor qaratilgan. Vertikal va qiya yo‘nalishda burg‘ilash tizimlarining metrologik ta’minoti xususiyatlari, jumladan, kalibrlash, tekshirish hamda sistematik va tasodifiy xatoliklarni kompensatsiya qilish masalalari ko‘rib chiqilgan. Murakkab geologik-texnik sharoitlarda o‘lchash aniqligi va barqarorligini oshirish uchun ko‘p o‘qli sezgir elementlardan foydalanish, signalni raqamli qayta ishlash va filtratsiya algoritmlarini qo‘llash zarurligi asoslab berilgan. Metrologik talablarni shakllantirishda burg‘ilash trayektoriyasining o‘ziga xosligi, quduq stvolining ruxsat etilgan og‘ishlari hamda inklinometrik o‘zgartirgichlarni burg‘ilash jarayonini avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga integratsiya qilish talablari hisobga olinishi lozimligi ko‘rsatib o‘tilgan. O‘zgartirgichlarning metrologik ko‘rsatkichlarini yaxshilash

ISSN 3030-3907

zamonaviy quduq qurish texnologiyalarini rivojlantirishning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, xavflarni kamaytirish, trayektoriyani optimallashtirish hamda geologik-qidiruv va ekspluatatsiya ishlarining sifatini oshirishni ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: Metrologik talablar, inklinometrik o‘zgartirgich, vertikal burg‘ilash, qiya yo‘naltirilgan burg‘ilash, zenit burchagini o‘lchash, azimut burchagini o‘lchash, o‘lchash xatoligi, asosiy va qo‘shimcha xatolik, kalibrlash, metrologik attestatsiya, sezgirlik, ajratuvchanlik qobiliyati, xarakteristikalarning barqarorligi, harorat xatoligi, tebranishga chidamlilik, nol siljishi (drift), magnitometrik datchiklar, giroskopik datchiklar, akselerometrik tizimlar, birlamchi o‘zgartirgich, ikkilamchi o‘zgartirgich, signalni qayta ishlash tizimi, o‘lchash aniqligi, ishonchlilik, o‘lchash vositalarini tekshirish.

Аннотация. В статье рассматриваются метрологические требования к инклинометрическим преобразователям, применяемым при вертикальном и наклонно-направленном бурении скважин. Повышение точности определения пространственного положения ствола скважины является одной из ключевых задач современного бурового производства, поскольку от достоверности инклинометрических измерений зависят безопасность, экономическая эффективность и технологическая результативность буровых работ. Проанализированы основные факторы, влияющие на точность измерения зенитного и азимутального углов, а также пространственной ориентации инструмента в условиях высоких температур, давлений, вибраций и ударных нагрузок. Особое внимание уделено требованиям к погрешности измерений, диапазону измеряемых углов, разрешающей способности, повторяемости результатов, температурной стабильности и долговременной надежности инклинометрических преобразователей. Рассмотрены особенности метрологического обеспечения систем вертикального и наклонно-направленного бурения, включая вопросы калибровки, поверки и компенсации систематических и случайных погрешностей. Обоснована необходимость применения много осевых чувствительных элементов, цифровой обработки сигналов и алгоритмов фильтрации для повышения точности и устойчивости измерений в сложных геолого-технических условиях. Показано, что формирование метрологических требований должно учитывать специфику траектории бурения, требования к допустимым отклонениям ствола скважины и интеграцию инклинометрических преобразователей в автоматизированные системы управления процессом бурения. Повышение метрологических характеристик преобразователей является важным направлением развития

ISSN 3030-3907

современных технологий строительства скважин и обеспечивает снижение рисков, оптимизацию траектории и повышение качества геологоразведочных и эксплуатационных работ.

Ключевые слова: Метрологические требования, инклинометрический преобразователь, вертикальное бурение, наклонно-направленное бурение, измерение зенитного угла, азимутальное измерение, погрешность измерений, основная и дополнительная погрешность, калибровка, метрологическая аттестация, чувствительность, разрешающая способность, стабильность характеристик, температурная погрешность, вибрационная устойчивость, дрейф нуля, магнитометрические датчики, гироскопические датчики, акселерометрические системы, первичный преобразователь, вторичный преобразователь, система обработки сигналов, точность измерений, надежность, поверка средств измерений.

Abstract. The article examines the metrological requirements for inclinometric transducers used in vertical and directional (inclined) well drilling. Improving the accuracy of determining the spatial position of the wellbore is one of the key tasks of modern drilling operations, since the safety, economic efficiency, and technological effectiveness of drilling activities depend on the reliability of inclinometric measurements. The main factors affecting the accuracy of measuring zenith and azimuth angles, as well as the spatial orientation of the instrument under conditions of high temperature, pressure, vibration, and shock loads, are analyzed. Special attention is paid to requirements such as measurement error, range of measured angles, resolution, repeatability of results, temperature stability, and long-term reliability of inclinometric transducers. The features of metrological support for vertical and directional drilling systems are considered, including issues of calibration, verification, and compensation of systematic and random errors. The necessity of using multi-axis sensitive elements, digital signal processing, and filtering algorithms to improve measurement accuracy and stability under complex geological and technical conditions is substantiated. It is shown that the formation of metrological requirements should take into account the specifics of the drilling trajectory, the permissible deviations of the wellbore, and the integration of inclinometric transducers into automated drilling control systems. Improving the metrological characteristics of transducers is an important direction in the development of modern well construction technologies and ensures risk reduction, trajectory optimization, and improved quality of geological exploration and production operations.

Keywords: Metrological requirements, inclinometric transducer, vertical drilling, directional (inclined) drilling, zenith angle measurement, azimuth measurement,

ISSN 3030-3907

measurement error, primary and additional error, calibration, metrological certification, sensitivity, resolution, stability of characteristics, temperature error, vibration resistance, zero drift, magnetometric sensors, gyroscopic sensors, accelerometric systems, primary transducer, secondary transducer, signal processing system, measurement accuracy, reliability, verification of measuring instruments.

ВВЕДЕНИЕ.

Метрологические требования к инклинометрическим преобразователям (инклинометрам) в бурении фокусируются на точности измерений зенитного угла, азимута, устойчивости к вибрациям, температурным факторам и калибровке. Эти устройства используются в системах управления траекторией скважин (MWD/LWD), где ошибки могут привести к отклонениям от проектной траектории, увеличению затрат и рискам аварий. В последние годы исследования подчеркивают необходимость учета динамических факторов, таких как геомагнитные помехи, температура и накопление ошибок, с акцентом на гироскопические и MEMS-системы для повышения надежности.

В условиях интенсификации процессов разведочного и эксплуатационного бурения нефтяных и газовых скважин особую актуальность приобретают вопросы обеспечения высокой точности и надёжности измерений пространственного положения ствола скважины. Вертикальное и наклонно-направленное бурение предъявляют повышенные требования к метрологическим характеристикам инклинометрических преобразователей, используемых в составе автоматизированных систем контроля и управления процессом бурения. Ошибки измерения зенитного и азимутального углов могут приводить к существенным отклонениям траектории скважины от проектной, снижению эффективности бурения, росту материальных затрат и увеличению аварийных рисков.

В данной статье рассматриваются основные метрологические требования, предъявляемые к инклинометрическим преобразователям, применяемым при вертикальном и наклонно-направленном бурении. Проведён анализ влияния условий эксплуатации-высоких температур, вибраций, ударных нагрузок, магнитных и электрических помех на точные характеристики измерительных каналов. Особое внимание уделяется погрешностям преобразования первичных параметров (углов наклона и ориентации) в электрические сигналы, а также вопросам их компенсации и минимизации. В работе систематизированы основные виды метрологических погрешностей инклинометрических преобразователей, включая

ISSN 3030-3907

систематические, случайные и динамические ошибки. Рассмотрены источники нелинейности, температурного дрейфа нуля, перекрёстной чувствительности измерительных осей и нестабильности чувствительности. Показано, что при наклонно-направленном бурении требования к точности измерения зенитного угла существенно возрастают по сравнению с вертикальным бурением, что обусловлено необходимостью строгого соблюдения проектной траектории скважины. Требованиям к разрешающей способности, повторяемости показаний и долговременной стабильности инклинометрических преобразователей. Обоснована необходимость применения методов калибровки, самоконтроля и программной коррекции погрешностей в реальном времени. Рассматриваются современные подходы к метрологическому обеспечению инклинометрических систем, включая использование цифровой обработки сигналов, алгоритмов фильтрации и компенсации возмущающих факторов.

МЕТОДОЛОГИЯ И АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ: Рассмотрены метрологические анализы. Показано, что повышение метрологического уровня инклинометрических преобразователей вляется ключевым фактором повышения эффективности и безопасности буровых работ. Полученные результаты могут быть использованы при разработке и модернизации инклинометрических систем, а также при формировании нормативно-технических требований к средствам измерений, применяемым в бурении скважин различного назначения.

Инклинометры предназначены для измерения углов пространственной ориентации ствола скважины при геофизических исследованиях, а также при проводке скважины по заданной траектории в составе систем управления бурением. В связи о увеличением глубин проводок (свыше 2000м), необходимости уплотнения сетки существующих скважин при кустовом методе бурения, необходимости восстановления “старого” фонда скважин, бурением, наклонно-направленных и горизонталных скважин в пласты толщиной 2.5-5м, а также бурением скважин малого диаметра возростают требования к метрологическим характеристикам инклинометрическим преобразователям (ИП).

Показатели инклинометров улучшают путем применения более надежных, виброустойчивых, высокоточных датчиков, подбора материалов изготовления датчиков, выбора их оптимальных режимов и диапазонов работы, разработки кинематических схем первичных преобразователей инклинометрическим преобразователям, тщательного исследования факторов, обуславливающих инструментальные погрешности

ISSN 3030-3907

инклинометрических преобразователей, уменьшения их влияния, отработки технологии изготовления элементов и узлов инклинометрических преобразователей, разработки высокостабильных схем вторичного преобразования и помехоустойчивой передачи информации, разработки методического и программно алгоритмического обеспечения для этапов создания инклинометрических преобразователей и проведения скважинных измерений [1].

Одним из важнейших этапов создания и метрологической аттестации инклинометрических преобразователей является исследование статических характеристик, проводимое на установках пространственной ориентации. С целью повышения точных показателей инклинометрических преобразователей данные статические характеристики записывают в память скважинного прибора и используют при определении искомых углов Эйлера. В качестве установок пространственной ориентации применяется ряд поворотных столов и установок, задающих требуемую ориентацию инклинометрических преобразователей относительно базовой системы координат. Устройство преобразования и обработки (УПО) различаются по условиям эксплуатации, по числу задаваемых углов, типу кинематической схемы, по конструктивному исполнению и т.д. Погрешности задания углов Эйлера устройство преобразования и обработки значительны и составляют от 4 угл. мин. до 30 угл. мин. В связи с ростом требований к точным показателям инклинометрическим преобразователям (погрешность измерения азимута до 1 град. и погрешности зенитного и визирного углов до 15-20 угл.мин.) точные показатели устройство преобразования и обработки становятся в некоторых случаях соизмеримы с точными показателями разрабатываемых инклинометрических преобразователей. При исследовании на устройство преобразования и обработки высокоточных инклинометрических преобразователей статические характеристика инклинометрических преобразователей искажаются и погрешности инклинометрических преобразователей возрастают.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ: Основными факторами, определяющими погрешности ориентации инклинометрических преобразователей на устройство преобразования и обработки, являются эксцентриситет осей вращения устройство преобразования и обработки, осевые смещения и угловые отклонения осей вращения, эксцентриситет шкал, погрешность исходной ориентации, неуравновешенное крепление инклинометра относительно осей вращения устройство преобразования и обработки.

ISSN 3030-3907

Таким образом, с целью определения пути повышения точных показателей инклинометрических преобразователей нужно провести анализ данных факторов, определить параметры, позволяющие их учитывать и оценить их влияние на точные показатели инклинометрических преобразователей. Для этого необходимо провести обзор известных технических решений и анализ требований, предъявляемых к инклинометрическим преобразователям, анализ точных показателей существующих инклинометрических преобразователей и выявить инклинометрических преобразователей, наиболее удовлетворяющие предъявляемым требованиям со стороны системы управления бурением. Далее необходимо провести критический анализ параметров и кинематических схем существующих установок пространственной ориентации, выявить наиболее перспективную устройство преобразования и обработки. На основе сравнительного анализа выделенных факторов, требований, предъявляемых к инклинометрических преобразователей, и параметров существующих устройство преобразования и обработки, необходимо сформулировать задачи исследований, решение которых позволяет повысить точность инклинометрических преобразователей.

Инклинометрические приборы и системы предназначены для измерения и контроля угловых параметров ориентации объектов относительно базовой системы координат, связанной с Землей. При геофизических исследованиях инклинометрические устройства используются для измерения параметров ориентации ствола бурящийся скважины, ее части или полной траектории при управлении проводкой скважины по задания траектории, а также контроля параметров ориентации скважинного снаряда в составе системы управления процессом бурения.

Технология геофизических измерений включает такие этапы как разовые замеры, проведение инклинометрических измерений в процессе бурения и окончательный каротаж [8]. Разовые замеры и окончательный каротаж производится геофизическими бригадами и, кроме измерения инклинометрических параметров, включают в себя контроль целого комплекса геофизических параметров. Инклинометрические измерения в процессе бурения проводятся силами буровой бригады и подразумевают работу инклинометрического снаряда в составе автоматизированной системы управления процессом бурения. Полученная и обработанная информация используется для контроля и управления проводкой скважины по заданной траектории. Структура автоматизированной системы

ISSN 3030-3907

управления технологическим процессом бурения (АСУТП - бурения) представлена на рис. 1

Контроль параметров ориентации скважины в процессе бурения осуществляется системой оперативного контроля, так называемой MWD-системой. Измеренные данные передаются в наземный компьютеризированный пульт, где происходит обработка результатов измерений. На основе полученных данных, производят расчет текущего положения бурового инструмента и сравнение с проектными значениями траектории скважины. Далее проводится расчет корректирующих значений азимута, зенитного и визирного углов. Затем рассчитываются значения параметров управляющего воздействия с учетом влияющих факторов (глубины, окружающих пород). Результаты расчетов передаются буровой бригаде, которая управляет исполнительным устройством. Далее результаты искривления скважины при проходке контролируются инклинометрической системой.

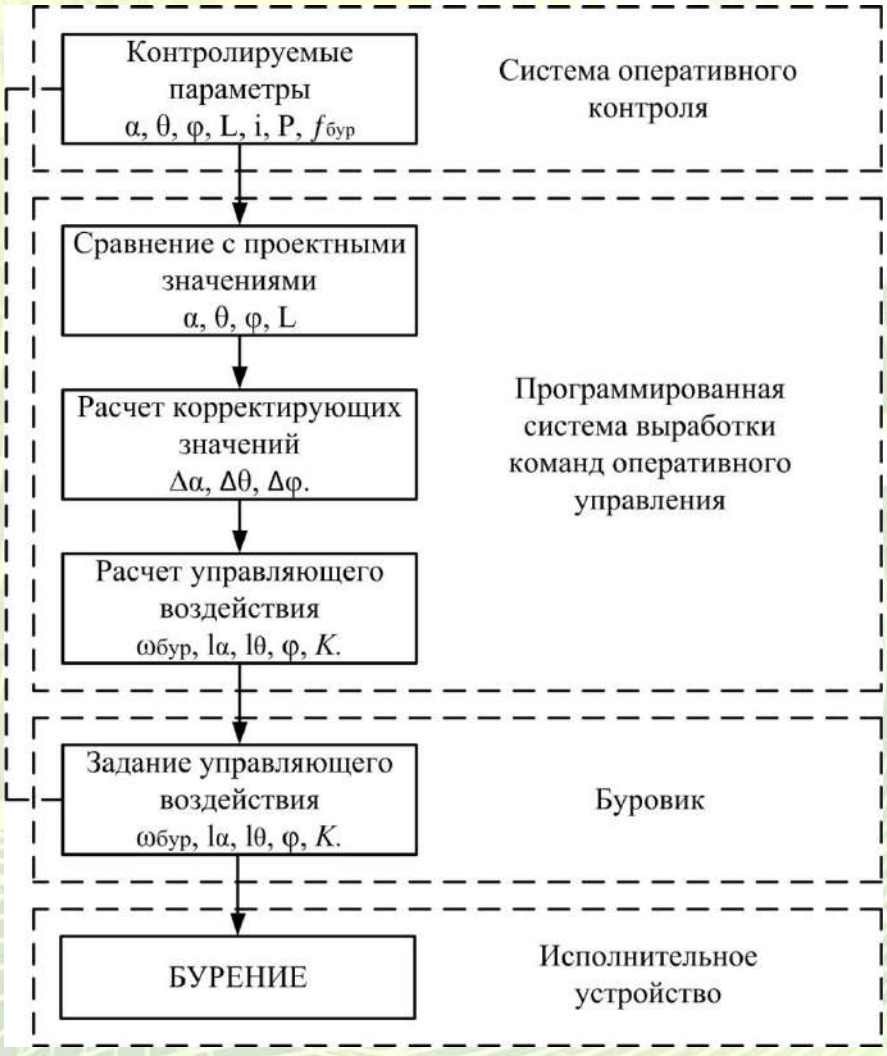


Рис. 1. Упрощения функциональная структура АСУТП-бурения

ISSN 3030-3907

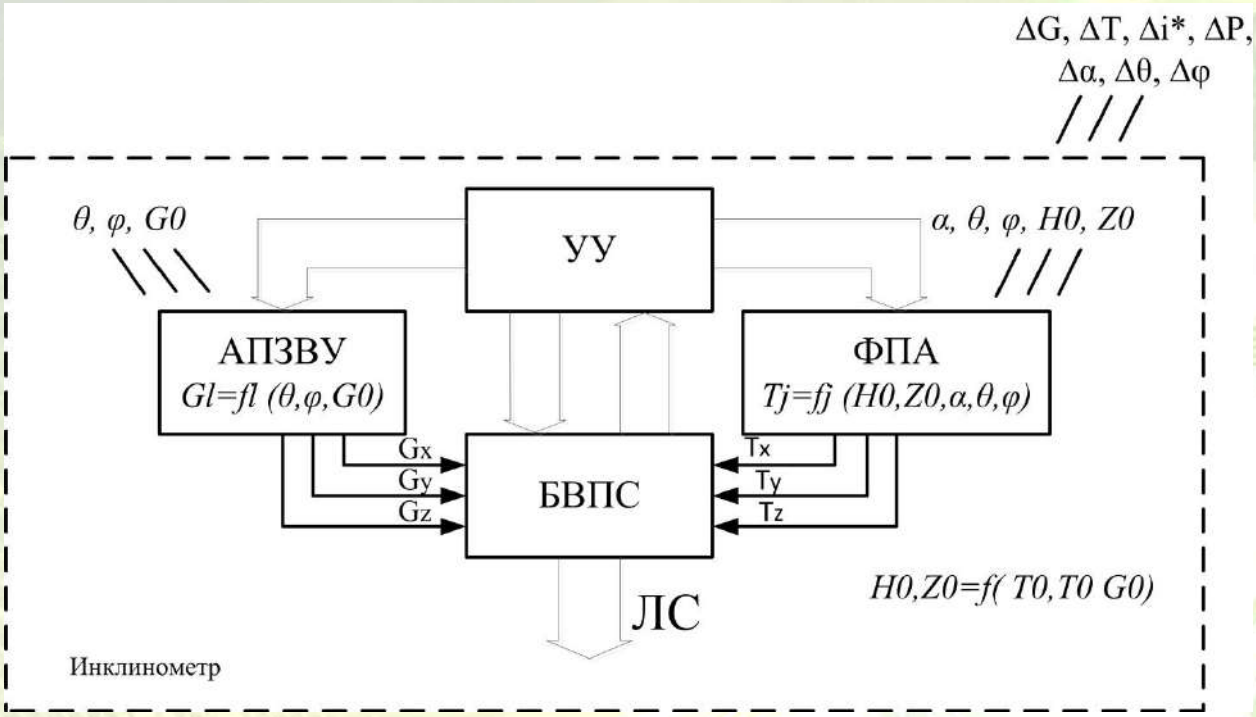


Рис. 2. Блок-схема инклинометра на основе трехкомпонентных ФПА и АПЗВУ

Полноценно функционировать в составе автоматизированных систем управления бурением. Сложность решаемых задач характеризуется тем, что в настоящее время, “несмотря на существенные успехи, создание автоматизированных систем управления техпроцессом бурения находится на стадиях исследований, доводки и совершенствования”.

Среды инклинометрических преобразователей контроля пространственной ориентацией скважины после бурения перспективными являются непрерывные инклинометрические преобразователи, производящие измерения на кабеле без остановок, а также дискретные модули инклинометров в составе агрегатированных комплексов и автономные инклинометрических преобразователей сбрасываемого типа или транспортируемые на кабеле.

Инклинометрическое устройство в общем случае состоит из скважинной части (инклинометра), наземной части и канала связи. Скважинная часть (рис.2) состоит из блока первичных преобразователей (преобразователя азимута и преобразователя зенитного и визирного углов), устройства управления и формирования образцовых сигналов (УУ) и блока вторичного преобразования сигналов (БВПС). Скважинная часть предназначена для измерения комплекса угловых параметров пространственной ориентации в заданной точке ствола скважины; наземная часть для регистрации, обработки данных и представления их в требуемой форме; канал связи - для обеспечения помехозащищенной передачи

ISSN 3030-3907

информации между скважинной частью и наземной частью инклинометрического устройства [4]. Характеристики и показатели инклинометрического прибора во многом определяются параметрами первичных преобразователей инклинометров.

Комплекс требований, предъявляемых к инклинометрическим преобразователям, различен и определяется влиянием ряда факторов: режимом работы инклинометра, типом скважины, параметрами бурения, требуемой погрешностью попадания в круг допуска. Требования к инклинометрических преобразователей устанавливаются, учитывая комплекс параметров конкретной скважины: типа скважины, траектории ее проведения, среды бурения, глубины, требований к кругу допуска. В требования, предъявляемые к параметрам инклинометрических преобразователей, определяются в основном из требований, предъявляемых к скважинной части инклинометра.

Требования к метрологическим показателям инклинометрических преобразователей, а также частные требования к конструкции скважинного прибора определяются типом скважины (вертикальная, наклонно-направленная, горизонтальная), глубиной залегания продуктивного пласта, необходимой точностью проводки скважины по заданной траектории, точностью попадания забоя скважины в требуемую область продуктивной зоны.

Требования к конструкции инклинометрических преобразователей определяются в основном определяются условиями эксплуатации. В зависимости от технологических условий исследования скважин инклинометрических преобразователей подразделяются на модули - инклинометры в составе забойных систем; комплексы исследования геофизических параметров; приборы контроля искомых углов азимута (α) и зенитного (θ) углов пробуренных скважин, а также участков бурящейся скважины после подъема колонны буровых труб для смены долота и контроля ориентации скважины в процессе подъема колонны буровых труб [5].

Классификация требований, предъявляемых к инклинометрических преобразователей, представлена на рис.3 В общем случае требования к инклинометрических преобразователей можно разделить на три группы: требования к метрологическим конструкции, эксплуатационные требования. Метрологические требования в свою очередь, подразделяются: на требования, регламентирующие число и тип измеряемых параметров (азимут и зенитный углы; азимут, зенитный и визирный углы); на требования к

ISSN 3030-3907

значениям диапазонов измерения каждого параметра, которые определяются типом и траекторией скважины (вертикальная, наклонно-направленная и горизонтальная): на требования к погрешности определения данных угловых параметров в заданных диапазонах (основная погрешность азимута ±1°, ±2°, ±4°, ±6°, по зенитному углу ±10 угл. мин, ±15 угл. мин, ±30 угл. мин.)

Требования к конструкции различают по исполнению (автономный, дистанционный), по принципу действия (магнитный, немагнитный); по способу фиксации информации (механический, электромеханический, фотометрический, оптоэлектронный); по способу регистрации информации (одноточечные, многоточечные, непрерывные); по габаритным размерам: перечень наружных диаметров кожухов (25мм, 30мм, 36мм, 42мм 48мм, 60мм, 73мм, 89мм, 100мм, 110мм, 120мм), по длине инклинометрических преобразователей, параметр которого имеет немаловажное значение для горизонтальных скважин. Эксплуатационные требования характеризуют требования к инклинометрических преобразователей, предъявляемые при работе, при хранении, при транспортировании и общие. В процессе работы наибольшее внимание уделяется следующим параметрам: времени непрерывной работы, ударным воздействиям, вибрационным возмущениям, рабочей температуре, давлению, условиям среды. Время непрерывной работы должно быть не менее 8 ч. Значение максимальной рабочей температуры и рабочее давление зависят от глубины залегания пласта, и предельное значение температуры выбирается из ряда 50º, 80º, 100º, 120º, 150º, 180º, 200º, 250º С, максимальное давление выбирается из значений 10, 20, 30, 40, 60, 80, 120, 150 МПа. Скважинная часть инклинометра должна сохранять свои параметры после воздействия вибрации в течение 0.5 ч с частотой от 10 до 70 Гц и ускорением до 35 м/с2, а также после воздействия 2000 ударов с максимальным ускорением до 150 м/с2, длительностью импульсов от 6 до 12 мс и частотой от 10 до 50 ударов в минуту.

В аспекте обеспечения точных показателей проводимых измерений наиболее значимыми являются требования к способам регистрации информации: одноточечные, многоточечные, непрерывные, к диапазонам измеряемых параметров, к погрешностям измерения параметров азимута, зенитного угла и визирного угла.

ISSN 3030-3907

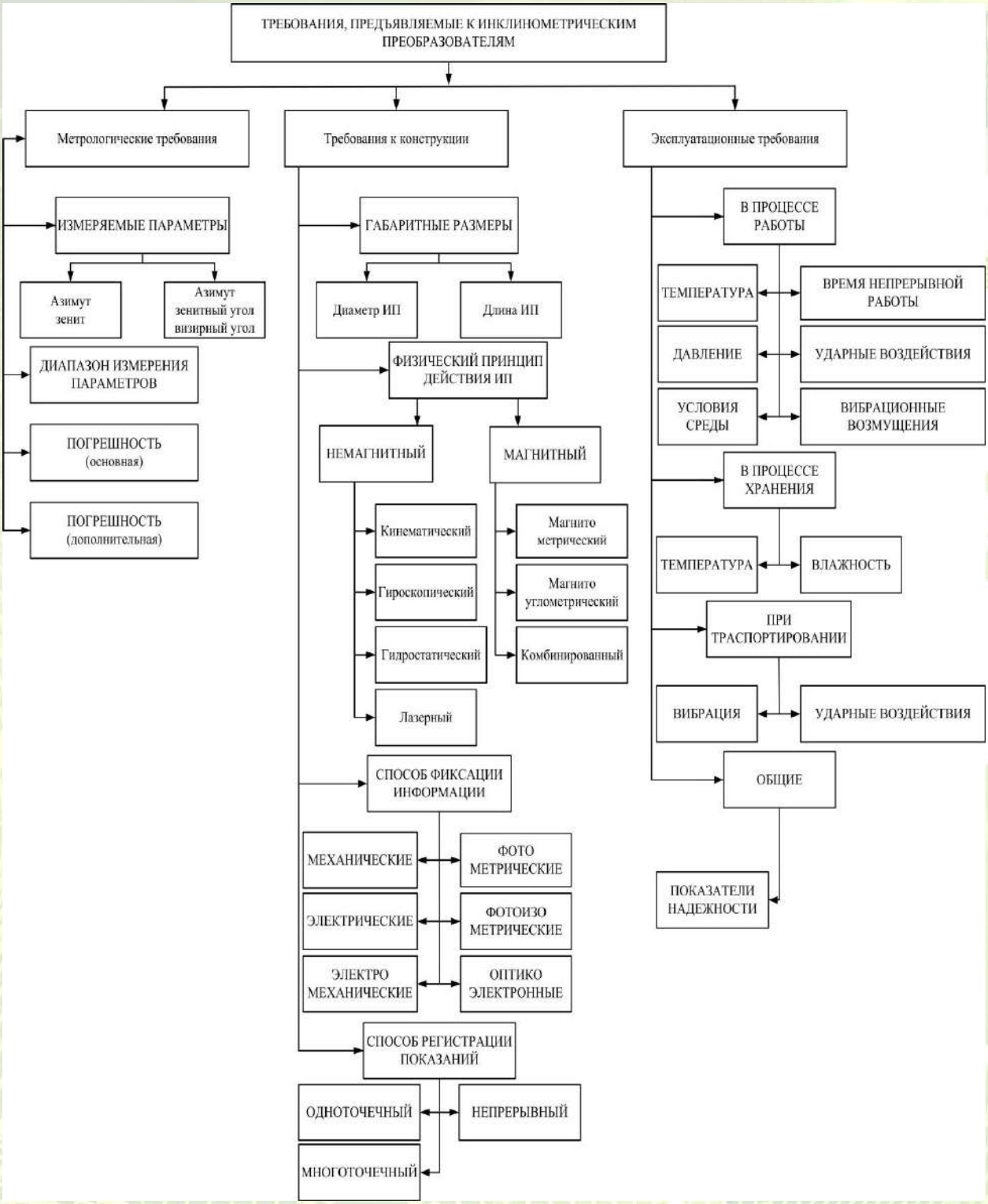


Рис. 3. Структурная схема

В развитии кинематических схем инклинометрических преобразователей прослеживается тенденция упрощения конструкций первичных преобразователей инклинометра с одновременным повышением надежности, виброустойчивости, улучшением точных показателей и усложнением преобразования сигналов и их обработкой [6]. В настоящий момент наиболее перспективными первичными преобразователями

ISSN 3030-3907

инклинометров являются акселерометрические, феррозондовые и гироскопические датчики на основе трехкомпонентной кинематической схемы с жесткой ортогональной ориентацией элементов. Стремительное развитие вычислительных систем делает применение таких преобразователей эффективным, позволяя путем алгоритмической обработки результатов измерений и коррекции характеристик инклинометрических преобразователей повысит точные показатели проводимых измерений. Данное направление является наиболее перспективным как в отечественных, так и зарубежных разработках.

Рост требований к скважинной части инклинометра происходит в первую очередь по точности, надежности, виброустойчивости, что определяется использованием их в составе систем управления бурением. Анализ параметров инклинометрических устройств показывает, что лучшими точными показателями обладают современные инклинометрических преобразователей на основе феррозондов и акселерометров. Показатели лучших образцов инклинометрических преобразователей в пределах: погрешность, азимута $\alpha \leq 1{,}5 - 2{,}0$ град, погрешность зенитного угла $\theta \leq 15 - 25$ угл. мин, погрешность визирного угла $\varphi \leq 15 - 20$ угл. мин.

Однако, в связи с достаточно низкими точными показателями современных устройство преобразования и обработки (погрешность задания угла 4-30 угл. мин.) возрастает доля инструментальных погрешностей инклинометрических преобразователей, вносимая при экспериментальных исследованиях. Для решения задачи создания инклинометрических преобразователей с повышенными точными показателями актуальным является современные устройство преобразования и обработки и анализ основных факторов, обуславливающих инструментальные погрешности инклинометрических преобразователей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, метрологические требования к инклинометрическим преобразователям при вертикальном и наклонно-направленном бурении формируются с учётом высокой ответственности измерений, жёстких условий эксплуатации и необходимости интеграции в автоматизированные системы управления. Повышение точности, стабильности и надёжности данных преобразователей является одним из ключевых направлений развития современных буровых технологий и играет важную роль в повышении эффективности и безопасности буровых работ.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Аксельрод С.М.* (2005) Исследование профиля потока в горизонтальных скважин (по материалам американской печати) // Каротажник, Тверь: - № 5-6. -с. 301-305
2. *Amirov, S., Ataullayev, A.,* (2024) E3S Web of Conferences, 525, 03010
3. Amirov, S.F. Ataullayev, N.O. Ataullayev, A.O. Muxammadov B.Q. Majidov, A.U., (2023) E3S Web of Conferences, 414, 03011
4. *Алексеев В.В., Асиновский Э.Н.* (2005) Синусный косинусный вращающий трансформатор. Пат. №1131429 SU. / - Опубл. В Б.И. № 5
5. *Балденко Д.Ф., Балденко Ф. Д., Гноевых А.Н.* (1999) Винтовые забойные двигатели (Справочные пособие). -М.: Недра,- 375 с.
6. *Доросинский, А.Ю.* (2012) Алгоритмы и методики определения погрешности средств, имитирующих электрические сигналы синусно-косинусных вращающихся трансформаторов / Доросинский А.Ю.// XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего: науч. период, изд. - Пенза. гос. технол. акад., - № 6. - С. 42-46.
7. *Миловзоров Г.В.* (1985) Преобразователь зенитных и визирных углов. А.с. 1150353 SU. МКИ 4 Е 21 В 47/02. / Опубл. БИ №14.
8. *Миловзоров Г.В.* (1997) Анализ инструментальных погрешностей инклинометрических устройств. – Уфа, изд. “Гилем”,– 184.
9. *Сафронов В.А.* (2014) Теория и практика применения датчиков угла на основе синусно-косинусных вращающихся трансформаторов. Журнал «Компоненты и технологии», Москва, №4. – С.58-62.
11. *Шарапов В.М.,* Полищук Е.С., Кошевой Н.Д., Ишанин Г.Г., Минаев И.Г., Совлуков А.С. (2012) Датчики: Справочное пособие / - Москва: Техносфера, - 624 с.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON ANTROPOLOGLARI TOMONIDAN AMALGA OSHIRILGAN GENETIK TADQIQOTLAR TARIXI

Sulaymanov Amaliddin Nurboevich
Guliston davlat universiteti, “tarix” kafedrasi dotsenti., tarix fanlari nomzodi

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekistonda antropologlari tomonidan amalga oshirilgan ilmiy-tadqiqot ishlar, mintaqa xalqlarini o‘rganilishida genetik tadqiqotlar va uning ahamiyati haqida so‘z boradi.

Kalit so‘zlar: O‘zbekiston, Markaziy Osiyo, antropologiya, genetika, kraniologiya, etnografiya, ekspeditsiya, tadqiqotlar.

Аннотация. В статье рассматриваются научные и генетические исследования, проводивших антропологами Узбекистана и их значение в изучении истории народов региона.

Ключевые слова: Узбекистан, Центральная Азия, антропология, генетика, краниология, этнография, экспедиция, исследование.

Abstract. The article examines scientific and genetic research conducted by anthropologists of Uzbekistan and its importance in studying the history of the peoples of the region.

Key words: Uzbekistan, Central Asia, anthropology, genetics, craniology, ethnography, expedition, research.

KIRISH.

Jahon tsivilizatsiyasi tarixida, dunyoning ko‘plab mintaqalarida bo‘lganidek, zaminimizda ham qadimdan odamzod yashaganligi to‘g‘risida ko‘plab tarixiy ma’lumotlar mavjud. O‘zbekiston arxeologlari tomonidan turli vaqtlarda tarixiy hududlardan topilgan materiallar bunga yaqqol misol bo‘la oladi. Farg‘onaning So‘h vodiysidagi Seleng‘ur va O‘zbekistonning janubidagi Boysuntog‘ tog‘ining Teshiktosh g‘oridan topilgan o‘rta paleolit davriga mansub odamlarning suyak qoldiqlari bunga misol bo‘la oladi [15:18-b]. Chunki Seleng‘ur mintaqadagi eng qadimgi insoniyat tomonidan qoldirilgan maskanlardan biri hisoblanadi. Arxeologik davrlashtirish ma’lumotlariga ko‘ra, bu yodgorlik ilk paleolit davriga oid bo‘lib, taqriban 1100000 – 1500000 yillar oralig‘iga taalluqlidir. Teshiktosh esa 100 – 40 ming yillarga oid hisoblanadi va o‘rta paleolit davrining so‘nggi bosqichiga to‘g‘ri keladi [13:165-b].

Qadimgi va hozirgi zamon aholisi deb talqin qilinayotgan turli irqlar qisman mintaqa hududida tarkib topgan bo‘lsa, qisman boshqa hududlardan ko‘chib kelishgan. Paleoantropologik ma’lumotlar shundan dalolat bermoqdaki, mintaqaning hozirgi zamon irqlari o‘zining qadimiy tarixiga ega. Mintaqa qabila va xalqlarining kelib chiqishi yo‘nalishini tadqiq etishda irqiy tarkibni o‘rganish

ISSN 3030-3907

yo‘li bilan olingan ma’lumotlar ilk manba bo‘lishi mumkin. Ushbu hududning hozirgi aholisi o‘ziga xos murakkab qorishmasi – qabilalar, xalqlar, til va irqlari bilan xarakterlanishi ma’lum. O‘zbekiston antropologlari insoniyatning asosiy irqlarini aniqlash maqsadida antropologiya fanida umume’tirof etilgan va eng mahsuldor hisoblangan geografik va antropologik taqqoslash metodikasidan foydalanishadi.

XX-asrning 20-yillari ikkinchi yarmida chop etilgan ilk maqolalarida antropologlar, turkmanlar [11:134-182-b], o‘zbeklar [6:171-b], qirg‘izlar [7:233-237-b], yahudiylar va arablarning [8:29-b] antropologik o‘ziga xosligiga alohida e’tibor qaratishadi. O‘zlarining antropologik kuzatuvlaridan, shuningdek mintaqa va unga tutash hududlarda ishlagan antropologlarning ma’lumotlaridan foydalangan holda, soha olimlari tayyorlagan ma’lumotlarini 1930-yilda Kiev shahrida bo‘lib o‘tgan zoologlar, anatomlar va gistologlarning IV-butunittifoq s’ezdida irqlar tasnifi jadvallarini [9:312-314-b] taqdim etishadi. Shu bilan bir paytda antropologlar o‘z tasniflarini muntazam rivojlantirib borishib, irqiy tiplarning joylashish hududlarini, ularning tuzilish vaqti va yo‘nalishini aniqlab berishadi [10:90-110-b].

Mintaqa va qo‘shni mamlakatlar hududida asosiy irqiy va morfologik belgilarning geografik taqsimlanishi tahlili va o‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida antropologlar quyidagi (to‘rtta evropeoid, bitta mo‘g‘uliy va aralash – evropeoid-mo‘g‘uliy) irqiy tiplarni ajratishadi.

- O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i yoki Pomir-Farg‘ona irqi;
- Kaspiyorti yoki O‘rta dengiz irqining shaxobchasi;
- Old Osiyo irqi;
- Xuroson irqi;
- Janubiy Sibir irqi;
- Markaziy Osiyo irqi.

Mazkur maqolada O‘zbekiston antropologlari aniqlagan irqlarning asosiy morfologik va irqiy jihatlarini yoritib berishga harakat qilinadi.

Birinchidan, O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i braxitsefal (dumaloq boshli) irqi. O‘zbekiston antropologlari o‘zbeklar va tojiklarni ushbu irq vakillari deb hisoblaydilar. Ularning Amudaryo va Sirdaryo xavzalaridagi tekisliklarda keng tarqalganligi hamda xar ikkala daryo o‘zanlarida va Pomir-Oloy hududlarida joylashganliklariga asoslanib, ular bu irqqa O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi nomini berishadi [10:111-b]. Ularning fikricha bu irqning katta evropeoid irqiga mansubligi tayin. Antropologlar ushbuni shu hududda neolit davrida shakllangan mahalliy irq deb hisoblashadi [10:114-b]. Shunday bo‘lsada, antropologik tadqiqotlar o‘tkazish metodikasining rivojlanishi sohaga oid materiallarni chuqur

ISSN 3030-3907

tahlil qilish imkonini yaratgan [16]. Mamlakatimizda XX-asrning 80-90-yillarida olib borilgan tadqiqotlarning natijalari shuni ko‘rsatadiki, mazkur hududda bu irqning qadimiyligi to‘g‘risidagi nuqtai nazarlar paleoantropologik tadqiqotlarda tasdiqlanmagan [17:100-102-b].

O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqining paydo bo‘lish muammosi, nafaqat O‘zbekiston, balki Markaziy Osiyo antropologiyasining eng muhim masalalaridan biri bo‘lib kelmoqda. Yuqorida aytib o‘tilganidek, XX-asrning 80-90-yillarida yangi manbalarning to‘planishi natijasida, antropologlar tomonidan chuqurroq o‘rganishga imkon berdi. Ushbu irqning shakllanish davri, joyi va yo‘nalishlariga doir barcha ilmiy adabiyotlar ularning diqqat markazida bo‘ladi. Bu masalalarni hal qilishda antropologlar birinchi navbatda, yozma manbalarga, shuningdek qadimgi va o‘rta asrlar mintaqa aholisining tashqi ko‘rinishlari tasviri tushirilgan turli xil ikonografik manbalarga tayanib ish ko‘rishadi. Ma’lumki arxeolog va antropologlar qazib topgan turli tarixiy davrlarga oid odamlarning suyak qoldiqlari tashqi qiyofa to‘g‘risida eng muhim manba bo‘lib xizmat qiladi. Antropologlar o‘zlarining shakllanishi mobaynidagi dastlabki faoliyatlari, bu masala ustida ish olib borayotgan paytda, mintaqa hududidan topilgan qadimgi odamlarning suyak qoldiqlari juda kam bo‘lib, shu sababli katta xronologik va hududiy oq dog‘lar mavjud edi. Bundan tashqari bu muammolarni echish uchun antropologlar mintaqaga taalluqli bo‘lmagan, undan tashqarida qazib olingan paleantropologik materiallarga murojaat qilishlariga to‘g‘ri kelishgan. Albatta O‘zbekistonda sohaning rivojlanib borishi, tadqiqotlarning yangi metodlarini ishlab chiqilishi tadqiqotlarga o‘zining ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi. Vaziyat XX-asrning 40-yillari oxiriga kelib, antropologlar Turkmaniston, Xorazm, Farg‘ona, Toshkent, Samarqand va Buxoro viloyatlari hududidan topilgan yangi muhim materiallarni fanga kiritishganidan so‘ng o‘zgargan. Shunday bo‘lsada bu materiallar mintaqa antropologiyasining muammolarini echimini topishda hali ozchilikni tashkil qilar edi.

O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqining shakllangan joyi to‘g‘risidagi masala antropologlar tomonidan ko‘plab manbalarni o‘rganib chiqish orqali hal qilinishiga erishila boshlanadi va ushbu irqning mahalliy ekanligi isbotlanadi. Shunga qaramay o‘sha vaqtlarda matbuotda ushbu masala bo‘yicha turli fikrlar bildirilgan. Rossiyalik antropolog-olim V.V.Ginzburg va arxeolog Yu.A.Zadneprovskiylar dastlab O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi Volgabo‘yida sarmatlar muhitida shakllangan, keyinchalik milodning I-minginchi yillarida ular sarmat qabilalari bilan birgalikda Ustyurt bo‘ylab Xorazmga, so‘ngra Sirdaryo bo‘ylab janubiy Qozog‘iston, Toshkent vohasi va Farg‘ona vodiysiga kirib borishgan, bir oz keyin

ISSN 3030-3907

bu qabilalar shu irqiy tipni O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘ining markaziy va janubiy viloyatlariga olib kirishgan degan fikrlarini bildirishgan [4:303-304-b].

Keyingi arxeologik tadqiqotlar haqiqatdan ham sarmat qabilalarining janubiy viloyatlarga siljib borishganligi to‘g‘risidagi dalilni tasdiqlagan. Ammo so‘nggi 30 yillik paleoantropologik ma’lumotlar bunday fikrlarni rad etadi [16:31-b]. Binobarin, o‘zaro madaniy va etnogenetik munosabatlarni bir xil deb xisoblash mumkin emasligini yana bir bor aytib o‘tish joiz. Volgabo‘yi – Uralbo‘yi qabilalarining madaniy ta’siri va bu madaniyat tarqalishining yo‘nalishi to‘g‘risida mulohaza yuritish mumkin. Biroq so‘nggi tadqiqotlar, bu ta’sirning etnogenetik va irqiy-genetik ahamiyati haqida so‘z yuritishga xech qanday asos yo‘qligini ko‘rsatadi.

Shunday ilmiy farazlardan biri, Rossiyalik olimlar V.P.Alekseev va I.I.Goxman [1;201-b]lar bildirgan qarshi nuqtai-nazarlari, asosan O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi sharqda shakllandi, so‘ngra g‘arbiy yo‘nalishda xarakatlanib, mintaqa hududida paydo bo‘lganligini ta’kidlashdan iborat bo‘lgan. Sharqiy viloyatlarda O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi vakillariga o‘xshash ayrim odamlarni uchratish mumkin bo‘lsada, biroq bu bilan yuqorida aytib o‘tilgan nuqtai-nazarni isbotlab bo‘lmagan.

O‘zbekiston antropologiyasining bugungi kundagi yutuqlari, antropologlarning O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi mahalliy ekanligini va u dastlab shimoliy viloyatlarda (Toshkent vohasi, Farg‘ona vodiysi), keyinchalik mintaqaning markaziy va janubiy viloyatlarida shakllanganligi haqidagi fikrlarni tasdiqlaydi. Shunday bo‘lsada, O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqining shakllanish davri masalasi dolzarb mavzularni bo‘lib, xozirgacha etarlicha hal etilmagan desak mubolag‘a bo‘lmaydi [14:74-77-b]. Antropologlar daliliy materiallarning etarli emasligiga qaramay, O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi o‘zining qadimiy tarixiga ega va u neolit davrida, ya’ni bundan 6-8 ming yil avval shakllangan degan g‘oyani ilgari surishadi. Shuningdek uning shakllanishida Old Osiyoning turli evropeoid irqlari hamda kelib chiqishi sharqdan bo‘lgan turli mo‘g‘uliy irqlarning aralashuvi katta ahamiyat kasb etganligini tahmin qilishadi. XX-asrning so‘nggi choragi va XXI-asr boshlarida mintaqaning barcha davr va hududlarini qamrab olgan ulkan paleoantropologik, davriy va hududiy materiallar o‘rganib chiqilgan. Ushbu ma’lumotlar antropologlarning O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqining kelib chiqishi jihatidan qadimiyligi to‘g‘risidagi fikrlariga mos kelmaydi. Soha olimlarining bugungi kun nuqtai nazaridan qaraganda, O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi komponentlari bilan ajralib turgan aholi mintaqaning shimoliy viloyatlarida miloddan avvalgi I-mingyillik o‘rtalari hamda ikkinchi choragidan buyon ma’lum ekanligini ta’kidlab o‘tmoq lozim [14:74-77-b].

ISSN 3030-3907

Bu irqning janubiy viloyatlarda tarqalishi I-asrlarda, ommaviy siljishi esa miloddan avvalgi II-I-asrlar bo‘sag‘asida ro‘y bergan. Binobarin, antropologlarning O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqining qadimdan shakllanganligi to‘g‘risidagi fikrini ma’qullashga hech bir asos yo‘qligini aytish lozim.

Kaspiyorti irqi. Mintaqamizda yashovchi turkmanlar ana shu irq vakillari hisoblanishadi. Amudaryodan janubda, Kaspiyorti dashtlarida O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqidan keskin farq qiluvchi, boshqa evropeoid irqiy tip tarqalgan. Ushbu irqning evropeoid tojik va o‘zbeklardan, mo‘g‘uliylashgan qozoqlar, qirg‘izlar va qoraqalpoqlardan keskin farq qiluvchi belgisi, ularning bosh shaklining uzunligidir. Turkmanlarni tavsiflaydigan Kaspiyorti irqi antropologlar fikricha uzoq o‘tmishdayoq xozirda keng tarqalgan hududda shakllangan. Xuddi shu fikr Rossiyalik olimlar V.V.Ginzburg, T.A.Trofimova, Tojikistonlik olima T.P.Kiyatkina, O‘zbekiston antropologlari V.Ya.Zezenkova, T.K.Xodjayov, rus olimi O.Babakov va boshqalarning eng yangi paleoantropologik tadqiqotlarida ham o‘z tasdig‘ini topgan.

Mintaqa aholisi qo‘shni Eron aholisi bilan qizg‘in tarixiy aloqalar olib borishgan. Bu aloqalar bugungi kunda ham izchillik bilan davom etmoqda. O‘zbekiston antropologlari olib borgan tadqiqot natijalari asosida shuni ta’kidlash mumkinki, mintaqa aholisining antropologik qiyofasini shakllanishida, Xuroson irqi vakillari ishtirok etganligi tabiiy. O‘z navbatida Eron aholisining irqiy va etnogenezida mintaqamiz mahalliy evropeoid aholisi muhim rol o‘ynagan bo‘lishi mumkinligi fikr qilinadi. 1929-yilda Ashxabodda olimlar antropologik dastur bo‘yicha Mashhad atrofidan chiqqan forslar va Tabriz ozarboyjonlarini o‘rganishgan [12:20-22-b]. Keyinchalik antropologlar shimoliy Eron – Xurosonda aholi o‘rtasida tarqalgan va ulargagina xos bo‘lgan antropologik jihatlarni e’tiborga olib, mustaqil Xuroson irqi birligini ajratishni taklif qilishadi. Ushbu irq vakillari qo‘shni turkmanlardek uzun bosh, ammo Kaspiyorti irqi vakillari hisoblangan turkmanlardan tanasida tuk quyuq rivojlanganligi, qirra burunligi bilan ajralib turadi. Ushbu belgilar ularni Old Osiyo (armenoid) irqi vakillari bilan yaqinlashtiradi. Ammo Xuroson irqi dumaloq bosh oldosiyoliklardan boshining uzunchoq shakldaligi bilan farqlanadi. Bu antropologlarning fikricha, o‘rta asrlarda Eronning Xuroson markazi deb atalmish shimoliy viloyatlari bilan chegaralangan mustaqil Xuroson irqini ajratishga imkon yaratgan [12:24-b].

Xurosondan g‘arb va janubi-g‘arbda joylashgan mamlakatlar va Eron Ozarboyjoni alohida evropeoid, fanda Old Osiyo irqi yoki hozirda qo‘llanilmaydigan nomdagi armenoid irqi tarqalgan markaz hisoblanadi. Mazkur irq vakillari jumlasiga nafaqat armanlar, balki Kichik Osiyoning Qora dengiz

ISSN 3030-3907

sohillaridan to Eron yassi tog‘ligining Zagros tizmasigacha bo‘lgan ulkan hududlarda yashovchi turli xalqlar va qabilalar ham kirishini aytib o‘tish lozim. Old Osiyo irqi komponentlari mintaqamiz yahudiylarida yorqin namoyon bo‘lganini kuzatish mumkin. Ular Movarounnahrga Old Osiyodan ko‘chib kelishgan. Mintaqamiz yahudiylarining turli guruhlarini tadqiq qilish natijasida, antropologlar ularning Old Osiyo irqi tipidan kelib chiqadigan alohida belgilarini aniqlashgan. Ularning dumaloq boshligi, uchlamchi tuk qatlamlarining juda rivojlanganligi, burun o‘rkachlarining bo‘rtib turishi kabi o‘ziga xosligi bilan ajralib turishi alohida belgilari sifatida ta’riflangan. Bu irqiy xususiyatlar ularni O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqi vakillari bo‘lgan o‘zbeklar va tojiklardan farqlashi aniqlangan [12:26-b].

Maqolada ta’kidlanganidek, mintaqa hududida antropologlar tomonidan ikkinchi darajali ikki irq ko‘rsatilgan bo‘lib, shulardan biri evropeoid va mo‘g‘uliy irqlarning uzoq davom etgan aloqalari natijasida aralash xususiyatga ega bo‘lgan Janubiy Sibir, ikkinchisi esa mo‘g‘uliylik to‘la shaklda mahalliy aholi tarkibida uchramagan va aniq ko‘rsatilgan tarqalish hududi bo‘lmagan Markaziy Osiyo irqi hisoblanadi.

Janubiy Sibir irqini Rossiyalik antropolog A.I.Yarxo, Qozog‘iston, Qirg‘iziston, O‘zbekiston va Oltoy-Sayan tog‘oldi xalqlarini tadqiq qilishi natijasida aniqlagan [18:70-119-b]. O‘zbekiston antropologlari Issiqko‘l qirg‘izlari, Talas daryosi vodiysidagi qozoq va qirg‘izlarni, Pomir yassi tog‘ligi va Oloy vodiysi qirg‘izlarining antropologik xususiyatlarini o‘rganishib, A.I.Yarxo aniqlagan Janubiy Sibir tipining to‘g‘riligini yana bir bor isbotlashadi [19:55-b]. Bu tip asosan qozoqlar, qirg‘izlar, qisman qoraqalpoqlarni ifodalab, aralash holda mintaqaning Pomir xalqlaridan tashqari barcha xalqlarida namoyon bo‘lgan. Sirdaryodan shimoldagi dashtlar va Tyan-Shan tog‘ tizmasi bu irqning shakllanish markazi hisoblanishi aniqlangan. Antropologlar o‘zlarining dastlabki tadqiqotlarida, Janubiy Sibir irqi bir xil emasligini tahmin qilishgan edi. Keyingi tadqiqotlarida uning chegarasida, ya’ni janubiy-sharqiy va shimoliy-g‘arbiy yo‘nalishlarda ikki variantini ajratib olishdi. Janubiy-sharqiy variant ko‘proq mo‘g‘uliy bo‘lib, uning tarqalish markazi Tyan-Shan tog‘ tizmasi deb e’tirof etiladi. Shimoli-g‘arbiy variant nisbatan kamroq mo‘g‘uliy bo‘lib, mintaqaning keng dasht chegarasida tarqalgan deb topiladi [12:89-91-b]. XX-asrning oxirgi choraklari davomida amalga oshirilgan antropologik tadqiqotlar, chunonchi Rossiyalik olim V.P.Alekseev [3:54-b] o‘tkazgan tadqiqot ishlari, Janubiy Sibir irqi tarkibida uchta – Qozog‘iston, Old Tyanshanbo‘yi va Oloy-Sayan variantlarini ajratish imkonini beradi. Dastlabki ikki variant, o‘z vaqtida O‘zbekiston antropologlari taklif etgan irqiy tasnifga to‘la mos tushadi.

ISSN 3030-3907

Mo‘g‘uliy irq birliklaridan hisoblangan Markaziy Osiyo irqini Rossiya antropologi A.I.Yarxo Oltoy-Sayan turkiy xalqlari o‘rtasidan ajratib olgan edi [20:38-b]. Uni dastlab shakllanib, tarqalish markazi Mo‘g‘iliston atrofi, Baykalbo‘yi va Sibirning bir qancha boshqa viloyatlarida joylashgan. Bu irq aralash holda qirg‘iz va qozoqlarda ifodalangan. Mintaqaga ko‘chib kelgan dunganlar Markaziy Osiyo irqi komponentlari bilan xarakterlanadi. Bunday irqiy belgilar mintaqaning evropeoid aholisi bo‘lmish o‘zbeklar, tojik va turkmanlarda juda kam uchrashi aniqlangan [10:90-b]. O‘zbekistonda antropologiya fanining rivojlanishi, soha mutaxassislariga antropologiya fanida bugungi kunda ham foydalanib kelinayotgan va bir qancha masalalar echimiga aniqlik hamda tuzatishlar kiritilgan mintaqa xalqlari irqiy tasnifini taqdim qilishlariga asos bo‘ladi.

O‘zbekiston antropologlarining amalga oshirgan yana bir jiddiy tadqiqot ishlarini aytib o‘tish joiz. Samarqandda saqlanib qolgan, bugungi kunda dunyo xamjamiyati xalqlari diqqat-e’tiborini o‘ziga qaratgan, XV-asr san’at yodgorliklaridan biri, Go‘r Amir maqbarasini o‘rganish natijalari tarixiy voqea bo‘ladi. Go‘r-Amirda joylashgan Amir Temur va Temuriylar qabrlarini tadqiq qilish maqsadida, 1941-yil iyunida akademik T.N.Qori-Niyoziy rahbarligida, O‘zbekiston hukumatining bir qator olim-mutaxassislari, antropolog-olim L.V.Oshanin, tarixchi-sharqshunos, professor A.A.Semyonov, davlat Ermitaji ta’mirchisi B.N.Zasipkin, antropolog-xaykaltarosh M.M.Gerasimov, arxeolog V.A.Shishkin va boshqalardan iborat maxsus ekspeditsiya tashkil etiladi.

Olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi xulosalarga kelinadi. Temuriylarni o‘rganish natijasida uchta antropologik tip ajratib olinadi. Bular: Janubiy Sibir tipi (Amir Temur), O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqining mutlaqo evropeoidli tipi (Shohrux), O‘rta Osiyo ikki daryo oralig‘i irqining mo‘g‘uliy komponent aralash evropeoid tipi (Ulug‘bek, Muxammad Sulton). Olib borilgan tadqiqotlar davomida Temuriylarning yosh jihatlari, gavda tuzilishi va hayotligidagi bo‘ylari ham o‘rganiladi [21:190-196-b]. Davlat arbobi va sarkarda Amir Temur va Temuriylar xoklarini tadqiq etish, ularni chuqur o‘rganish maqsadida 1941-yil Samarqanddagi Go‘r Amir maqbarasiga tashkil etilgan maxsus ilmiy ekspeditsiyada O‘zbekiston antropologlari xam faol ishtirok etishadi. Ular Amir Temur va Temuriylar xoklarini tadqiq etish davomida bir qator masalalarga oydinlik kiritishga erishadilar [21:191-195-b]. Qabr ustidagi yozuvlar aynan shu tarixiy shaxslarga tegishli ekanligi tasdiqlanadi.

XX-asrning 90-yillarida O‘zbekiston antropologi T.K.Xodjayov, Temuriylar bo‘ylariga oid ma’lumotlarga tuzatishlar kiritadi. Yangi zamonaviy, takomillashgan metodlardan foydalangan holda u, Amir Temur va Temuriylar bo‘y

ISSN 3030-3907

koʻrsatkichlari oʻrtasidagi farqlarni qayta hisoblab chiqishga muvaffaq boʻladi. Olingan natijalar asosida, Amir Temur va Temuriylar boʻylari 1941-yilgi ekspeditsiya natijalari koʻrsatkichlaridan farq qilishini aniqlaydi [21;195-b].

Xulosa qilib aytish mumkinki, antropologlar mintaqa va qoʻshni mamlakatlarda irqiy tiplarning joylashish hududlari, ularning shakllanish vaqti, yoʻnalishlarini oʻrganishib, toʻrtta evropeoid, bitta moʻgʻuliy va bitta aralash evropeoid-moʻgʻuliy irqiy tiplarni ajratib, ularga tavsif berishgan.

Amudaryo va Sirdaryo xavzalari va pasttekisliklarida keng tarqalgan, Pomir-Oloy hududlarini oʻz ichiga olgan Oʻrta Osiyo ikki daryo oraligʻi irqining maxalliyligi, u dastlab shimoliy viloyatlarda (Toshkent vohasi, Fargʻona vodiysi), keyinchalik mintaqaning markaziy va janubiy viloyatlarida shakllanganligi aniqlanadi.

Turkmanlar Kaspiyorti irqi vakillari sirasiga kiritiladi. Ular Oʻrta Osiyo ikki daryo oraligʻi irqidan farq qilib, evropeoid oʻzbeklar va tojiklardan, moʻgʻuliylashgan qozoq, qirgʻiz va qoraqalpoqlardan bosh shaklining uzunligi bilan ajralib turishi aniqlanadi. Kaspiyorti irqi oʻtmishda va xozir xam keng tarqalgan hududda shakllanganligi aniqlanadi.

Antropologlar, shimoliy Eron-Xuroson aholisida mapvjud oʻziga xos antropologik jihatlarni e’tiborga olib, mustaqil Xuroson irqini ajratishadi. Ularni qoʻshni turkmanlardek uzun bosh, ammo tana tuklarining rivojlanganligi, qirra burunligi bilan ajralib turishlarini aniqlashgan.

Old Osiyo irqi vakillariga mintaqada tarqalgan yahudiylar kiritiladi. Ular Oʻrta Osiyo ikki daryo oraligʻi irqi vakillaridan dumaloq boshligi, uchlamchi tuk qatlamlarining rivojlanganligi, burun oʻrkachlarining boʻrtib turishi kabi xususiyatlari bilan farqlanishlari aniqlanadi.

Mintaqa aholisida, asosan qozoq, qirgʻiz, qoraqalpoqlarni tavsiflaydigan evropeoid va moʻgʻuliy irqlarning uzoq davom etgan aloqalari natijasida aralash xususiyatga ega boʻlgan Janubiy Sibir irqini ajratib olishadi. Bu irqning shakllanish markazi Sirdaryoning shimoldagi dashtlari va Tyan-Shan tizmasi ekanligi ilgari suriladi.

Oʻz vaqtida, Oltoy-Sayan turkiy tilli xalqlaridan ajratib olingan Markaziy Osiyo irqi aralash holda qirgʻiz va qozoqlarda ifodalanganligi, mintaqaga koʻchib kelgan dunganlar shu irq komponentlari bilan xarakterlanishini aniqlashadi.

Oʻzbekistonlik antropologlar fanda bugungi kunda ham foydalanib kelinayotgan va ahamiyatini yoʻqotmagan qator masalalar echimiga aniqlik va tuzatishlar kiritishadi va mintaqa xalqlarining irqiy tasnifini taqdim etishadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Алексеев В.П., Гохман И.И. Антропология Азиатской части СССР. – М.: наука, 1984. – С. 201.
2. Alexeev V., Gohman I. Physical antrophology of Soviet Asia. Rassengeshte der Menschheit. Leiferung 9. – Munchen-Wien, 1983. – S. 189-192.
3. Алексеев В.П. География человеческих рас. – М.: Мысль, 1974. – С. 54.
4. Гинзбург В.В., Трофимова Т.А. Палеоантропология Средней Азии. – М.: Наука, 1972. – С. 303-304.
5. Герасимов М.М. Основы по восстановлению лица по черепу. – М.: Госиздат, 1949. – С. 172-178.
6. Ошанин Л.В. Материалы по антропологии Средней Азии. Узбеки Хорезма. Часть I и II. // Бюллетень САГУ. – 1927-1928. - № 16-17. – С. 171.
7. Ошанин Л.В. Материалы по антропологии Средней Азии. Киргизы южного побережья Иссык-куля // В.В.Бартольду – туркестанские друзья, ученики и почитатели. – Т., 1927. – С. 233-237.
8. Ошанин Л.В. К сравнительной антропологии этнических групп, пришлых из Передней Азии – евреев и арабов и этнических групп Узбекистана – узбеков и таджиков // Материалы по антропологии населения Узбекистана. Вып. I. Госиздат. Ташкент – Самарканд, 1929. – С. 29.
9. Ошанин Л.В. Данные к географическому распространению главнейших антропологических признаков населения Средней Азии и опыт выявления основных расовых типов в Средней Азии // Труды IV Всесоюзного съезда зоологов, анатомов и гистологов. – Киев, 1931. – С. 312-314.
10. Ошанин Л.В. Антропологический состав населения Средней Азии и этногенез ее народов. Ч. I-III. – Ереван: Изд-во Ереванского ГУ, 1957-1959. – С. 90-110.
12. Ошанин Л.В. Тысячелетняя давность долихоцефалии у туркмен и возможные пути её происхождения // Известия Средазкомстариса. Вып. I. – Т., 1926. – С. 134-182.
13. Ошанин Л.В. Антропологический состав населения Средней Азии и этногенез ее народов в свете данных антропологии. (Итоги 25-летних антропологических исследований в Средней Азии). Данные по антропологии народов Ирана. Персы, азербайджанцы и белуджи / Ошанин Л.В., Зезенкова В.Я. Вопросы этногенеза народов Средней Азии в свете данных антропологии. – С. 20-22.
14. Палеоэкология и следы древнейшего человека в Центральной Азии. – Т.: Фан, 1995. – С. 165.

ISSN 3030-3907

15. Рычков Ю.Г. Происхождение расы Среднеазиатского междуречья. Проблемы этнической антропологии Средней Азии // Научные труды ТашГУ. Вып. 235. – Т., 1964. – С. 74-77.
16. Тешик-таш. Палеолитический человек. – М.: Изд-во МГУ, 1949. – С. 18.
17. Ходжайов Т.К. Палеоантропология Средней Азии и этногенетические проблемы.: Автореф. Дис. ... докт. Истор. наук. – М., 1981. – С. 28.
18. Ходжайов Т.К. Краткие итоги изучения антропологии Средней Азии в связи с проблемами этногенеза узбекского народа // Материалы по этнической истории населения Средней Азии. – Т.: Фан, 1986. – С. 100-102.
19. Ярхо А.И. Туркмены Хорезма и Северного Кавказа // Антропологический журнал. – 1933. - № 1-2. – С. 70-119.
20. Ярхо А.И. Киргизы. О некоторых итогах и проблемах антропологического изучения киргизов // Сборник издания центрального бюро краеведения. – М., 1931. – С. 55.
21. Ярхо А.И. Алтае-саянские тюрки. Антропологический очерк. – Абакан: Хакасский научно-исследовательский институт языков, литературы и истории. – Хакоблношиздат, 1947. – С. 38.
22. Зезенкова В.Я. Черепа Тимура и Тимуридов (XV в) // Научные труды ТашГУ. Вып. 232. – Т., 1964. – С. 191-195.

ISSN 3030-3907

UN TEGIRMONLARIDA ENERGIYA TEJAMKOR TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA ISH REJIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH.

B.X.Shaymatov
Buxoro Davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston.
M.B.Xolmurodov
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, Navoiy, O‘zbekiston.
Tel.:(+99893)438-60-70
E-mail: boboqul.shaymatov@mail.ru
Sh.Chorshamov
Buxoro Davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston.
Sh.S.O‘razov
Buxoro Davlat texnika universiteti, Buxoro, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Donni qayta ishlash sanoatida energiya resurslaridan samarali foydalanish muhim iqtisodiy va ekologik omillardan biri hisoblanaga asoslanib un tegirmonlarida energiya sarfining asosiy qismi maydalash, transport va shamollatish tizimlariga to‘g‘ri kelishligi o‘rganilib chiqildi. Natijada zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalarni qo‘llash orqali un tegirmonlarining ish rejimlarini optimallashtirish hamda energiya samaradorligini oshirish masalalari o‘rganildi.

Kalit so‘zlar. un tegirmoni, energiya samaradorligi, optimallashtirish, energiya tejamkor texnologiyalar, maydalash jarayoni, donni qayta ishlash.

Аннотация. Исходя из того, что эффективное использование энергетических ресурсов в зерноперерабатывающей промышленности является одним из важных экономических и экологических факторов, было изучено, что основная часть энергопотребления на мукомольных предприятиях приходится на системы помола, транспортировки и вентиляции. В результате были рассмотрены вопросы оптимизации режимов работы мукомольных предприятий и повышения энергоэффективности за счет использования современных энергосберегающих технологий.

Ключевые слова: мукомольное предприятие, энергоэффективность, оптимизация, энергосберегающие технологии, процесс помола, переработка зерна.

Abstract. Based on the fact that efficient use of energy resources in the grain processing industry is a key economic and environmental factor, it was studied that the majority of energy consumption at flour mills is accounted for by milling, conveying, and ventilation systems. This study explored the optimization of flour

ISSN 3030-3907

mill operating modes and increased energy efficiency through the use of modern energy-saving technologies.

Keywords: flour mill, energy efficiency, optimization, energy-saving technologies, milling process, grain processing.

KIRISH.

Jahonda iqtisodiy ehtiyojlarni qondirish jarayonida moddiy va ma’naviy ne’matlardan foydalanish, takror ishlab chiqarish jarayonining oxirgi bosqichi. Iste’mol turiga ko‘ra, ishlab chiqarish iste’moli va ishlab chiqarishga bog‘liq bo‘lmagan iste’molga bo‘linadi. Ishlab chiqarish iste’moli ishlab chiqarish jarayonida xom ashyo, mashina, yoqilg‘i, yordamchi materiallar va boshqa ishlab chiqarish vositalarining, hamda ishchi kuchi jismoniy va ma’naviy energiyaing sarflanishini bildiradi. Shu sababli ishlab chiqarish iste’molchi bevosita ishlab chiqarish jarayoniga kiradi.

Hozirgi vaqtda O‘zbekistonda un zavodlari yoki kombinatlari davlat tegirmonlari bo‘lib, ularning xar biri bir kecha-kunduzda 250-500 tonna un ishlab chiqarish quvvatiga ega. Davlat amalda aholini un va yopilgan non bilan butunlay ta’minlashga asoslanib bozor iqtisodiyotiga o‘tish davrida non yopishning deyarli uchdan bir qismi xususiylashtirilgan o‘rta va kichik korxona zimmasiga tushmoqda. Davlat un sanoatining rivojlanishi bilan bir qatorda qishloq xo‘jaligida ilgari mavjud bo‘lgan va bir kecha-kunduzda bir necha tonnagacha un ishlab chiqaradigan tegirmonlar deyarli kamayib ketdi.

Rivojlangan mamlakatlarda bug‘doy uni oziq-ovqat mahsuloti tayyorlashda asosiy o‘rinda turadi. Bu mamlakatlarda aholi jon boshiga non iste’mol qilishning pasayib borishiga qaramay, un ishlab chiqarish hajmi o‘sib bormokda. AQSH, Kanada, Yaponiya, Buyuk Britaniya, Fransiya, Italiya, Meksika, Braziliya va boshqa mamlakatlarda un yorma ishlab chiqarish sanoati yaxshi taraqqiy etgan.

Donni yanchish natijasida olingan mahsulot unni chiqish miqdori deyiladi. Unning chiqishi qayta ishlangan miqdoriga nisbatan foiz bilan belgilanadi. Barcha don unga aylantirilganda u 100% yoki amalda 99,5% bo‘lishi mumkin. Ammo bu unning sifatida bir qator nuqsonlar: g‘archillash, o‘zgargan ta’m, xunuk rang kuzatilishi mumkin. Unning turli miqdorda chiqishi va navlari oziq-ovqatga ishlatilishi engil xazm bo‘lishi va ta’mi bilan ajralib turadi. YUqori va birinchi navli unlarning oqsil moddalari ikkinchi navga nisbatan oz bo‘ladi. Davlat talabiga javob beradigan va etarli miqdorda unning chiqishini ta’minlaydigan yanchishning ko‘plab mashinalar ishtirokidagi turli usullari qo‘llanadi. SHuning uchun don bilan bajariladigan jarayonlar va ishlar yig‘indisini hamda oraliqda bunyod bo‘ladigan mahsulotlar olishni yanchish deb ataladi.

ISSN 3030-3907

Donlarga izchil mexanik ta’sir etish yo‘li bilan ularni maydalashga erishiladi, unda po‘stloqqa nisbatan mo‘rt bo‘lgan unga aylanadi. Bir kecha-kunduzda yuzlab, ba’zida esa minglab va undan ko‘p tonna un ishlab chiqaradigan un zavodlar don saqlaydigan inshoat va elevatorlarga, tayyor mahsulot saqlash omborxonalarga ega. Ularda ishlab chiqarish jarayonlari butunlay mexanizasiyalashtirilgan. Donlarni tozalash, maydalash, mahsulotlarni navlarga ajratishda hamda ularni ko‘chirishda un zavodlari juda ko‘p elektr quvvati sarflaydi, shuning uchun korxona o‘zining don maxsulotlarini saqlash va dastlabki qayta ishlash dolzarb masalalari avtonom bug‘ yoki dizel yoqilg‘i yordamida ishlaydigan energetik xo‘jaligiga ega bo‘lishi kerak bo‘ladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqot jarayonida texnologik liniyalarning energiya iste’moli tahlil qilindi, energiya muvazanatlashuvi tuzildi va optimal ish rejimlarini aniqlash uchun matematik modellar ishlab chiqildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, yuqori samarali maydalash uskunalari hamda energiya monitoringi tizimlarini joriy etish orqali umumiy energiya sarfini 12–18 % gacha kamaytirish imkoniyatitahlil qilindi. Tadqiqot natijalari donni qayta ishlash korxonalarida energiya samaradorligini oshirishga imkoniyat mavjudligiisbotlandi.

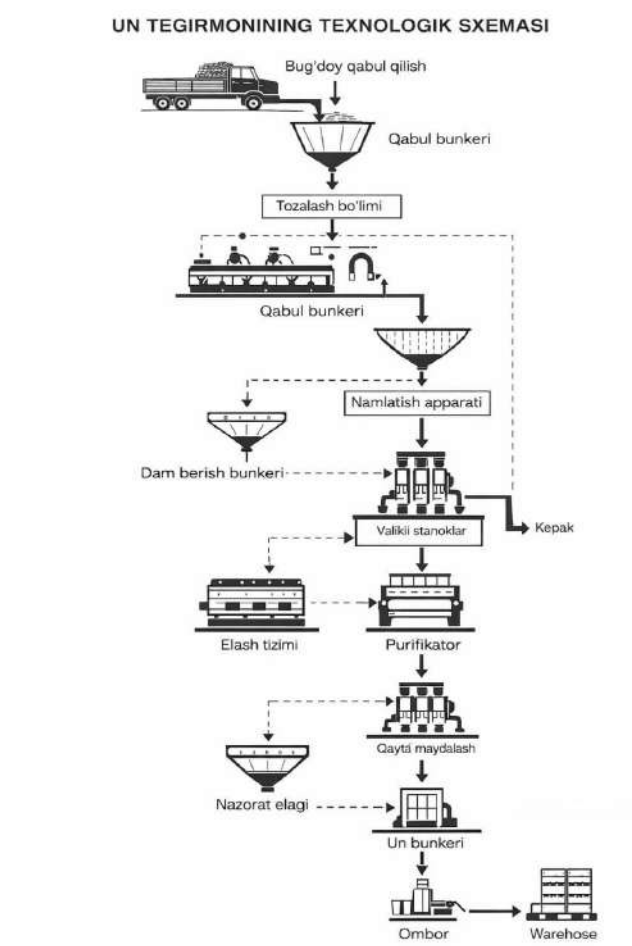
Don maydalash zavodi quyidagi bosqichlardan iborat:

1. Tozalash- titratish separatorlar, magnit separatorlar va elektr motor bilan ishlaydi;
2. Ajratish va saralash- elak , aspirasiya tizimiva shamollatish hamda motor;
3. Transport konveyerlar, elevatorlar va doimiy elektr harakat.

Hozir asosan elektrenergiya bilan ishlovchi tegirmonlar keng ishlatiladi. Bularda asosiy jarayonlar avtomatlashtirilgan. Ishlash jarayonlar dispetcherlik punktida turib boshqariladi. Bunda un pnevmatik qurilmalar vositasida qabul qilinadi. Don navlari bo‘yicha elevatorda saqlanadi. Donni tegirmonga solishdan oldin tozalash bo‘limida tozalanadi, yuvish mashinalarida tuklari ajratiladi, donga ishlov berilib, konditsiyalanadi va aloxida un tayyorlanadigan donga aralashtiriladi. Tozalangan va aralashtirilgan don un tortish bo‘limida unga aylanadi, tayyor un jo‘natish bo‘limida mashina bilan qoplarga solinadi va tortiladi. Iste’molchilarga un maxsus mashinalarda etkazib beriladi. Un kombinatlaridagi ishlab chiqish. jarayonlarida 30 ga yaqin mashina va jihozlar qatnashadi [3,5,6].

Un ishlab chiqarish texnologik sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Un ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

Don maydalash zavodlarida elektr uskunalari juda muhim rol o‘ynaydi, chunki butun ishlab chiqarish jarayoni asosan elektr energiya yordamida ishlaydi.

1. Asosiy elektr uskunalari tarkibiga elektr dvigatellar (motorlar) kiradi.

Deyarli barcha uskunalar 3 fazali asinxron motorlar bilan ishlaydi. Ular quyidagi mashinalarni harakatga keltiradi:

- maydalagich
- ajratgichlar
- konveyerlar
- shamollatgichlar

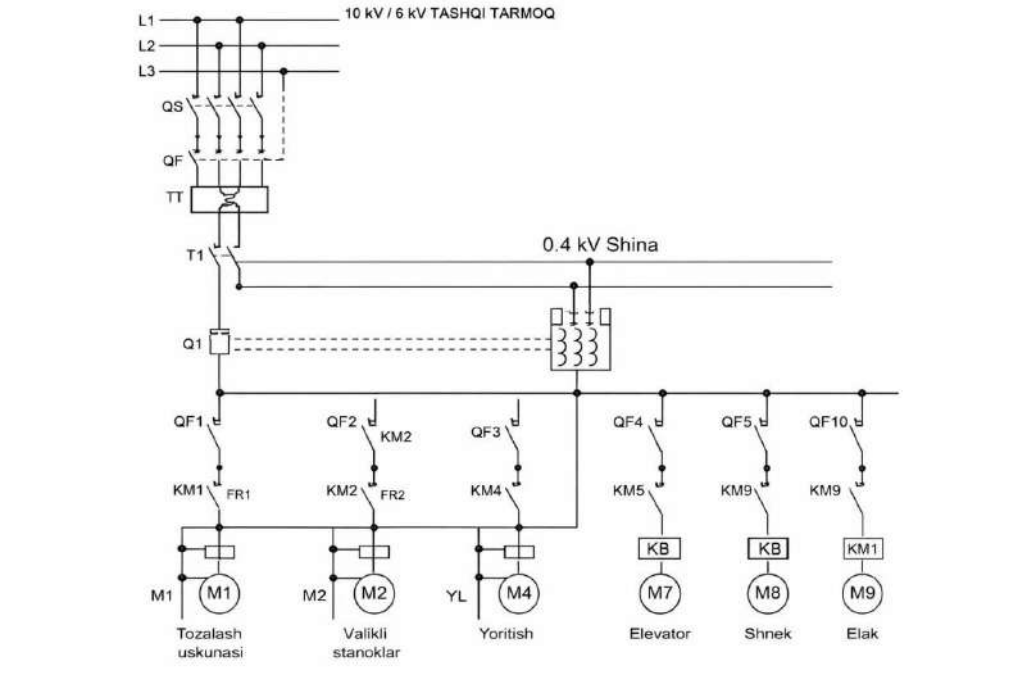
Bu jihozlar barqaror ishlashligi, kam tebranishi va energiya samaradorligi yuqorligi bilan afzaldir.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Donni qayta ishlash sanoati oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlovchi strategik tarmoqlardan biri hisoblanadi. Biroq un ishlab chiqarish jarayoni energiya talabchan bo‘lib, ishlab chiqarish tannarxining muhim qismini energiya xarajatlari tashkil etadi. Zamonaviy tegirmonlarda elektr energiyasining asosiy qismi maydalash stanoklari, pnevmatik transport tizimlari va aspiratsiya qurilmalarida sarflanadi.

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda energiya resurslarining qimmatlashuvi hamda ekologik talablarning kuchayishi ishlab chiqarish korxonalarida energiya samaradorligini oshirish zaruratini yanada kuchaytirdi. Shu sababli un tegirmonlarining ish rejimlarini optimallashtirish, energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish va energiya monitoringi tizimlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi un tegirmonlarida energiya sarfini kamaytirish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish uchun texnologik jarayonlarning optimal ish rejimlarini aniqlashdan iborat [1,2,3].

Un ishlab chiqarish zavodlaridagi elektr uskunalarining elektr tarmog‘iga ulanish sxemasi quyidagicha rasm-2.



2-Rasm.Elektr uskunalarining elektr tarmog‘iga ulanish sxemasi

Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

Un tegirmonlarining texnologik jarayonlari va energiya iste’moli tahlili;

Energiya muvazanatini va asosiy energiya yo‘qotish manbalarini aniqlash;

Ish rejimlarini optimallashtirish uchun matematik model ishlab chiqish;

Energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish samaradorligini baholash.

Energiya sarfini baholash uchun quyidagi umumiy modeldan foydalanildi:

$$E = \sum_{i=1}^{n} P_i * t_i = P_1 * t_1 + P_2 * t_2 + \cdots + P_n * t_n$$

bu yerda:

E — umumiy energiya sarfi,

ISSN 3030-3907

P_i— i-uskunaning quvvati,
t_i— i-uskuna ishlagan vaqt,
n — uskunalar soni.

Jarayonlarni optimallashtirish uchun ko‘p mezonli optimallashtirish usullari hamda statistik tahlil metodlari qo‘llanildi.

Tadqiqot natijalari ko‘ra un tegirmonlarida energiya sarfining asosiy qismi quyidagi jarayonlarga to‘g‘ri kelishini ko‘rsatdi:
-maydalash jarayoni – 45–55 %
-pnevmatik transport tizimi – 20–25 %
-tozalash va shamollatish – 10–15 %
-yordamchi uskunalar – 10–15 %
Optimallashtirish natijasida quyidagi texnologik echimlar taklif etildi:

Yangi avlod valikli maydalagichlar energiya sarfini 10–12 % ga kamaytirishi mumkin. Havo oqimining optimal tezligini tanlash orqali elektr energiyasi sarfini kamaytirish mumkin [3,5,6,7,8].

Korxonalarda energiya iste’molini nazorat qilish tizimini joriy etish energiya yo‘qotishlarini tez aniqlash imkonini beradi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, energiya samaradorligini oshirish faqat alohida uskunalarni modernizatsiya qilish bilan emas, balki butun texnologik tizimni kompleks optimallashtirish orqali amalga oshiriladi. Ayniqsa avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari ishlab chiqarish jarayonining barqarorligini oshirish bilan birga energiya sarfini sezilarli darajada kamaytiradi. Bundan tashqari, raqamli monitoring tizimlari energiya resurslaridan foydalanish samaradorligini baholash va real vaqt rejimida boshqarish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

Un tegirmonlarida energiya sarfining asosiy qismi maydalash va pnevmatik transport jarayonlariga to‘g‘ri keladi.

Zamonaviy energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish orqali energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirish mumkin.

Texnologik jarayonlarni optimallashtirish va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini qo‘llash energiya samaradorligini 12–18 % gacha oshiradi.

Energiya monitoring tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarini samarali boshqarish imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda yuqoridagi chora-tadbirlarni amalga oshirish bilan tadqiqot natijalari donni qayta ishlash sanoatida energiya samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov A.A.Donni qayta ishlash texnologiyasi.–Toshkent:O‘qituvchi. 2018.–256 b.
2. Ahmedov R., Tursunov B. Oziq-ovqat sanoati korxonalarida energiya samaradorligi. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. – 214 b.
3. O‘zbekiston Respublikasi energetika vazirligi. Energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha me’yoriy hujjatlar to‘plami. – Toshkent, 2021.
4. Bo‘riev X.CH, Jo‘raev R., Alimov O. Don mahsulotlarini saqlash va dastlabki ishlov berish. Amaliy mashgulotlar. – T.: 2002.
5. Mirxalikov T.T., Ayxodjaeva N.K., Saidxo‘jaeva M., Abdikayumov Z.A. Don va don mahsulotlarini saqlash. – T.: Mehnat, 2004
6. Tursunxo‘jaev T.L. Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash texnologiyasi. - T., 2006.
7. Shaymatov B.X., G‘afforov K.K.“Elektr jixozlarini texnik diagnostika qilish va tamirlash” nomli o‘quv qo‘llanma. Toshkent.: 2023.
8. Shaymatov B.X. “Elektr mashina va transformatorlarni avtomatlashtirilgan loyihalash tizimlari” fanidan o‘quv qo‘.Buxoro.: “Sadriddin Salim Buxoriy” Durdona nashriyoti, 2024.

ISSN 3030-3907