ISNN 3030-3907

2026/1
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/1 VOLUME 6

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.

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	Tibbiyot oliy ta’lim muassasalarida radiologiya fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar asosida ta’lim metodikasining samaradorligini oshirish *Nazarova Gulchexra Shuxratjonovna*	9
2	Geochemical properties of uranium and its migration ability in natural environments *Sharafutdinov Ulug‘bek Ziyatovich* *Khalimov Ilkhom Ubaydullayevich* *Yuldashev Shokhrukh Shonazar o‘g‘li* *Serveriyeva Umida Sherzod qizi*	13
3	Сопоставительная оценка действенности лечебно-профилактических зубных паст, включающих фторид и гидроксиапатит *Ахмедова Динара Анваровна* *Ахмедов Алишер Астанович*	23
4	Fotoelektrik batareyalarda quyosh nurlanishi ta’sirida energiya yo‘qotilishlarini tadqiq etish *Majidova Maxliyo A’zam qizi* *Afdandil Vardiyavili*	34
5	Исследование принципов работы и разработка трёхфазного бесконтактного коммутационного устройства *Р.Х.Бейтуллаева* *Р.А. Мустаев* *М.И.Собирова* *У.Б.Мухаммадиев*	47
6	Mdi tarkibli poliuretan namunalarining oquvchanlik hamda turli kimyoviy muhitlarga bardoshliligini tadqiq qilish *Muxiddinov B.F.* *Shodiyev A.F.* *Shokirov R.Q.* *Ibodullayeva D.I.* Pardaboyeva S.N.	57
7	Bo‘lajak mutaxasislarni kasbiy faoliyatga tayyorlashda sanogen tafakkurni shakllantirishning innovatsion kreativ texnalogiyalari. *Rustamova Dilbar O‘ktam qizi*	64
8	Qishloq xo‘jaligi sohasida yashil iqtisodiyotning dolzarb muammolari va uning yechimlari *Altiyeva Sevara Usmonovna*	70
9	Raqamli texnologiyalardan foydalanib bino va inshootlar kadastri geoma’lumotlar bazasini shakllantirish va takomillashtirish *Ibragimov Utkir Nurmamat o‘g‘li* *Xolmuminova Komila G‘ulom qizi*	81
10	O‘tkir revmatik isitma kasalligi profilaktikasida jismoniy tarbiyaning ahamiyati *Kuldashev Sardor Furqatovich* *Ahmedov Oybek Furqatovich*	89
11	Эффективность применения предварительного обогащения руд в карьере кальмакир. *Турсунов Баходир Жунайдуллаевич*	95
12	Выбор оптимальной системы защиты для повышения энергоэффективности электродвигателей промышленных предприятий *А.А. Хамзаев* *Б.Х. Рахматов* *К.К. Файзуллаев*	104
13	Библиотечная статистика: состояние, проблемы, новые технологии *Муминходжаева Людмила Нигматовна*	118
14	Противоизносные присадки для улучшения физико-химических свойств летных дизельного топлива	130

ISSN 3030-3907

	Фозилов Ҳ.С. *Туробжонов С.М.* *Фозилов С.Ф.* *Темиров А.Х.*	
15	Оценка функциональной группы нефтесодержащих отходов методом инфракрасной спектроскопии *Ибрагимов Ш.Ш.* *Девликамов Р.Н.* *Яхяев Н. Ш.* *Бабаев А.А.*	136
16	Creation of intellectual control systems using quantum algorithms *Yakubova Noilakhon Sobirjonovna* *Ubaydulloyev Farrux Barakayevich* *Nasrullayeva Madina Sunnatilla qizi*	142
17	Нефтяные пески *Турсунов Баходир Жунайдуллаевич*	150
18	Radon monitoring tizimlarida metrologik izchillik va uning o‘lchash ishonchliligini ta’minlashdagi roli *Ismoilov M.T.* *Mahmudov G.B.* *Sayfulin R.R.* *Raxmatov D.I.* *Qalandarov A.F.*	161
19	Radon kalibrlash kameralarining ishlash tartiblari va ularning o‘lchash barqarorligiga ta’sirini tahlil qilish *Jumayev O.A.* *Ismoilov M.T.* *Mahmudov G.B.* *Sayfulin R.R.* *Raxmatov D.I.* *Qalandarov A.F.*	172
20	Avtomobil qismlarini bo‘yoqlashda ikki purkagichli robot tizimining samaradorligini oshirish *Xolmurotov Botirjon Tursinboyevich* *Muxammadali Umurzaqov Maxmud o‘g‘li*	183
21	To‘g‘ri to‘rtburchak shaklli egiluvchan anizotrop plastinkaning sonli hisobi tahlili *Eshqarayeva Narxol G‘uzarovna* *Gulliyeva Guliza Botirovna* *Sayfiyeva Muxlisa Fazliddin qizi*	189
22	Improvement of the technology for producing composite polymer materials for protecting industrial enterprises from corrosion *Sultanov S.O‘* *G‘ofurov D.D*	197
23	Sun’iy intellekt davrida kiberxavfsizlikning yangi tahdidlari *Komilova Zulxumor Xokimovna*	208
24	“Maktab o‘quvchilarida algoritmik fikrlashni shakllantirishda blokli dasturlashning o‘rni” *Atoyev Fazliddin Sayfiddinovich* *Kamolova Shohzoda Fayzullayevna*	216
25	Educational game pair work in teaching foreign languages. *Sharopova Gulnoza Odil qizi*	220
26	Paxtani yirik iflosliklardan tozalash seksiyasini takomillashtirishda arrachali baraban tishlaridan paxta bo’lakchalarini yechib olish parametrlarini aniqlash *Musurmonov Ismoil Ergashevich* *Muxammadiyev Umarali Sheraliyevich* *Abrayev Abdulla Eshboyevich*	224

ISSN 3030-3907

	Yo‘ldoshev Sharofiddin Faxriddin o‘g‘li	
27	Synthesis of mentholacetylchloride with monocarboxylic acids and investigation of their structures *Z.T. Khalmuratova* *Sh.N. Turemuratov* *U.K. Abdurakhmanova*	231
28	Идентификация процесса измельчения пшеницы *Хайитов Азизбек Нематович*	238
29	Хотин-қизлар ҳаётини тубдан ўзгартиришда иқтисодий ислоҳотларнинг аҳамияти *Nurullayeva Nabira Miratdinovna*	253
30	Raqamli fayllar metama’lumotlarini himoyalashda zamonaviy algoritmik yondashuvlar *Sodiqova Dilnoza Jumanazarovna*	258
31	Henon xaritasi asosida inson qon tomir tarmoqlarining tarmoqlanish algoritmini ishlab chiqish *Boliyeva Dilrabo Nurbek qizi*	267
32	The role of raw materials and technological equipment in knitting production *Abdurakhmanov Abdurashid Atakhanovich*	273
33	O‘zbekistonda islom banklarini rivojlantirishdaqimmatli qog‘ozlar bozorining roli *Omonov Rustam Farmonovich* *Shokirov Daler Dilshod o‘g‘li*	279
34	Development of a bilingual web-based phishing simulation and awareness platform to strengthen organizational cybersecurity culture *G‘aniyeva Shaxrizod Nurmaxamadovna* *Abdullayev Sulaymon Yunusjon o‘g‘li*	286
35	Netflow-based traffic classification approaches in esg networks *Maruf Juraev* *Dilmurod Normurodov* *Shohista Akhmadalieva* *Shakhriyor Khudoyberdiev*	296
36	"Varnet" korxonasida oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish jarayonini yashil iqtisodiyot tamoyillari asosida tahlil qilish *Abdumalikova G.* *G.F.Ruziyeva*	307
37	The concept of family in english and uzbek linguocultures: a comparative linguocultural analysis *Shakirova Nodiraxon Murodjon qizi* *Shokirov Shokhrukhmirzo Baxtiyorjon o‘g‘li*	313
38	Aminohosilalarning sintezi va kolloid kimyoviy xossalari tadqiqi *Sharipova N.O‘.* *Axmedov V.N.*	320
39	Tamaki mazaika virusi kasalliklariga ultrabinafsha nurlari bilan ishlov berish usullari tahlili *Bozorov Elmurod Ostanovich* *Boboyorov Azizjon Eshmuminovich*	326
40	The role of ai in teaching language: transforming pedagogy in higher education *Ra’no Ibodulloevna Zaripova*	332
41	Plastifikatsiyalanmagan turli poliuretan namunalarining mexanik xossalarini haroratga bog‘liqligini termomexanik usul orqali tadqiq qilish *Muxiddinov B.F.* *Shodiyev A.F.* *Shokirov R.Q.* *Ibodullayeva D.I.* *Pardaboyeva S.N.* *Baxtiyorova D.O.*	339
42	Технология приготовления натурального мясного полуфабриката ферментированного лангета *Файзиев А.А.* *Ахмедов В.Н.*	347

ISSN 3030-3907

	Файзиева Ф.А.	
43	Hukumatning soliq siyosati orqali yashirin iqtisodiyotning ko`lamini qisqartirish. *Pirnafasov Sarvar Bardibayevich*	357
44	Muhandislik ta'lim yo'nalishlarida multisim dasturini qo'llash uslubiyatini ishlab chiqish *Mahmudov G'.B.* *Boboqandov J.J.*	365
45	Apilak preparatining kimyoviy tarkibi hamda uning biologik faol xususiyatlari. *Bazarova Nigina Sabirjanovna* *Meliboyev Eldor G'ulomjonivich*	371
46	Sanoat koroxonalarining ko'p omilli kirish ma'lumotlari asosida elektr energiyasi yuklamasini lstm orqali bashoratlash *K.Sh.Kadirov* *A.A To'xtashev* *T. F.Musurmonov*	376
47	Metallga ishlov berish bo'yicha kasbiy yo'nalishlarga oid materiallarni o'rganish mexanizmlari *X.Ch.Dusyarov.* *B.B.Imanov.* *N.O.Shog'darov*	386
48	O'simlik moylarining fizik-kimyoviy taxlili. *Choriyeva Iqlima Yo'ldosh qizi*	393
49	Сравнительный анализ эффективности плоских и вакуумных солнечных коллекторов. *Зохирова Шахноза Муродиллаевна*	400
50	Study of physicochemical characteristics of certain types of dolomite minerals common in the territory of Uzbekistan *Ziyoyev B. T.* *Nabiyev A.A.* *Ruziev I.Kh.* *Rabbimova M.K.* *Ganiyeva G.N.*	412
51	Критерий оценки воздействия отработанных масел на окружающую природную среду. *А.Ф. Хужакулов* *З.З. Рахимов*	419
52	Talabaning test natijalari, amaliy mashqlari va klinik vaziyatlardagi qarorlarini ai tizimi tahlili *Shodiyeva Feruza Beshimovna*	423
53	Сравнительная оценка ресурсосберегающих технологий с точки зрения воздействия на окружающую среду *А.Ф. Хужакулов* *У.А. Расулов*	429
54	Sun'iy intellekt asosida klinik holat tahlili va terapevtik qaror qabul qilishning tahliliy metodologiyasi *Shukurlayeva Mashxura Farxodovna*	436
55	Описание современных и традиционных методов осушки природных газов. Сравнение их основных преимуществ и недостатков *Неъматов Хусан Ибодуллаевич* *Шоймардонов Улмас Болта угли*	441

ISSN 3030-3907

UDK: 378.147:616-073:004

TIBBIYOT OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA RADIOLOGIYA FANINI O‘QITISHDA RAQAMLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TA’LIM METODIKASINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Nazarova Gulchexra Shuxratjonovna
SamMU Biokimyo kafedrasi assistenti
Samarqand, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada tibbiyot oliy ta’lim muassasalarida radiologiya fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan yangi integrativ ta’lim metodikasining samaradorligi o‘rganildi. Tadqiqot Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti hamda Buxoro tibbiyot institutining 5-kurs Davolash fakulteti talabalarida olib borildi. Olingan natijalar Samarqand DTU talabalarida ta’lim samaradorligi statistik jihatdan ishonchli darajada yuqori ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: radiologiya, raqamli texnologiyalar, integrativ metod, tibbiy ta’lim, ta’lim samaradorligi.

Annotation. This scientific article examined the effectiveness of a new integrative educational methodology developed on the basis of digital technologies in teaching radiology in medical higher education institutions.nnotation. This scientific article examined the effectiveness of a new integrative educational methodology developed on the basis of digital technologies in teaching radiology in medical higher education institutions. The study was carried out by studenh.

Keywords: radiology, digital technology, integrative method, medical education, educational effectiveness.

Аннотация. В данной научной статье исследуется эффективность новой комплексной методики обучения, разработанной на основе цифровых технологий, в преподавании радиологии в медицинских высших учебных заведениях.ннотация. В данной научной статье исследуется эффективность новой комплексной методики обучения, разработанной на основе цифровых технологий, в преподавании радиологии в медицинских высших учебных заведениях. Исследование проводилось на студентах 5 курса лечебного факультета Сама.

Ключевые слова: Радиология, цифровые технологии, Интегративный метод, медицинское образование, образовательная эффективность.

KIRISH

Zamonaviy tibbiy ta’lim tizimida raqamli texnologiyalarni o‘quv jarayoniga joriy etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, radiologiya fani murakkab vizual tasvirlar va klinik tahlilga asoslangan bo‘lib, uni o‘qitishda

ISSN 3030-3907

innovatsion pedagogik yondashuvlarni qo‘llash talab etiladi. Shu sababli radiologiya fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar asosida ta’lim metodikasini takomillashtirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

MATERIALLAR VA METODLAR

Tadqiqot Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti Davolash fakulteti 5-kursining 40 nafar talabasi hamda Buxoro tibbiyot instituti Davolash fakulteti 5-kursining 40 nafar talabasi ishtirokida olib borildi. Samarqand DTU talabalarida raqamli radiologik tasvirlar, virtual klinik holatlar, interaktiv muhokamalar va onlayn baholash tizimini o‘z ichiga olgan yangi integrativ metod qo‘llanildi. Buxoro tibbiyot instituti talabalarida esa an’anaviy ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlarga asoslangan o‘qitish metodikasi saqlab qolindi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Tadqiqot davomida radiologiya fanini o‘zlashtirish darajasi boshlang‘ich va yakuniy baholashlar orqali aniqlandi. Boshlang‘ich test natijalari Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti va Buxoro tibbiyot instituti talabalari orasida deyarli bir xil bo‘lib, bu guruhlarning bilim darajasi tadqiqot boshida teng ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, Samarqand DTU talabalarida o‘rtacha boshlang‘ich ko‘rsatkich 56 ± 4,2 % ni, Buxoro TMI talabalarida esa 55 ± 4,5 % ni tashkil etdi ($p > 0,05$).

Yangi integrativ raqamli metodika asosida o‘qitish jarayoni yakunlangach, talabalarning bilim darajasi qayta baholandi. Yakuniy test natijalari Samarqand DTU talabalarida sezilarli darajada oshgani kuzatildi. Ushbu guruhda o‘rtacha yakuniy ko‘rsatkich 85 ± 3,1 % ga yetdi. Buxoro tibbiyot instituti talabalarida esa yakuniy baholash natijalari 72 ± 3,8 % ni tashkil etdi. Guruhlar o‘rtasidagi farq statistik jihatdan ishonchli bo‘lib, $p < 0,05$ darajada aniqlangan.

Natijalarning chuqur tahlili shuni ko‘rsatdiki, Samarqand DTU talabalarida nafaqat test natijalari, balki radiologik tasvirlarni tahlil qilish, patologik belgilarni aniqlash va klinik xulosalar chiqarish ko‘nikmalari ham sezilarli darajada yaxshilandi. Talabalar kompyuter tomografiyasi, magnit-rezonans tomografiya va rentgen tasvirlarini mustaqil tahlil qilish jarayonida faol ishtirok etdilar, bu esa ularning klinik fikrlash qobiliyatini rivojlantirdi.

Buxoro tibbiyot instituti talabalarida ham bilim darajasida ijobiy o‘zgarishlar qayd etildi, biroq bu o‘sish an’anaviy o‘qitish metodikasining cheklangan imkoniyatlari bilan izohlanadi. An’anaviy ma’ruza va amaliy mashg‘ulotlar davomida vizual materiallardan foydalanish darajasi yetarli bo‘lmaganligi sababli, talabalarning murakkab radiologik holatlarni chuqur tahlil qilish ko‘nikmalari nisbatan pastroq darajada qoldi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, talabalar orasida o‘tkazilgan anonim so‘rovnoma natijalari Samarqand DTU guruhida yangi integrativ metodga nisbatan yuqori qoniqish darajasini ko‘rsatdi. Talabalarning 87 % i raqamli texnologiyalar asosida o‘qitish radiologiya fanini o‘zlashtirishni osonlashtirganini ta’kidladi, 82 % talaba esa amaliy mashg‘ulotlarning interaktiv shaklda tashkil etilishi bilimni mustahkamlashga ijobiy ta’sir ko‘rsatganini bildirdi. Buxoro TMI guruhida esa ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 61 % va 58 % ni tashkil etdi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, radiologiya fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan yangi integrativ metod ta’lim jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Ushbu metod talabalarning nazariy bilimlari bilan bir qatorda, ularning amaliy ko‘nikmalari va klinik fikrlashini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Boshlang‘ich test natijalari ikki guruhda deyarli teng bo‘lib, statistik farq aniqlanmadi. Yakuniy baholash natijalari esa Samarqand DTU talabalarida sezilarli darajada yuqori ko‘rsatkichlarni namoyon etdi.

Guruh	Boshlang‘ich test (%)	Yakuniy test (%)
Samarqand DTU	64 ± 4.2	85 ± 3.1
Buxoro TMI	62 ± 4.5	72 ± 3.8

Statistik tahlil natijalariga ko‘ra guruhlar o‘rtasidagi farq $p < 0.05$ darajada ishonchli ekanligi aniqlandi.

XULOSA

Radiologiya fanini o‘qitishda raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan integrativ metod talabalarning bilim darajasi, klinik fikrlashi va amaliy ko‘nikmalarini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqot natijalari ushbu metodikani tibbiyot oliy ta’lim muassasalarida keng joriy etish maqsadga muvofiq ekanligini ko‘rsatadi.

Bugungi kunda tibbiyot oliy ta’lim muassasalarida radiologiya fanini o‘qitish jarayonini zamonaviy talablar asosida takomillashtirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Tibbiyot sohasida raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi, xususan, raqamli rentgenografiya, kompyuter tomografiya, magnit-rezonans tomografiya, sun’iy intellekt va telemeditsina imkoniyatlarining kengayishi radiolog mutaxassislariga bo‘lgan talabni yanada oshirmoqda. Shu bois, radiologiya fanini o‘qitishda an’anaviy yondashuvlar bilan cheklanib qolmasdan, raqamli texnologiyalar asosida ta’lim metodikasini joriy etish zarurati yuzaga kelmoqda.

Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, radiologiya fanini o‘qitishda raqamli ta’lim platformalari, virtual laboratoriyalar, 3D modellar, simulyatorlar, interaktiv darslar hamda elektron o‘quv resurslardan foydalanish ta’lim

ISSN 3030-3907

samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Talabalarda nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy koʻnikma va kompetensiyalarni shakllantirish imkoniyati kengayadi. Ayniqsa, murakkab diagnostik tasvirlarni tahlil qilish, klinik holatlarni modellashtirish va mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatlari rivojlanadi.

Tadqiqot davomida raqamli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan ta’lim metodikasi talabalarning fan boʻyicha oʻzlashtirish darajasi, darslarga qiziqishi va faolligini oshirishga xizmat qilishi aniqlandi. Interaktiv va vizual materiallar orqali oʻqitish radiologik tasvirlarni idrok etishni yengillashtiradi, xatoliklarni kamaytiradi hamda bilimlarni uzoq muddatli xotirada saqlanishini ta’minlaydi. Bundan tashqari, masofaviy ta’lim elementlaridan foydalanish oʻquv jarayonining uzluksizligini ta’minlab, mustaqil ta’lim samaradorligini oshiradi.

Xulosa qilib aytganda, tibbiyot oliy ta’lim muassasalarida radiologiya fanini oʻqitishda raqamli texnologiyalar asosida ta’lim metodikasini joriy etish nafaqat ta’lim sifatini oshiradi, balki zamonaviy raqamli tibbiyot muhitida faoliyat yurita oladigan, raqobatbardosh va yuqori malakali mutaxassislarni tayyorlashga xizmat qiladi. Ushbu yondashuvni tizimli ravishda joriy etish, oʻqituvchilarning raqamli kompetensiyalarini oshirish va ta’lim jarayonini uzluksiz modernizatsiya qilib borish kelajakdagi tibbiy ta’lim rivoji uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. Zamonaviy tibbiy ta’limda raqamli texnologiyalar. – Toshkent, 2022.
2. Radiologiya fanini oʻqitish metodikasi. – Samarqand, 2023.
3. Digital technologies in medical education. – 2021.

ISSN 3030-3907

GEOCHEMICAL PROPERTIES OF URANIUM AND ITS MIGRATION ABILITY IN NATURAL ENVIRONMENTS

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
Khalimov Ilkhom Ubaydullayevich
Professor, Faculty of Mining, Head of department RRM, Navoi State University of Mining and Technologies.
E-mail: halimov_i@bk.ru
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
Serveriyeva Umida Sherzod qizi
Master’s student, Faculty of Mining, Department of RRM Navoi State University of Mining and Technologies.
E-mail: serveriyevaumida@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada uranning geokimyoviy xossalari va uning tabiiy suv–tuproq tizimlarida migratsiya xatti-harakati tahlil qilingan. Uran eng barqaror holatda olti valentli shaklda bo‘lishi va suvli eritmalarda asosan uranil ioni hamda uning kompleks birikmalari ko‘rinishida uchrashi ko‘rsatilgan. pH muhiti, oksidlanish-qaytarilish sharoitlari (Eh), shuningdek karbonat, sulfat va fosfat ionlari konsentratsiyasining uranning shakllanishi va eruvchanligiga ta’siri o‘rganilgan. Neytral va biroz ishqoriy karbonatli muhitda uran (VI) yuqori harakatchanlikka ega bo‘lgan barqaror anion karbonat komplekslarini hosil qilishi aniqlangan. Uraning temir va marganes oksidlari hamda gil minerallarida sorbsiyalanish jarayonlari, shuningdek organik moddalarning humat va fulvat komplekslarini hosil qilishdagi roli ko‘rib chiqilgan. To‘rt valentli uran past eruvchanlik va harakatchanlik bilan tavsiflanib, yomon eriydigan minerallarni hosil qiladi. Natijalar tabiiy muhitda uran migratsiyasini boshqarishda kompleks hosil bo‘lish va redoks jarayonlarining hal qiluvchi rolini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: uran, uranil ioni, geokimyoviy xossalar, uran migratsiyasi, Eh–pH diagrammasi, komplekslanish, karbonat komplekslari, sorbsiya, kremniy va tabiiy suvlar.

Аннотация. В статье анализируются геохимические свойства урана и особенности его миграционного поведения в природных водно-почвенных системах. Показано, что уран наиболее устойчив в шестивалентном

ISSN 3030-3907

состоянии и в водных растворах присутствует преимущественно в виде уранильного иона и его комплексных соединений. Рассмотрено влияние pH среды, окислительно-восстановительных условий (Eh), а также концентраций карбонатных, сульфатных и фосфатных ионов на формы существования и растворимость урана. Установлено, что в нейтральных и слабощелочных карбонатных условиях уран (VI) образует устойчивые анионные карбонатные комплексы с высокой подвижностью. Рассмотрены процессы сорбции урана на оксидах железа и марганца, а также на глинистых минералах, и роль органического вещества в образовании гуматных и фульватных комплексов. Четырёхвалентный уран характеризуется низкой растворимостью и подвижностью, образуя плохо растворимые минералы. Полученные результаты подтверждают ключевую роль процессов комплексообразования и окислительно-восстановительных реакций в контроле миграции урана в природных условиях.

Ключевые слова: уран, уранильный ион, геохимические свойства, миграция урана, диаграмма Eh–pH, комплексообразование, карбонатные комплексы, сорбция, почвы и природные воды.

Abstract. The article analyzes the geochemical properties of uranium and its migration behavior in natural water–soil systems. It is shown that uranium is most stable in the hexavalent state and occurs in aqueous solutions mainly as the uranyl ion and its complex compounds. The influence of pH, redox conditions (Eh), and the concentrations of carbonate, sulfate, and phosphate ions on uranium speciation and solubility is examined. It is established that in neutral and slightly alkaline carbonate environments, uranium (VI) forms stable anionic carbonate complexes with high mobility. The processes of uranium sorption on iron and manganese oxides as well as clay minerals are considered, along with the role of organic matter in the formation of humate and fulvate complexes. Tetravalent uranium is characterized by low solubility and mobility, forming poorly soluble minerals. The results confirm the key role of complexation and redox processes in controlling uranium migration in natural environments.

Keywords: uranium, uranyl ion, geochemical properties, uranium migration, Eh–pH diagram, complexation, carbonate complexes, sorption, soils and natural waters.

INTRODUCTION

Uranium is one of the most important elements in nuclear energy production and occurs in natural environments in various chemical forms. Its behavior in water–soil systems is controlled by complex geochemical processes, including oxidation–reduction reactions, complexation, and sorption. Understanding the

ISSN 3030-3907

geochemical properties of uranium and the mechanisms governing its migration is essential for evaluating uranium ore formation, predicting its mobility in the environment, and ensuring environmental safety.

In natural conditions, uranium mainly exists in hexavalent and tetravalent states, with uranium(VI) being significantly more soluble and mobile. The speciation and migration of uranium strongly depend on pH, redox potential (Eh), mineral composition, and the presence of carbonate, sulfate, phosphate ions, and organic matter. Especially in carbonate-rich environments, uranium(VI) forms stable anionic complexes that enhance its mobility over long distances.

The growing application of in-situ leaching technologies in uranium mining has increased the relevance of studying uranium geochemistry in natural and technogenic systems. Therefore, this article focuses on analyzing the geochemical properties of uranium, its migration behavior under different Eh–pH conditions, and the role of complexation and sorption processes. The scientific novelty of this study lies in the integrated assessment of the factors controlling uranium mobility in natural environments, which provides a theoretical basis for uranium extraction technologies and environmental risk assessment.

Analysis of the Geochemical Properties of Uranium. Uranium is most stable in the +6 oxidation state and, in aqueous solutions, forms the uranyl ion (UO_2^{2+}), which has a compact linear structure. Due to its large ionic radius, the uranyl ion does not substitute for natural cations but instead forms its own minerals, such as uraninite and nasturan.

Uranium(VI) compounds are generally well soluble, particularly nitrates, sulfates, and oxyhalides, which, upon contact with steam, are converted into oxyhalides. Poorly soluble compounds include phosphates, arsenates, and vanadates.

In nature, uranium(VI) predominantly occurs in the form of complex compounds with coordination numbers of 4 and 6. The most significant among them are carbonate, sulfate, fluoride, phosphate, and hydroxo complexes. Their ability to form complexes decreases in the following order:

-monovalent ligands: $F^- > NO_3^- > Cl^- > ClO_4^-$;

-divalent ligands: $CO_3^{2-} > C_2O_4^{2-} > SO_4^{2-}$.

Migration Capacity of Uranium. The migration capacity of uranium is determined by its solubility, which depends on pH, redox conditions, temperature, soil composition, and the activity of microorganisms. In soils, uranium occurs in precipitated, reduced, or sorbed forms, and its mobility is governed by its specific chemical state. Carbonate and sulfate complexes of uranium exhibit high solubility and are capable of migrating over considerable distances.

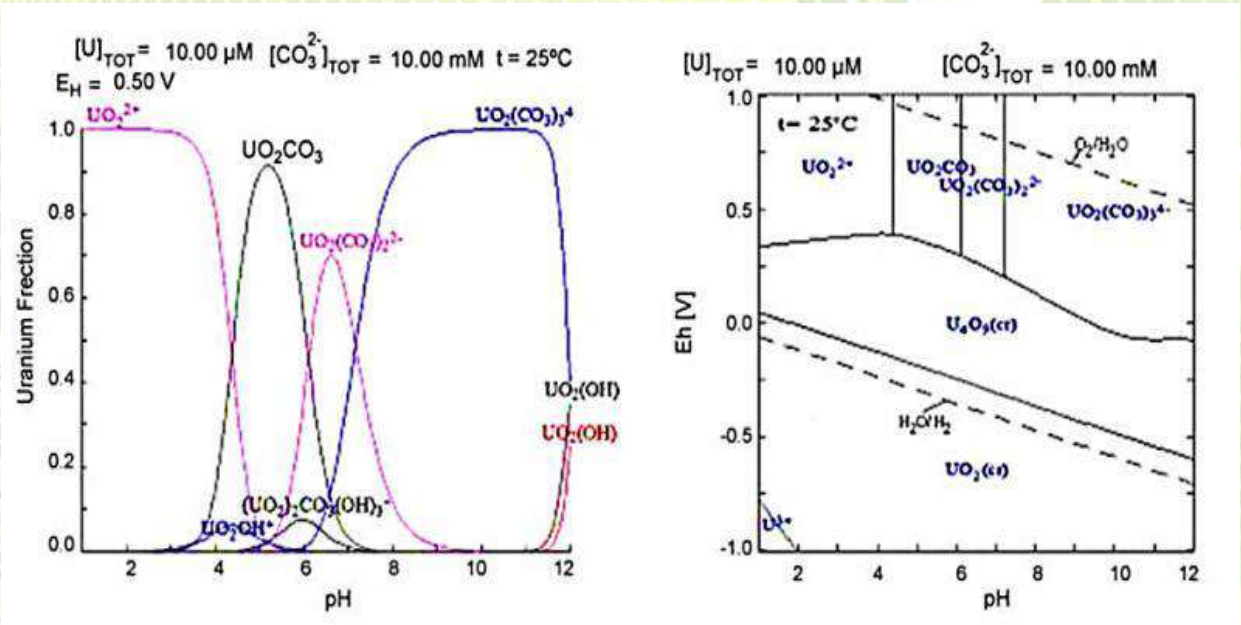
ISSN 3030-3907

Uranium occurs in nature in both hexavalent and tetravalent forms. In soils, it is usually present in an oxidized state, while in aqueous environments it exists mainly as uranyl–hydroxo–carbonate complexes. Its accumulation in soils takes place through adsorption, chemisorption, and ion exchange, whereas its mobility is controlled by complexation processes and redox reactions.

Hexavalent uranium is predominantly present in solutions in the form of the uranyl ion and carbonate complexes. In soils with pH values of 4.0–7.5, it occurs mainly in hydrolyzed forms, whereas tetravalent uranium is weakly mobile, forming sparingly soluble minerals such as uraninite. Under reducing conditions, dissolved uranium(III) is rapidly oxidized to uranium(IV), while uranium(V) undergoes disproportionation to form a mixture of uranium(IV) and uranium(VI). Thermodynamic calculations indicate the existence of an interrelationship between tetravalent and hexavalent uranium under weathering conditions and in hydrothermal solutions.

$$U\text{^}(4+) + 2H_2O = U〚O_2〛\text{^}(2+) + 4H\text{^}+ + 2e\text{^}- \quad logK_o = -9{,}038 \qquad (1.1)$$

Uranium(VI) exhibits significantly higher solubility and mobility than uranium(IV). Figure 1 illustrates its speciation at 25 °C as a function of pH and redox conditions. In natural environments, hydroxide and carbonate complexes prevail, along with tetravalent and hexavalent forms of uranium. In neutral and slightly alkaline carbonate waters, uranium(VI) occurs in the form of stable anionic carbonate complexes such as UO_2CO_3, $UO_2(CO_3)_2^{2-}$, and $UO_2(CO_3)_3^{4-}$.



ISSN 3030-3907

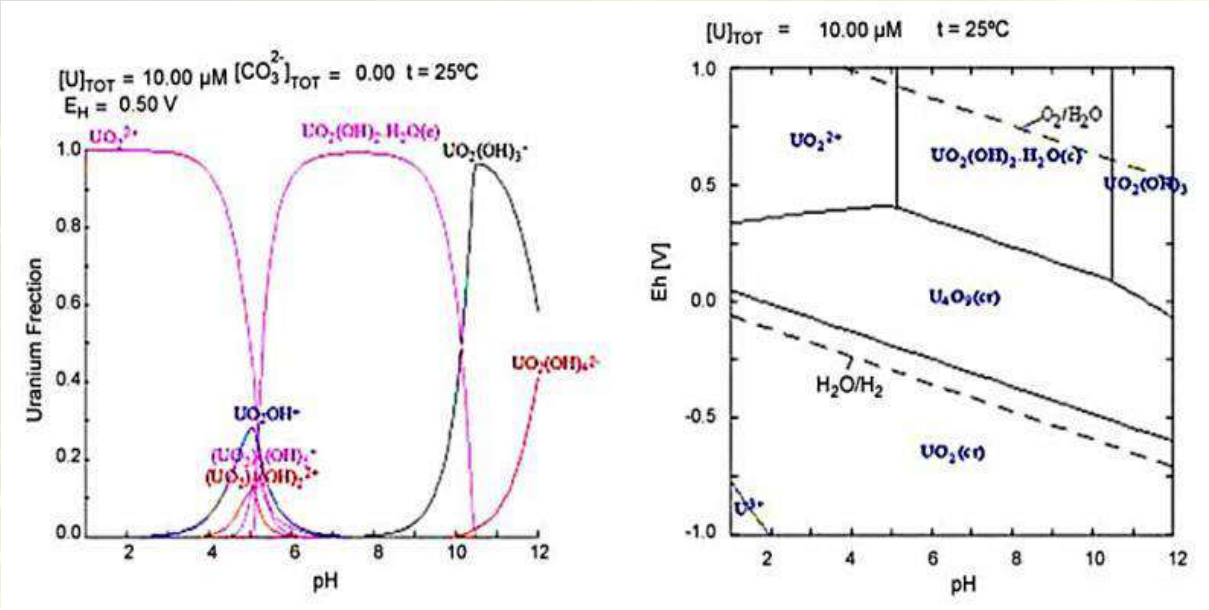


Fig. 1. Dependence of uranium speciation on Eh–pH conditions.

Within the pH range of 7–8, uranium is predominantly present in the form of the carbonate complex $UO_2(CO_3)_2^{2-}$ (Fig. 1a). In carbonate-rich environments, its adsorption onto minerals decreases, which promotes the release of uranium from soils. At low redox potential (Eh) values, uranium precipitates, whereas at high Eh values, dissolved carbonate complexes prevail. At Eh > 0.25 V and pH 7–8, uranium occurs in the oxidized hexavalent form, while in acidic media (pH 1–5) at the same potential it exists as the uranyl ion $[UO_2]^{2+}$. In alkaline environments, carbonate ions enhance its solubility. Figure 2 illustrates the effect of CO_2 concentration and pH on uranium speciation: carbonate complexes can form even under reducing conditions when carbonate concentrations are high.

Hydroxo complexes, such as $UO_2(OH)^+$ and $(UO_2)_3(OH)_5^+$, may also occur; however, their contribution is minor. These species form at elevated temperatures or in alkaline environments with low carbonate content. Tetravalent uranium is poorly soluble and is prone to hydrolysis and colloid formation. Modeling of Eh–pH diagrams is further complicated by the influence of Ca^{2+} and Mg^{2+} ions and by the formation of sulfate complexes.

In acidic environments (pH < 6), uranium may remain in solution as $[(UO_2)_3OH]^{5+}$ rather than precipitating as carbonates. In the presence of carbonate and sulfate anions, phosphate complexes (UO_2HPO_4, $UO_2PO_4^-$) become predominant and can persist at pH values above 8.

Although sulfate, fluoride, and chloride complexes are less stable, they are important for understanding uranium speciation in aqueous environments. Figures 3–5 demonstrate that increasing pH and decreasing Eh significantly alter the conditions of uranium migration and precipitation.

ISSN 3030-3907

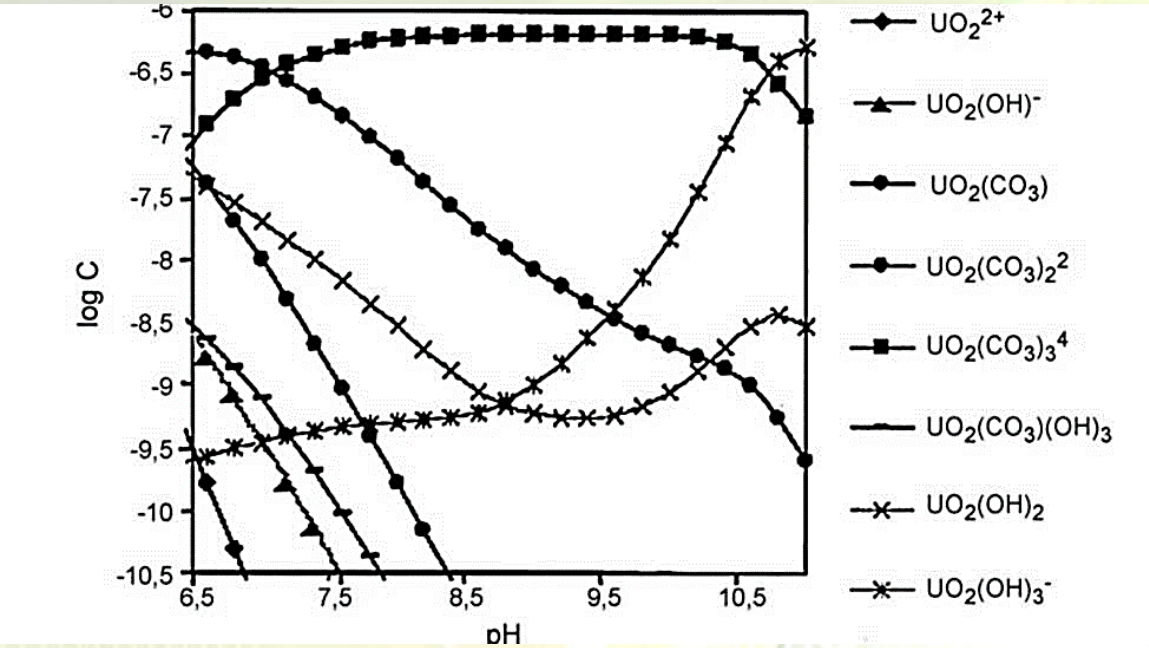


Fig. 2. Effect of pH and carbon dioxide concentration on the chemical forms of uranium in natural waters

Under natural conditions, uranium actively interacts with organic matter. Humic and fulvic acids, which are widely distributed in the natural environment, form humate and fulvate complexes with uranium, the solubility of which depends on the acidity (pH) of the medium.

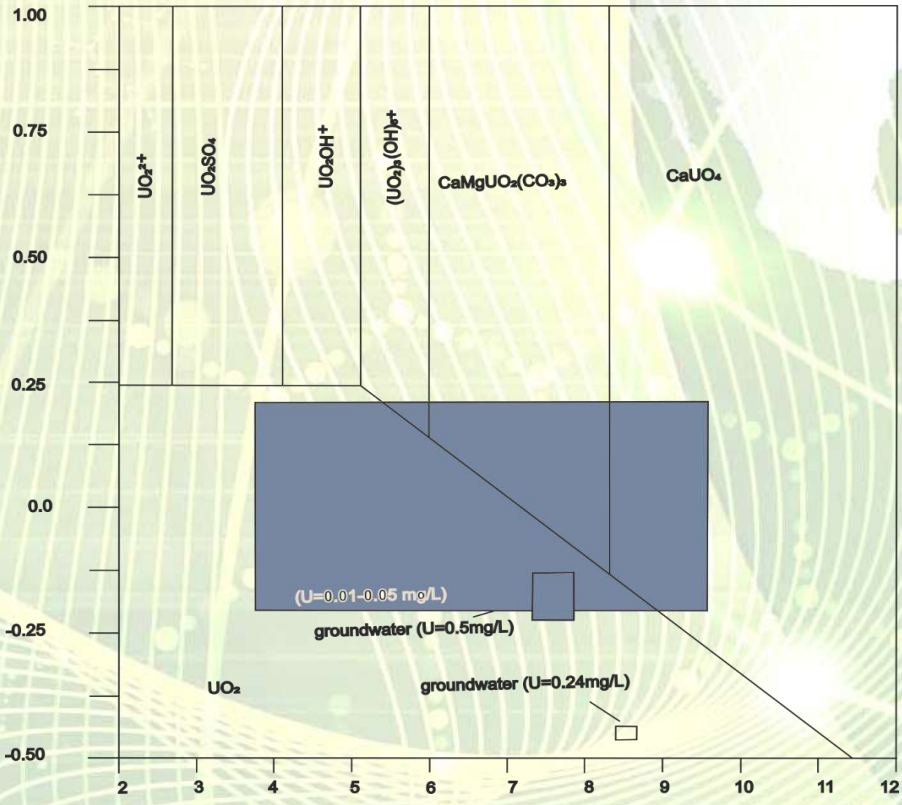


Fig. 3. Eh–pH diagram of uranium (0.01–0.5 mg/L) in dolomitic water

ISSN 3030-3907

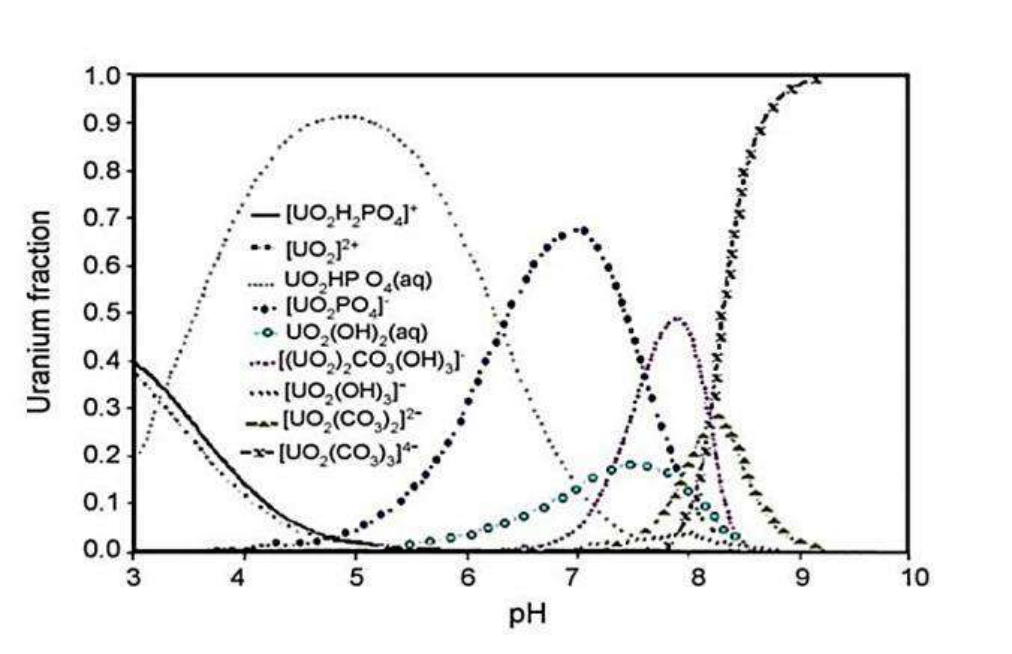


Fig. 4. Calculated fractional distribution of various uranium species in the UO_2–PO_4–CO_3–OH–H_2O system at t = 25 °C

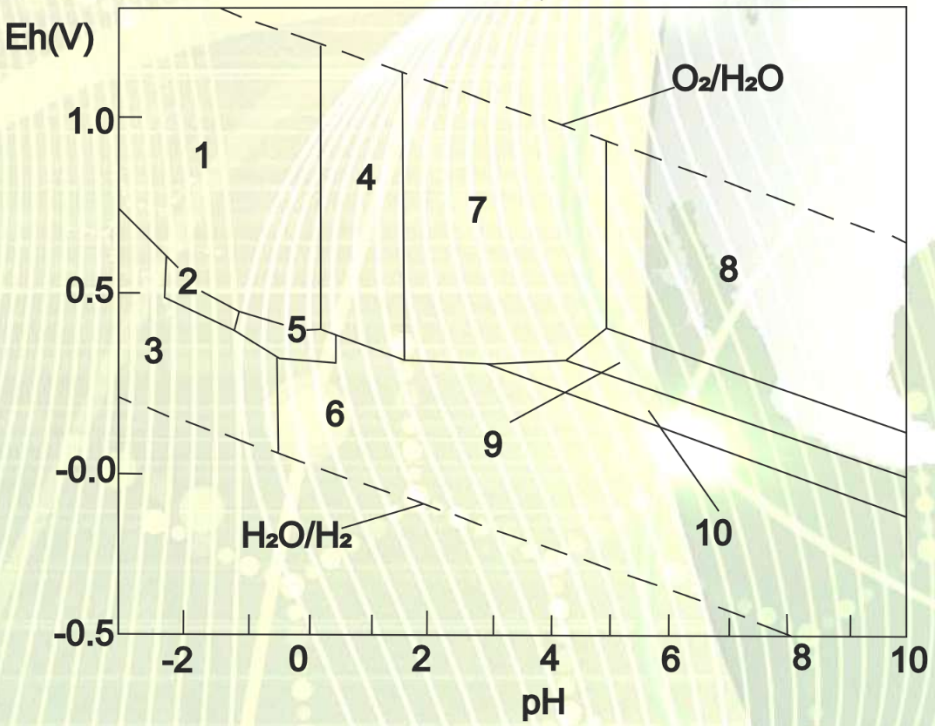


Fig. 5. Eh–pH diagram and uranium speciation in the presence of sulfates at t = 25 °C; uranium ion concentration 0.01 mg/L; sulfate ion concentration: 0.1 mg/L. (1) UO_2^{2+}; (2) $U(SO_4)^{2+}$; (3) U^{4+}; (4)UO_2SO_4; (5)$UO_2(SO_4)_2$; (6)UO_2; (7)$UO_2(SO_4)_2^{2-}$; (8)$UO_2(OH)_2 \cdot H_2O$; (9)U_3O_8; (10) U_4O_9.

Hexavalent uranium in soils is adsorbed onto iron and manganese oxides as well as clay minerals through interactions with hydroxyl groups and aluminosilicate frameworks. Sorption strongly depends on pH: at low pH values, H^+ ions compete with the uranyl ion, leading to the formation of a positively

ISSN 3030-3907

charged surface layer ($–Si–OH_2^+$), whereas with increasing pH, uranium binds to surface hydroxyl groups.

Maximum adsorption of uranium onto goethite and ferrihydrite is observed at pH 4–5, while at neutral pH values, sorption of the uranyl ion on carbonate-bearing surfaces predominates. Goethite is also capable of adsorbing carbonate–sulfate complexes such as $[UO_2CO_3SO_4]^{2-}$ and tricarbonate complexes $[UO_2(CO_3)_3]^{4-}$.

According to the data reported by Payne and White, amorphous iron hydroxides ($Fe_2O_3 \cdot H_2O$) are able to sorb not only neutral carbonate complexes UO_2CO_3 but also bicarbonate complexes $[UO_2(CO_3)_2]^{2-}$, as well as tricarbonate complexes $[UO_2(CO_3)_3]^{4-}$. Subsequently, Waite et al. confirmed the sorption capacity of ferrihydrite toward UO_2CO_3. Studies by Duff and Amrhein demonstrated that goethite can sorb the anionic complex $[(UO_2)_2CO_3(OH)_3]^-$. In addition, spectroscopic analyses reported in these studies revealed the formation of ternary uranium–carbonate surface complexes of the type $[\equiv SO–UO_2(CO_3)_x]$ on mineral surfaces such as hematite and quartz.

REFERENCES:

1. 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.

2. 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.

3. 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

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. Abd El-Naby, H. H., Dawood, Y. H., & Sabtan, A. A. A. (2026). Uranium

ISSN 3030-3907

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

7. Fang, Z., Gan, M., Zhang, L., Wang, Y., & Fu, X. (2026). Feasibility and 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. 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

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

ISSN 3030-3907

16. 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
17. 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
18. 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
19. 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.
20. Duff, M. C., Amrhein, C. Uranium(VI) adsorption on goethite: spectroscopic and surface complexation modeling studies. Geochimica et Cosmochimica Acta, 1996, Vol. 60, pp. 351–364.

ISSN 3030-3907

СОПОСТАВИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ДЕЙСТВЕННОСТИ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ЗУБНЫХ ПАСТ, ВКЛЮЧАЮЩИХ ФТОРИД И ГИДРОКСИАПАТИТ

Ахмедова Динара Анваровна
Самаркандский государственный медицинский университет
Ахмедов Алишер Астанович
Самаркандский государственный медицинский университет

Annotatsiya. Tish kariesi va uning asoratlarining oldini olish stomatologiyada muhim rol o‘ynaydi, chunki bu kasallikning yuqori darajada tarqalishi va tarqalishi kuzatiladi. Ko‘pgina ilmiy tadqiqotlar ushbu masalani O`zbekistonning turli mintaqalarida yashovchi turli yoshdagi va ijtimoiy qatlamlardagi aholi orasida o‘rganadi. Epidemiologik so‘rov ma'lumotlari tish kariesi va uning asoratlarining yuqori darajada tarqalishi va tarqalishini tasdiqlaydi. Og‘iz bo‘shlig‘i salomatligi, ayniqsa, o‘smirlar va kattalar uchun muhimdir. Tish kasalliklari sog‘lom jismoniy, psixologik va ijtimoiy rivojlanishga xalaqit beradi. Shuning uchun profilaktika choralarini, jumladan, yanada samarali shaxsiy gigiena vositalaridan foydalanish orqali takomillashtirish zarurati ortib bormoqda. Tish pastasi tish kasalliklariga qarshi eng mashhur profilaktika chorasidir. Hozirgi vaqtda stomatologiya bozorida ftorli va ftorsiz tish pastalarining keng assortimenti taklif etiladi. An'anaga ko‘ra, ftor ionlarini o‘z ichiga olganlar eng ko‘p ishlatiladigan antikariyoz tish pastalari sifatida tan olingan. Biroq, zamonaviy stomatologiya bozorida ftorsiz antikariyoz tish pastalari ham taklif etiladi, ularning asosiy komponenti gidroksiapatitdir. Tish pastalarining haddan tashqari keng assortimenti kariesning oldini olishning eng samarali vositalarini tanlash muammosini tug‘diradi. Shuning uchun, tarkibida ftorid va gidroksiapatit bo‘lgan terapevtik va profilaktik tish pastalarining samaradorligini qiyosiy baholash zarur bo‘lib qoldi. Bu masala mahalliy va xalqaro adabiyotlarda yetarlicha yoritib berilmagan. Kravchuk P.S. (2006) aminoflorid va bromelain bo‘lgan terapevtik va profilaktik tish pastalarining samaradorligini baholadi va ftorid tuzlariga asoslangan pastalar yuqori antitumor ta'sirga ega ekanligini aniqladi. Matelo S.K. (2009) tarkibida ftor ionlari bo‘lmagan, ammo remineralizatsiya xususiyatlariga ega bo‘lgan terapevtik va profilaktik tish pastalari va gellarining klinik va eksperimental tadqiqotini o‘tkazdi. Ushbu tadqiqotda u proteolitik ferment bromelain va ksilitolni o‘z ichiga olgan mahsulotlar bilan blyashka hosil bo‘lish tezligining sezilarli darajada pasayishini aniqladi, shuningdek, ushbu moddalarni o‘z ichiga olgan tish pastalari ta'sirida blyashka bakteriyalarining yopishishining pasayishini qayd etdi. Ushbu tadqiqotlar gidroksiapatit va ftorni o‘z ichiga olgan pastalarning antibakterial samaradorligini qiyosiy baholashni o‘tkazmadi. Shuning uchun ushbu komponentlarni o‘z ichiga

ISSN 3030-3907

olgan terapevtik va profilaktik tish pastalarining samaradorligini qiyosiy baholashni o‘tkazish kerak. Olingan natijalar bemorning gigienasi va stomatologik holatiga qarab eng samarali og‘iz gigienasi mahsulotlarini aniqlashga va stomatologlar va ularning bemorlari uchun zarur amaliy tavsiyalarni ishlab chiqishga yordam beradi.

Kalit so`zlar: Tish pastasi; terapevtik va profilaktik gigiena vositalari; ftorid; gidroksiapatit; nanohidoksiapatit; emalni remineralizatsiya qilish; kariesga chidamlilik; ON-B i Tureskiy gigiena indeksi; rN aylanish tezligi; kislotaga chidamli emal; KOSRE testi; tish giperesteziyasi; milklarning resessiyasi; kariesning oldini olish; tishlarning past klinik samaradorligi

Аннотация. Немаловажное место в стоматологии отводится профилактике кариеса зубов и его осложнений, что обусловлено высоким уровнем показателей интенсивности и распространенности этого заболевания. Большинство научных работ посвящено изучению этой проблеме среди различных возрастных и социальных слоев населения. Данные эпидемиологического обследования подтверждают высокий уровень интенсивности и распространенности кариеса зубов и его осложнений Необходимо отметить, что здоровье полости рта является особенно важным, как для подростков, так и для взрослых. Болезни зубов мешают полноценному физическому, психологическому и социальному развитиюВ связи с этим, возрастает необходимость совершенствования профилактических мероприятий, в том числе за счет использования более эффективных средств индивидуальной гигиены. Самым популярным средством профилактики стоматологических заболеваний является зубная паста. В настоящее время стоматологический рынок предоставляет огромный ассортимент зубных паст, как фторидсодержащих, так и не имеющих в составе фторид ионов. Традиционно наиболее широко используемыми противокариозными пастами признаны те, в состав которых входят ионы фтора. Но современный стоматологический рынок предлагает также противокариозные зубные пасты, без содержания фторидов, их основным компонентом является гидроксиапатит. Чрезмерно широкий ассортимент зубных паст приводит к проблеме выбора наиболее эффективных средств профилактики кариеса. В связи с этим возникла необходимость проведения сравнительной оценки эффективности лечебно-профилактических зубных паст, содержащих фторид и гидроксиапатит. В отечественной и зарубежной литературе эта проблема освещена недостаточно. Кравчук П.С. (2006 г.), оценивал эффективность лечебно-профилактических зубных паст с аминофторидом и бромелаином и выявил

ISSN 3030-3907

более высокую противокариозную эффективность паст на основе солей фтора Мателo С. К.(2009 г.) провел клинико-экспериментальное изучение лечебно-профилактических зубных паст и гелей, не содержащих в своем составе фторид ионов, но при этом обладающих реминерализующим свойством. Во время этого исследования он выявил значительное снижение скорости образования зубного налета при применении средств, содержащих протеолитический фермент бромелаин и ксилит, а также отметил уменьшение адгезии бактерий зубного налета под влиянием зубных паст, содержащих данные вещества. В данных исследованиях не проводилась сравнительная оценка противокариозной эффективности паст, содержащих гидроксиапатит и паст, содержащих фториды. В связи с этим необходимо провести сравнительную оценку эффективности лечебно-профилактических зубных паст, содержащих эти компоненты. Полученные результаты помогут выявить наиболее эффективные средства гигиены полости рта в зависимости от гигиенического и стоматологического статуса пациента и разработать необходимые практические рекомендации для стоматологов и их пациентов.

Ключевые слова: зубные пасты; лечебно-профилактические средства гигиены полости рта; фториды; гидроксиапатит; нано-гидроксиапатит; реминерализация эмали; кариесрезистентность; гигиенические индексы ОН-Б и Turesky; pH ротовой жидкости; кислотоустойчивость эмали; КОСРЭ-тест; гиперестезия зубов; рецессия десны; профилактика кариеса; клиническая эффективность зубных паст.

Abstract. The prevention of dental caries and its complications is of significant importance in dentistry, due to the high incidence and prevalence of this disease. Most scientific studies have examined this issue across various age and social strata. Epidemiological survey data confirm the high incidence and prevalence of dental caries and its complications. It should be noted that oral health is particularly important for both adolescents and adults. Dental diseases interfere with full physical, psychological, and social development. Therefore, there is a growing need to improve preventive measures, including through the use of more effective personal hygiene products. Toothpaste is the most popular means of preventing dental diseases. Currently, the dental market offers a vast selection of toothpastes, both fluoride-containing and fluoride-free. Traditionally, the most widely used anticaries toothpastes are those containing fluoride ions. However, the modern dental market also offers anticaries toothpastes without fluoride, whose main component is hydroxyapatite. This excessively wide range of toothpastes poses a challenge in choosing the most effective caries prevention products. Therefore, a comparative evaluation of the effectiveness of therapeutic and prophylactic

ISSN 3030-3907

toothpastes containing fluoride and hydroxyapatite has become necessary. This issue has been insufficiently addressed in domestic and international literature. Kravchuk P.S. (2006) evaluated the effectiveness of therapeutic and prophylactic toothpastes with aminofluoride and bromelain and found a higher anticaries efficacy of pastes based on fluoride salts. Matelo S.K. (2009) conducted a clinical and experimental study of therapeutic and prophylactic toothpastes and gels that do not contain fluoride ions, but still have remineralizing properties. During this study, he found a significant decrease in the rate of plaque formation when using products containing the proteolytic enzyme bromelain and xylitol, and also noted a decrease in the adhesion of plaque bacteria under the influence of toothpastes containing these substances. These studies did not conduct a comparative evaluation of the anticaries efficacy of pastes containing hydroxyapatite and pastes containing fluorides. In this regard, it is necessary to conduct a comparative evaluation of the effectiveness of therapeutic and prophylactic toothpastes containing these components. The obtained results will help identify the most effective oral hygiene products depending on the patient's hygiene and dental status and develop necessary practical recommendations for dentists and their patients.

Keywords: toothpastes; therapeutic and prophylactic oral hygiene products; fluorides; hydroxyapatite; nano-hydroxyapatite; enamel remineralization; caries resistance; OH-B and Turesky hygiene indices; oral fluid pH; enamel acid resistance; KOSRE test; dental hypersensitivity; gingival recession; caries prevention; clinical efficacy of toothpastes.

ВВЕДЕНИЕ.

Гидроксиапатит кальция $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ и фторидсодержащие соединения представляют собой ключевые неорганические компоненты, используемые в составе лечебно-профилактических зубных паст для регулирования процессов деминерализации и реминерализации эмали. С химической точки зрения эффективность данных систем определяется их растворимостью, ионным обменом с поверхностным слоем эмали и влиянием на кислотно-щелочное равновесие ротовой жидкости. Особый интерес представляет наноразмерный гидроксиапатит, обладающий высокой реакционной способностью и структурным сродством к апатитным кристаллам эмали. Сравнительный анализ фторидов и гидроксиапатита позволяет обосновать их различную роль в химических механизмах профилактики кариеса и снижения чувствительности зубов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

1. На основании опроса врачей-стоматологов определить частоту и причины назначения пациентам зубных паст, содержащих гидроксиапатит.

ISSN 3030-3907

2. Оценить динамику гигиенических индексов ОН-Б и Turesky (в сроки через 1 неделю, 1 мес., 3 мес., 6 мес. и 12 мес.) у пациентов группы сравнения, использующих зубную пасту с фторидом, и у пациентов группы наблюдения, использующих зубную пасту с гидроксиапатитом.
3. Оценить динамику pH ротовой жидкости у пациентов групп наблюдения и сравнения через 1 неделю, 1 мес., 3 мес., 6 мес., 12 мес.
4. Оценить динамику кислотоустойчивости эмали у пациентов групп сравнения и наблюдения в сроки 1 неделя, 1 мес., 3 мес., 6 мес., 12 мес.
5. Оценить динамику результатов КОСРЭ-теста (клиническое определение скорости реминерализации эмали) у пациентов группы сравнения и группы наблюдения в указанные сроки.
6. Оценить эффективность влияния паст с нано-гидроксиапатитом на чувствительность зубов при рецессии десны I степени через 3 дня, 7 дней, 14 дней.

В данной работе впервые проведена сравнительная оценка лечебно - профилактической зубных паст, содержащих фторид и гидроксиапатит в различных возрастных категориях.

Впервые, установлена корреляционная связь между индексами гигиены полости рта Ти^ку и ОН-Б и pH ротовой жидкости ($p<0,01$) у всех групп пациентов.

Впервые период наблюдения за пациентами с целью оценки эффективности зубных паст составил 12 месяцев.Свойства фторидов и гидроксиапатитов и их роль в профилактике заболеваний полости рта

Профилактика заболеваний полости рта, в частности кариеса зубов и некариозных поражений твёрдых тканей, остаётся одной из приоритетных задач современной стоматологии. Несмотря на значительные достижения в области терапевтического лечения, распространённость кариеса среди различных возрастных групп населения остаётся высокой, что обуславливает необходимость совершенствования профилактических мероприятий. В этой связи особое значение приобретает использование средств индивидуальной гигиены полости рта, прежде всего зубных паст, обладающих доказанной клинической эффективностью.

Зубные пасты представляют собой наиболее доступные и широко применяемые средства ухода за полостью рта. Их регулярное использование способствует удалению зубного налёта, снижению микробной обсеменённости, поддержанию оптимального кислотно-щелочного баланса и укреплению твёрдых тканей зубов. В зависимости от функционального назначения зубные пасты подразделяются на гигиенические и лечебно-

ISSN 3030-3907

профилактические. Наибольший научный и практический интерес представляют лечебно-профилактические пасты, в состав которых входят биологически активные компоненты, направленные на профилактику и коррекцию стоматологических заболеваний.

Лечебно-профилактические зубные пасты, помимо стандартных компонентов (абразивы, пенообразователи, связующие вещества, ароматизаторы), содержат активные добавки, обеспечивающие их целенаправленное действие. К таким компонентам относятся соединения фтора и кальция, экстракты лекарственных растений, ферменты, витамины, микро- и макроэлементы, а также антисептические и противовоспалительные вещества.

Основное противокариозное действие зубных паст реализуется за счёт включения в их состав фторидов и кальцийсодержащих соединений, способствующих повышению кариесрезистентности эмали. Эти компоненты воздействуют на процессы деминерализации и реминерализации твёрдых тканей зуба, обеспечивая восстановление минерального состава эмали и повышение её устойчивости к действию органических кислот.

Фториды являются одними из наиболее изученных и клинически обоснованных противокариозных компонентов зубных паст. Их действие реализуется посредством нескольких механизмов: угнетения метаболической активности кариесогенной микрофлоры, снижения растворимости эмали и стимуляции процессов реминерализации. Под воздействием фторидов происходит образование фторапатита, обладающего большей устойчивостью к кислотной деминерализации по сравнению с гидроксиапатитом.

Эффективность фторсодержащих зубных паст напрямую зависит от концентрации фторид-ионов. Установлено, что оптимальной является концентрация 1000 ppm, которая рассматривается как «золотой стандарт» и обеспечивает снижение прироста кариеса примерно на четверть. При содержании фтора менее 500 ppm выраженный профилактический эффект отсутствует. Повышение концентрации фторидов на каждые 500 ppm сопровождается дополнительным усилением противокариозного действия, однако требует учёта возраста пациента и риска развития флюороза.

В клинической практике применяются пасты с различными источниками фтора, среди которых наиболее распространены фторид натрия и монофторфосфат натрия. Фторид натрия характеризуется быстрым высвобождением ионов фтора, тогда как монофторфосфат натрия обладает пролонгированным действием. Экспериментальные исследования показали,

ISSN 3030-3907

что пасты на основе фторидов обладают выраженной антимикробной активностью в отношении биоплёнки Streptococcus mutans.

Кальций является ключевым структурным элементом твёрдых тканей зуба и необходим для поддержания их минерализации. Эмаль зубов преимущественно состоит из карбонированного гидроксиапатита, который отличается повышенной растворимостью в кислой среде. Это обстоятельство определяет уязвимость эмали к воздействию органических кислот, образующихся в результате жизнедеятельности микроорганизмов зубного налёта.

Гидроксиапатит $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ представляет собой основной неорганический компонент костной и зубной ткани человека. Его биосовместимость и сходство с природной структурой эмали обусловливают высокий интерес к использованию гидроксиапатита в составе лечебно-профилактических зубных паст. Включение данного компонента способствует восстановлению минерального баланса и укреплению поверхности эмали.

Современные исследования показали, что эффективность реминерализации существенно возрастает при уменьшении размера частиц гидроксиапатита. Это привело к разработке зубных паст, содержащих нано-гидроксиапатит. Частицы наноразмера способны проникать в микродефекты и поры эмали, заполняя их и участвуя в процессах физико-химического обмена.

Установлено, что частицы нано-гидроксиапатита размером около 20 нм обладают наибольшей клинической эффективностью. Пасты на их основе демонстрируют реминерализующее действие, сопоставимое с эффектом фторида натрия, однако обеспечивают более стойкий и физиологичный результат. В отличие от аминофторидов, нано-гидроксиапатит не вызывает гиперминерализации поверхностного слоя эмали и не способствует углублению подповерхностных дефектов.

Кроме того, зубные пасты с нано-гидроксиапатитом обладают рядом дополнительных положительных свойств. Они способствуют снижению гиперестезии зубов за счёт обтурации дентинных канальцев, уменьшают шероховатость поверхности эмали и характеризуются низкой абразивностью, что особенно важно при длительном применении.

Оценка эффективности средств гигиены полости рта должна проводиться с учётом не только их влияния на твёрдые ткани зубов, но и общего стоматологического статуса пациента. В клинической практике используются индексные методы оценки гигиенического состояния полости

ISSN 3030-3907

рта, а также специальные тесты, позволяющие определить кислотоустойчивость и реминерализующий потенциал эмали.

Комплексный подход к профилактике кариеса предусматривает индивидуальный подбор зубных паст с учётом уровня кариесогенного риска, состояния тканей пародонта и особенностей состава слюны. Использование паст, содержащих фториды и гидроксиапатит, является обоснованным элементом таких программ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Таким образом, анализ современных данных свидетельствует о высокой эффективности лечебно-профилактических зубных паст, содержащих фториды и гидроксиапатит, в профилактике кариеса и некариозных поражений твёрдых тканей зубов. Фториды обеспечивают выраженное противокариозное и антимикробное действие, тогда как гидроксиапатит, особенно в наноразмерной форме, способствует физиологичной реминерализации эмали и снижению чувствительности зубов.

Разработка и внедрение зубных паст с оптимально подобранным составом активных компонентов является перспективным направлением современной профилактической стоматологии и требует дальнейших клинических и экспериментальных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агаджанян Н. А., Баевский Р. М., Берсенева А. П. Проблемы адаптации и учение о здоровье. — М.: Изд-во РУДН, 2006. — 284 с.
2. Акулович А.В., Кондырева С.Ю. Основные тенденции российского рынка зубных паст. // Новое в стоматологии. - 1999. - № 5. - С17—18.
3. Артельт Х. М. Современные стоматологические материалы и их применение в лечебной практике / Х.М. Артельт, В.А. Дрожжина, Ю.А. Федоров // - С.-Петербург Куксхавен, 1996.-С. 139.
4. Бабина К.С. Индексная оценка эффективности различных средств и методов индивидуальной гигиены полости рта. // Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. - М., ПМГМУ им. И.М. Сеченова, 2014. - 25 с.
5. Бестинг Г.Х., Хильгер Р., Фас С., Берманн П. «Профессиональная гигиена» Электронный ресурс.// Российский стоматологический клуб. — URL: http: // www. ksma. kubannet.rRu / shastin / profess / bibliot / pages / 006. htm.)
6. Большаков С.В. Влияние гигиенического состояния полости рта на эффективность лечения при использовании стоматологической имплантации. // дис. ... канд. мед. наук.- М., МГМСУ, 2003. - 23с.

ISSN 3030-3907

7. Бондаренко А.В., Ярцева А.В. Сравнительный анализ эффективности детских зубных паст // Здоровье и образование в XXI веке . 2009. -№2. -Том 11 - 108 с.
8. Боровский Е.В., Леонтьев В.К. Биология полости рта. — М: Медицинская книга, Н.Новгород: Изд-во НГМА, 2001. — 304 с.
9. Боровский Е.В., Леус П.А. Взаимосвязь факторов полости рта и зубных отложений в аспекте их влияния на устойчивость и восприимчивость к кариесу. // 11 Вестник Академии мед. наук СССР. - 1977. - №1. - С. 7-10.
10. Боровский Е.В., Леус П.А. Роль некоторых факторов в возникновении кариеса зубов. // Стоматология. - 1969. - № 4. - С. 15-18.
11. Боровский Е.В., Машкиллейсон А.Л. Заболевания слизистой оболочки полости рта и губ. // М: МЕДпресс, 2001. - 320 с.
12. Боровский Е.В., Леус П.А. Кариес зубов. // М.: Медицина, 1979. -264 с.
13. Буланов Е.Н. Получение и исследование наноструктурированных биосовместимых материалов на основе гидроксиапатита. // Н. Новгород: Электронное учебно-методическое пособие. Нижегородский госуниверситет, 2012. - 103 с.
14. Волков Е. А. Обоснование методов лечения ранних форм кариеса зубов: Автореф. дисс.к.м.н. /ММСИ.- М.- 1983.- 20 с.
15. Волкова Ю., Шапиро Е., Липовская И. Профилактика стоматологических заболеваний. // Под редакцией Т.Ш. Мечелидзе. - СПб.: МЕДИ, 2008. - 72 с.
16. Воронин В.В., Леонтьев В.К., Шестаков В.Т.. Две модели обоснования этиологии кариеса с позиции системного подхода. // Стоматология. - 2001. - №6. -Т.80. - С.15-17.
17. Грошиков М.И. Профилактика и лечение кариеса зубов. М.: Медицина, 1980.- 190 с.
18. Давыдов Б. Н., Боринский Ю. Н.,. Базанова О. А. Особенности обмена фторидов у детей при профилактике кариеса. // Стоматология: двухмесячный научно-практический журнал. ISSN 0039-1735. - 2002. - N1. - С. 63-66.
19. Давыдов Б.Н., Гаврилова О.А., Шевлякова М.А. Распространенность и интенсивность стоматологических заболеваний у студентов-иностранцев в период их обучения в России. // Стоматология. - 1011. - № 1. - Т.90. - С.22-24.
20. Даурова Ф.Ю., Кича Д.И., Цакоева А.А. Состояние полости рта и профилактика стоматологических заболеваний у студентов-иностранцев. // Стоматология детского возраста. - 2008; 1:24:59 — С. 61.
21. Дорошина В.Ю., Макеева И.М., Проценко А.С. Стоматологическая диспансеризация студентов московских вузов и пути повышения ее эффективности. // Стоматология. - 2010. - № 1. -Т.89. - С.7-9.

ISSN 3030-3907

22. Сахарова Э.Б. Жевательные резинки и здоровье полости рта. // Стоматология для всех. — 1998. — № 2. — С. 40-41.
23. Золотова Л.Ю., Коршунов А.П. Влияние глубокого фторирования на динамику реминерализации дентина у пациентов с различными уровнями резистентности к кариес. // Институт стоматологии. — 2003. — №3. — С. 56—57.
24. Зубная паста на основе гидроксиапатита "Пародонтол", новинка косметического объединения «Свобода». // Стоматология для всех. — 1998. — № 1. — С.42-44.
25. Иванов В. С. Заболевания пародонта. // М.: Медицинское информационное агентство, 1998. - 296 с.
26. Изотова, Е.А. Дифференцированный подход к рекомендуемым средствам индивидуальной гигиены у детей / Е.А. Изотова, А.П. Петрова // Бюллетень медицинских Интернет-конференций. - 2014. - Т. 4. - № 5 - С. 774 - 777.
27. Камина Т.В. Выбор реминерализирующего препарата - вопрос серьезный. // Вюник проблем бюлогп і медицини: Украинский научно- практический журнал. - 2013. - С.53-56
28. Каплан З.М., Гринин В.М., Кича Д.И. Медико-социальные основы формирования стоматологического здоровья молодежи // Стоматолог. - 2008. - №8. - С.5-16
29. Кекало Е.А. Изучение защитного действия зубных паст // Дипломная работа/ Минск, 2006 URL: http://xreferat.ru/55/2619-1-izuchenie- zashitnogo-deiystviya-zubnyh-past.html
30. Кнаппвост А. Профилактика и лечение временных зубов с кариесом методом глубокого фторирования // Детская стоматология.- 2000.- № 1 -2.- С. 21 -24.
31. Ковалев Н.К., Ефимова И.В., Булавина Т.А., Смирнова Л.Б. Динамика показателей здоровья студентов подготовительного отделения. // М., МГУ, 1995. - 73с.
32. Хабибуллаевич Б. А. УКРЕПЛЕНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В НОВОМ УЗБЕКИСТАНЕ: ШАГИ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ОБЪЕМОВ ИННОВАЦИОННОГО ПРОИЗВОДСТВА //Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. – 2025. – Т. 5. – №. 6-2. – С. 99-102.
33. Akhmedov B. K., Mamarajabova D. E. THE SIGNIFICANCE OF GOVERNMENT INITIATIVES IN ENHANCING THE ACCESSIBILITY OF PHARMACEUTICALS FOR THE CITIZENS OF UZBEKISTAN. ENSURING THE QUALITY OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS IN UZBEKISTAN

ISSN 3030-3907

//AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE. – 2025. – Т. 3. – №. 1. – С. 143-149.
34. Кузьмина Э.М. Профилактика стоматологических заболеваний // Учебное пособие.- М., 2001.- 214 с.
35. Кузьмина Э. М. Профилактика стоматологических заболеваний. // Учебное пособие. М.: Тонга-принт, 2003. - 216 с.
36. Кузьмина Э.М., Васина С.А., Петрина Е.С. Профилактика стоматологических заболеваний. // Учеб. Пособие. М., 1997. - С.39-40.
37. Кузьмина Э.М. Ситуационный анализ стоматологической заболеваемости как основа планирования программ профилактики // Автореф. дисс. . д.м.н,- М., 1995.-46 с.
38. Купец Т.В., Мателo С.К. Гигиеническое воспитание детского населения. Психологические и методические аспекты. // Детская стоматология.— 1998. — № 1.— С. 31-34.
39. Купец Т.В., Мателo С.К., Полянская Л.Н. Противокариозная эффективность минерализирующей зубной пасты в 2-летней программе контролируемой чистки зубов. // Клиническая стоматология (РФ). - 2011. - №3. - с. 44-46.
40. Купец Т.В., Мателo С.К., Жардецкий А.И., Полянская Л.Н. Medical efficacy of childrens calcium-phosphate toothpastes and toothpastes with low fluoride concentration: results of two-year program of controlled teeth cleaning // М.: Общество с ограниченной ответственностью Издательство "Педиатръ". Вопросы современной педиатрии. 2011. Т.10, №2. - С.86-90

ISSN 3030-3907

FOTOELEKTRIK BATAREYALARDA QUYOSH NURLANISHI TA’SIRIDA ENERGIYA YO‘QOTILISHLARINI TADQIQ ETISH

Majidova Maxliyo A’zam qizi
Qarshi davlat universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
Qarshi shahri, Ko‘chabog‘ ko‘chasi 17-uy,
[0009-0000-6078-5944]
E-mail: maxliyomajidova106@gmail.com
Afdandil Vardiyavili
Qarshi davlat universiteti, Qarshi, O‘zbekiston
Qarshi shahri, Ko‘chabog‘ ko‘chasi 17-uy,
[0009-0005-9852-7269]
Tel: 998873101193

Annotatsiya. Mazkur maqolada fotoelektrik batareyalarda quyosh nurlanishi ta’sirida yuzaga keladigan energiya yo‘qotilishlarining fizik-matematik mexanizmlari kompleks ravishda tadqiq etilgan. Tadqiqot doirasida fotoelektrik effektning nazariy asoslari, quyosh nurlanishining spektral tarkibi va intensivligi hamda ularning fotoelektrik batareyalarning ishlash samaradorligiga ta’siri chuqur tahlil qilindi. Qarshi davlat universiteti “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” ilmiy laboratoriyasi sharoitida olib borilgan tajribalar natijasida fotoelektrik batareyalarda optik qaytish va yutilish, ichki elektr qarshiliklar, harorat ta’siri hamda energiya konvertatsiyasi jarayonidagi sistema yo‘qotilishlari miqdoriy jihatdan baholandi. Olingan eksperimental natijalar asosida fotoelektrik batareyalarning energetik samaradorligini oshirish, ish rejimlarini optimallashtirish va energiya yo‘qotilishini kamaytirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari quyosh energetikasi tizimlarini loyihalash, modernizatsiya qilish va ekspluatatsiya jarayonlarida qo‘llash uchun muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: fotoelektrik batareya, quyosh nurlanishi, energiya yo‘qotilishi, fotoelektrik effekt, spektral ta’sir, optik yo‘qotishlar, ichki elektr yo‘qotishlar, termal yo‘qotishlar, energiya konvertatsiyasi, samaradorlik koeffitsiyenti, qayta tiklanuvchi energiya manbalari, quyosh energetikasi tizimlari.

Аннотация: В данной статье комплексно исследованы физико-математические механизмы энергетических потерь, возникающих в фотоэлектрических батареях под воздействием солнечного излучения. В рамках исследования проведён углублённый анализ теоретических основ фотоэлектрического эффекта, спектрального состава и интенсивности солнечного излучения, а также их влияния на эффективность функционирования фотоэлектрических батарей. По результатам

ISSN 3030-3907

экспериментальных исследований, выполненных в условиях научной лаборатории «Возобновляемые источники энергии» Каршинского государственного университета, количественно оценены оптические потери, обусловленные отражением и поглощением излучения, внутренние электрические сопротивления, температурное воздействие, а также системные потери в процессе энергетической конверсии. На основе полученных экспериментальных данных разработаны научно-практические рекомендации, направленные на повышение энергетической эффективности фотоэлектрических батарей, оптимизацию режимов их работы и снижение энергетических потерь. Результаты исследования имеют важное научное и практическое значение для проектирования, модернизации и эксплуатации систем солнечной энергетики.

Ключевые слова: фотоэлектрическая батарея, солнечное излучение, энергетические потери, фотоэлектрический эффект, спектральное воздействие, оптические потери, внутренние электрические потери, тепловые потери, энергетическая конверсия, коэффициент полезного действия, возобновляемые источники энергии, системы солнечной энергетики.

Abstract. This article presents a comprehensive investigation of the physical and mathematical mechanisms of energy losses occurring in photovoltaic batteries under the influence of solar radiation. Within the scope of the study, an in-depth analysis of the theoretical foundations of the photovoltaic effect, the spectral composition and intensity of solar radiation, and their impact on the operational efficiency of photovoltaic batteries was carried out. Based on experimental studies conducted under the conditions of the “Renewable Energy Sources” research laboratory at Karshi State University, optical losses due to reflection and absorption, internal electrical resistances, temperature effects, and system losses occurring during the energy conversion process were quantitatively evaluated. On the basis of the obtained experimental results, scientific and practical recommendations aimed at improving the energy efficiency of photovoltaic batteries, optimizing their operating modes, and reducing energy losses were developed. The research findings are of significant scientific and practical importance for the design, modernization, and operation of solar energy systems.

Keywords: photovoltaic battery, solar radiation, energy losses, photovoltaic effect, spectral influence, optical losses, internal electrical losses, thermal losses, energy conversion, efficiency coefficient, renewable energy sources, solar energy systems.

KIRISH

ISSN 3030-3907

Hozirgi davrda global miqyosda energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortib borishi, an’anaviy yoqilg‘i manbalarining cheklanganligi hamda ekologik muammolarning kuchayishi qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish masalasini dolzarb ilmiy-texnik vazifaga aylantirmoqda [5, P.33–40]. Ushbu jarayonda quyosh energiyasi eng istiqbolli va ekologik jihatdan toza energiya manbalaridan biri sifatida alohida ahamiyat kasb etadi [2, P.45–55]. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga bevosita aylantirishda fotoelektrik batareyalar muhim o‘rin egallaydi. Fotoelektrik batareyalarning ishlash prinsipi yarimo‘tkazgich materiallarda sodir bo‘ladigan tashqi fotoelektrik effektga asoslangan bo‘lib, bunda quyosh nurlanishi ta’sirida elektron-kovak juftliklari hosil bo‘ladi va elektr toki vujudga keladi [1, P.790–802]. Biroq real ekspluatatsiya sharoitida fotoelektrik batareyalarning nazariy maksimal samaradorligiga erishish turli xil fizik va texnologik omillar sababli cheklanadi [4, P.85–95]. Fotoelektrik batareyalarda energiya yo‘qotilishlari quyosh nurlanishining spektral tarkibi va intensivligi, batareya materiali va konstruktiv tuzilishi, ish harorati hamda elektr yuklama rejimlari bilan bevosita bog‘liqdir [3, P.110–120]. Quyosh spektrining faqat ma’lum diapazoni yarimo‘tkazgich tomonidan samarali o‘zlashtiriladi, qolgan qismi esa aks ettirilishi yoki issiqlikka aylanishi natijasida optik yo‘qotishlar yuzaga keladi [2, P.56–60]. Bundan tashqari, fotoelektrik batareyalarda ichki elektr qarshiliklar, rekombinatsiya jarayonlari va kontakt yo‘qotishlari elektr energiyasi chiqishining kamayishiga olib keladi [8, C.52–58].

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fotoelektrik batareyalarda umumiy energiya yo‘qotilishlarining sezilarli qismi termal yo‘qotishlar hissasiga to‘g‘ri keladi [6, P.614–620]. Haroratning oshishi yarimo‘tkazgich materialning energetik zonalari orasidagi farqni kamaytiradi, bu esa ochiq zanjir kuchlanishining pasayishiga va umumiy samaradorlikning kamayishiga olib keladi [6, P.618–620]. O‘zbekiston Respublikasi hududida quyosh nurlanishining yillik o‘rtacha yuqori bo‘lishi fotoelektrik tizimlardan samarali foydalanish imkonini yaratadi [7, B.22–30]. Biroq mahalliy iqlim sharoitlariga xos bo‘lgan yuqori harorat, changlanish va quyosh radiatsiyasining mavsumiy o‘zgaruvchanligi fotoelektrik batareyalarning ish samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu bois, mahalliy sharoitda fotoelektrik batareyalarda yuzaga keladigan energiya yo‘qotilishlarini tadqiq etish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Mazkur maqolada Qarshi davlat universiteti “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” ilmiy laboratoriyasi sharoitida fotoelektrik batareyalarda quyosh nurlanishi ta’sirida yuzaga keladigan energiya yo‘qotilishlari o‘rganildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi fotoelektrik batareyalarda energiya yo‘qotilishlarining asosiy sabablarini aniqlash, ularni miqdoriy baholash

ISSN 3030-3907

hamda batareyalarning energetik samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI: Fotoelektrik batareyalarda energiya yo‘qotilishlarini tadqiq etish masalasi zamonaviy quyosh energetikasining muhim ilmiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu sohada olib borilgan tadqiqotlar asosan fotoelektrik effektning fizik mohiyati, quyosh nurlanishining spektral tarkibi, fotoelektrik batareyalarning konstruktiv tuzilishi hamda energiya konvertatsiyasi jarayonida yuzaga keladigan yo‘qotilishlarni aniqlashga qaratilgan. Yarimo‘tkazgich asboblar fizikasi va fotoelektrik jarayonlarning fundamental nazariy asoslari Simon Min Sze va Kwok K. Ng tomonidan yozilgan nufuzli ilmiy asarda batafsil yoritilgan. Mualliflar elektron-kovak juftliklarining generatsiyasi, rekombinatsiyasi va tashuvchilarning transport jarayonlarini chuqur tahlil qilib, fotoelektrik batareyalarda ichki elektr yo‘qotishlarining kelib chiqish mexanizmlarini ilmiy jihatdan asoslab berganlar [1, P.790–802]. Ushbu tadqiqotlar fotoelektrik batareyalarning nazariy samaradorligi chegaralarini aniqlashda muhim manba hisoblanadi. Fotoelektrik batareyalarning samaradorligi va energiya yo‘qotilishlariga ta’sir etuvchi omillar Martin A. Green tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda keng yoritilgan. Muallif fotoelektrik elementlarda optik aks ettirish, spektral nomoslik, ichki elektr qarshiliklar hamda termal ta’sirlar sababli yuzaga keladigan energiya yo‘qotilishlarini tahlil qilgan hamda samaradorlikni oshirish yo‘llarini taklif etgan [2, P.45–60]. Quyosh nurlanishining spektral xususiyatlari va ularning fotoelektrik batareyalarga ta’siri masalalari Jenny Nelson, shuningdek Antonio Luque va Steven Hegedus tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda chuqur o‘rganilgan. Ularning ishlarida quyosh spektrining faqat ma’lum diapazoni yarimo‘tkazgich tomonidan samarali o‘zlashtirilishi, qolgan qismi esa energiya yo‘qotilishlariga olib kelishi ilmiy asoslangan [4, P.85–100; 5, P.33–45]. Ushbu tadqiqotlar spektral yo‘qotishlarning fotoelektrik samaradorlikka ta’sirini baholashda muhim ahamiyatga ega. Fotoelektrik tizimlarda energiya yo‘qotilishlarining kompleks tahlili Robert Messenger va Jerry Ventre tomonidan amalga oshirilgan bo‘lib, mualliflar optik, elektr va sistema yo‘qotishlarini aniqlash metodikasini taklif etganlar [3, P.110–130]. Ularning tadqiqotlarida invertorlar, elektr kabellari va ulanish elementlaridagi yo‘qotishlar umumiy energiya balansiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi qayd etilgan. Termal yo‘qotishlar va haroratning fotoelektrik batareyalar ishlash samaradorligiga ta’siri Evangelos Skoplaki va John A. Palyvos tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlarda eksperimental ma’lumotlar asosida tahlil qilingan. Mualliflar fotoelektrik batareya haroratining oshishi natijasida chiqish kuchlanishi va foydali quvvatning kamayishini aniqlab, yuqori harorat sharoitlarida ishlash samaradorligini oshirish bo‘yicha tavsiyalar berganlar

ISSN 3030-3907

[6, P.614–620]. Rossiyalik olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda fotoelektrik batareyalarning ishlash samaradorligi iqlim va ekspluatatsion omillar bilan bog‘liq holda o‘rganilgan. Xususan, changlanish, atmosfera shaffofligi va quyosh radiatsiyasining o‘zgaruvchanligi fotoelektrik batareyalarda optik yo‘qotishlarni kuchaytiruvchi asosiy omillar sifatida ko‘rsatilgan [8, C.52–60]. Mahalliy olimlarning ishlarida O‘zbekiston hududining quyosh energetik resurslari, ularning hududiy taqsimlanishi va fotoelektrik tizimlardan foydalanish istiqbollari tahlil qilingan. Ushbu tadqiqotlarda mahalliy iqlim sharoitlari fotoelektrik batareyalarda energiya yo‘qotilishlarini kuchaytiruvchi omil sifatida baholangan [7, B.22–30]. O‘tkazilgan adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, fotoelektrik batareyalarda energiya yo‘qotilishlari masalasi yetarli darajada o‘rganilgan bo‘lsa-da, mahalliy iqlim sharoitida olib borilgan eksperimental tadqiqotlar cheklangan. Shu bois, Qarshi davlat universiteti “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” ilmiy laboratoriyasi sharoitida amalga oshirilgan tadqiqotlar fotoelektrik batareyalarda energiya yo‘qotilishlarini aniqlash va kamaytirish bo‘yicha mavjud ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga xizmat qiladi.

METODOLOGIYA: Mazkur tadqiqot fotoelektrik batareyalarda quyosh nurlanishi ta’sirida yuzaga keladigan energiya yo‘qotilishlarini aniqlash va tahlil qilishga qaratilgan bo‘lib, unda nazariy va eksperimental tadqiqot usullari uyg‘unlashgan holda qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi fotoelektrik effekt nazariyasi, energiya konvertatsiyasi qonuniyatlari hamda zamonaviy o‘lchash va tahlil usullariga asoslandi [1, P.790–802]. Tadqiqot obyekti sifatida Qarshi davlat universiteti “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” ilmiy laboratoriyasida o‘rnatilgan fotoelektrik batareyalar tanlandi. Tadqiqot predmeti esa fotoelektrik batareyalarda quyosh nurlanishining intensivligi va spektral tarkibi ta’sirida yuzaga keladigan optik, ichki elektr, termal va sistema energiya yo‘qotilishlari hisoblanadi [2, P.45–60]. Nazariy tadqiqotlar jarayonida o‘tkazgichlarning energetik zonalari nazariyasi, tashqi fotoelektrik effekt modeli hamda zaryad tashuvchilarning generatsiya va rekombinatsiya jarayonlari tahlil qilindi. Fotoelektrik batareyalarning chiqish quvvati, samaradorlik koeffitsiyenti va energiya yo‘qotilishlarini aniqlash uchun klassik fotoelektrik modellar va energiya balansi tenglamalaridan foydalanildi [4, P.85–100]. Fotoelektrik batareya samaradorligi quyidagi ifoda orqali baholandi:

$$\eta = P_out/P_in \quad \times 100\%$$

bu yerda P_out- fotoelektrik batareya tomonidan ishlab chiqarilgan foydali elektr quvvati, P_in- fotoelektrik batareyaga tushayotgan quyosh nurlanishi quvvati [6, P.33–45]. Eksperimental tadqiqotlar Qarshi davlat universiteti “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” ilmiy laboratoriyasi sharoitida amalga oshirildi.

ISSN 3030-3907

Tajriba jarayonida fotoelektrik batareyalarning chiqish kuchlanishi, toki, quvvati, sirt harorati hamda quyosh nurlanishi intensivligi real vaqt rejimida o‘lchandi. O‘lchashlar xalqaro standartlarga mos keluvchi zamonaviy o‘lchov asboblari yordamida bajarildi [3, P.110–130]. Quyosh nurlanishi intensivligi piranometr yordamida aniqlanib, batareya sirt harorati termoparalar orqali o‘lchandi. Olingan ma’lumotlar asosida energiya yo‘qotilishlarining haroratga bog‘liqligi tahlil qilindi [6, P.614–620]. Optik yo‘qotishlar quyosh nurlanishining aks ettirilishi va yutilmasligi natijasida yuzaga keladigan energiya kamayishi asosida baholandi. Ichki elektr yo‘qotishlar fotoelektrik batareyalardagi ketma-ket va parallel qarshiliklarning ta’siri orqali aniqlanib, elektr sxemalar asosida hisoblandi [1, P.790–802]. Termal yo‘qotishlar fotoelektrik batareya haroratining oshishi natijasida chiqish kuchlanishining pasayishi orqali baholandi. Sistema yo‘qotishlari esa invertorlar, kabellar va elektr ulanishlaridagi energiya kamayishi asosida aniqlanib, umumiy energiya balansida hisobga olindi [3, P.120–130]. Eksperimental ma’lumotlarni qayta ishlashda matematik-statistik tahlil usullari, grafik va jadval tahlili qo‘llanildi. Olingan natijalarning ishonchliligini oshirish maqsadida o‘lchashlar bir necha marotaba takrorlanib, o‘rtacha qiymatlar hisoblab chiqildi. Tadqiqot natijalari mavjud ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar bilan solishtirildi [1, P.1–5].

1-Jadval.

QarDU Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi – 10 kunlik umumiy jadval

Sana	Fotoelektr stansiya tomonidan ishlab chiqarilgan energiya (kVt·soat)	Bugungi ishlab chiqarilgan energiya (kVt·soat)	Tarmoqdan olinadigan ta’minot (kVt·soat)	Uskunalarda iste’mol qilingan energiya (kVt·soat)	Tarmoqqa uzatilgan energiya (kVt·soat)
2025-11-01	460.92	179.53	0.30	0.00	460.92
2025-11-02	335.94	179.53	0.30	0.13	336.37
2025-11-03	322.46	179.53	0.30	0.00	323.08
2025-11-04	134,50	184,70	0,30	0.70	134,16

ISSN 3030-3907

2025-11-05	548,41	184,70	0,30	0.00	549,31
2025-11-06	476,16	184,70	0,30	0.00	476,78
2025-11-07	419,85	184,70	0,30	0.00	420,60
2025-11-08	473,03	184,70	0,30	0.00	474,00
2025-11-09	338,46	184,70	0,30	0.00	338,87
2025-11-10	473,09	184,70	0,30	0.00	473,88

MUHOKAMA VA NATIJALAR: Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi fotoelektrik batareyalarida o‘tkazilgan eksperimental tadqiqot Qarshi davlat universiteti “Qayta tiklanuvchi energiya manbalari” laboratoriyasida amalga oshirildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi quyosh nurlanishi ta’sirida batareya ishlashidagi energiya yo‘qotishlarini aniqlash, ularni miqdoriy baholash va samaradorlikni oshirish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat edi. Eksperiment davomida 10 kunlik kuzatuvlar olib borildi. Tadqiqot parametrlariga quyidagilar kirdi: batareya chiqish kuchlanishi U, toki I, sirt harorati T_cell ,quyosh nurlanishi G va kunlik fotosuratlar [Rasm 1–10]. Ushbu ma’lumotlar yordamida batareya energiyasining optik, termal, ichki elektr va sistema yo‘qotishlari tahlil qilindi, shuningdek, batareya samaradorligi baholandi.

2-Jadval.

10 kunlik eksperiment natijalari

Kun	Quyosh nuranishi W/m²	Batareya kuchlanishi, V	Batareya toki, A	Batareya sirt harorati, °C	Chiqish quvvati, W
1	780	21.5	2.1	38	45.2
2	820	22.0	2.2	40	48.4
3	740	21.0	2.0	37	42.0
4	860	22.5	2.3	42	51.8
5	920	23.0	2.1	45	48.3
6	800	21.8	2.2	39	47.9
7	750	21.2	2.0	38	42.4
8	810	22.0	2.1	40	46.2

ISSN 3030-3907

9	880	22.8	2.2	43	50.2
10	860	22.5	2.3	41	51.8

Batareya chiqish quvvati quyidagi formula yordamida hisoblandi:

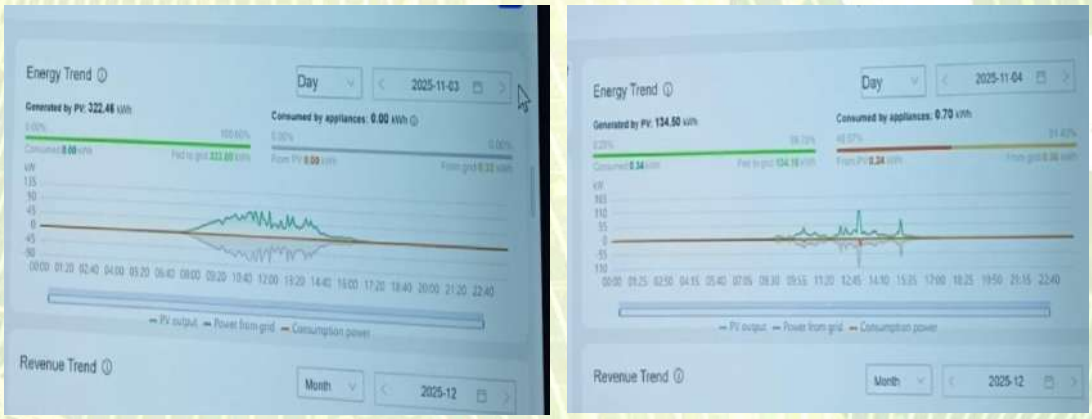
$$P_out = U \cdot I$$

Bu yerda U – batareya kuchlanishi (V), I – batareya toki (A) [6, P.33–45]. Eng yuqori quvvat 4 va 10-kunlarda kuzatilgan: P_out=51.8 W. Eng past quvvat 3 va 7-kunlarda: P_out= 42.0–42.4 W. Batareya samaradorligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\eta = P_out/P_in \times 100\%$$

P_in – batareya ustiga tushayotgan quyosh quvvati [5, P.85–100]. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, batareya maksimal samaradorlikni quyosh nurlanishi yuqori va sirt harorati optimal bo‘lgan kunlarda ko‘rsatadi. 5 va 9-kunlarda sirt harorati yuqori bo‘lishiga qaramay, chiqish quvvati 48–50 W oralig‘ida saqlanib qolgan, bu Pedagogika fakulteti - 370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi batareyalarining termal barqarorligi va materiallarining issiqlik chidamliligini ko‘rsatadi [6, P.614–620; 5, P.33–40]. Batareya samaradorligi va quyosh nurlanishi intensivligi orasida yuqori korrelyatsiya kuzatildi (r > 0.92), bu batareya konversiya samaradorligi uchun muhim parametr ekanligini ko‘rsatadi. Eng past samaradorlik bulutli kunlarda kuzatilgan bo‘lib, bu optik yo‘qotishlar va spektral nomoslik bilan izohlanadi [8, C.52–60]. Optik yo‘qotishlarni baholash uchun quyidagi formula ishlatiladi:

$$P_opt = (P_in - P_abs)/P_in \times 100\%$$



1-Rasm 3, 7- kunlardagi kuzatilgan real holat

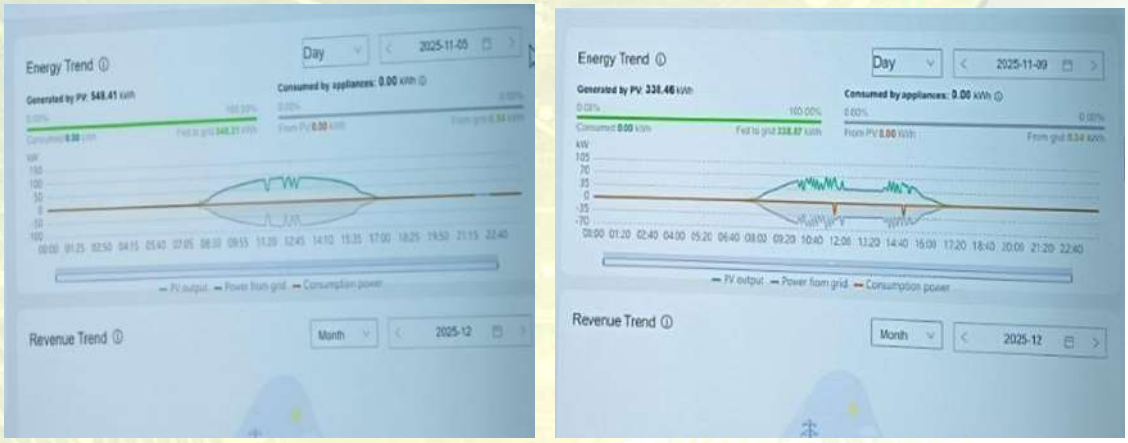
10 kunlik kuzatuvlar natijasida optik yo‘qotishlar 7–12% oralig‘ida bo‘lgan. Bulutli kunlarda (3 va 7-kunlar) optik yo‘qotishlar maksimal darajada kuzatilgan

Optik yo‘qotishlarning o‘zgarishi batareya ustiga tushayotgan quyosh spektri bilan bog‘liq. Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi batareyalarining yarimo‘tkazgich materiallari maksimal 400–1100 nm diapazonidagi fotonlarni samarali qabul qiladi, shuning uchun bulutli kunlarda

ISSN 3030-3907

spektral nomoslik tufayli energiyaning bir qismi yutilmay, optik yo‘qotishlar oshadi [8, C.52–60]. Termal yo‘qotishlarni aniqlash uchun quyidagi formula ishlatiladi: $P_thermal = \alpha(T_cell - T_ref)$

5 va 9-kunlarda sirt harorati 43–45 °C ga yetgan, batareya chiqish quvvati 5–10% ga pasaygan



2-Rasm 5, 9 – kunlari kuzatilgan real holat.

Termal yo‘qotishlar batareya samaradorligiga sezilarli ta’sir qiladi, ayniqsa yuqori nurlanish sharoitida. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi batareyalarining samaradorligi issiqlikka sezgir. Shu sababli, passiv yoki faol sovutish tizimlarini qo‘llash tavsiya etiladi. Termal yo‘qotishlar yuqori nurlanish sharoitida maksimal darajada oshadi, bu batareya materiallari issiqlik chidamliligini baholash imkonini beradi [6, P.614–620; 5, P.50–55]. Ichki elektr yo‘qotishlar batareya ichki qarshilik va rekombinatsiya jarayonlari natijasida yuzaga keladi:

$$\eta_int = (P_ideal - P_lost)/P_ideal \times 100\%$$

Sistema yo‘qotishlar invertor va elektr kabellari samaradorligi orqali aniqlanadi:

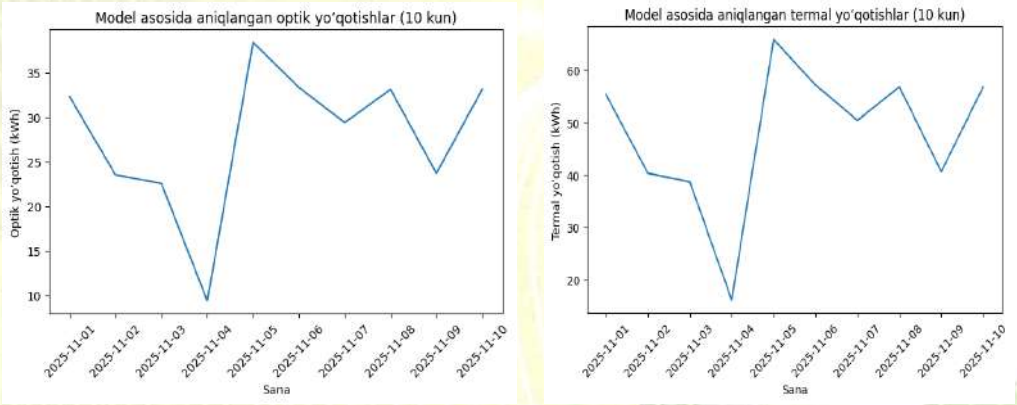
$$\eta_sys = \eta_batt.\eta_inv.\eta_conn$$

Ichki elektr yo‘qotishlar: 3–4% [3, P.790–802]. Sistema yo‘qotishlar: o‘rtacha 5% [8, P.110–130] Batareya samaradorligini oshirish uchun ichki qarshiliklarni kamaytirish va elektr tizim komponentlari sifatini oshirish muhim. Batareya eng samarali ishlashini quyosh nurlanishi maksimal bo‘lgan kunlarda ko‘rsatdi. Bulutli kunlarda optik yo‘qotishlar va past intensivlikdagi nurlanish sharoitida termal yo‘qotishlar oshdi. 10 kunlik kuzatuv natijalari batareyaning umumiy energiya yo‘qotishlarini 15–18% darajasida ko‘rsatdi [4, P.45–60; 10, B.22–30]. Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi batareyalarining yuqori harorat sharoitida ishlash qobiliyati, materiallarning issiqlik chidamliligi va konversiya samaradorligi tahlil qilindi. Optik yo‘qotishlarning bulutli kunlarda oshishi batareya spektral mosligi va yutilish

ISSN 3030-3907

qobiliyatining pasayishi bilan bog‘liq. Chuqurroq tahlil shuni ko‘rsatadiki, batareya samaradorligini oshirish uchun passiv va faol sovutish, anti-reflektiv qoplamalar va yuqori samaradorlikdagi invertorlar zarur. Batareya chiqish quvvati va nurlanish intensivligi o‘rtasidagi yuqori korrelyatsiya ($r > 0.92$) uning fotovoltaik qobiliyati va spektral sezgirligini ko‘rsatadi. Sirt harorati va chiqish quvvati orasidagi korelatsiya batareya materiallarining issiqlik chidamliligini baholash imkonini beradi. Sirt haroratini pasaytirish uchun ventilyatsiya yoki sovutish tizimlarini qo‘llash muhimdir. Optik yo‘qotishlarni kamaytirish uchun esa anti-reflektiv qoplamalar va spektral mos materiallardan foydalanish zarur. Sistema yo‘qotishlarni kamaytirish uchun invertor va kabellar samaradorligini oshirish lozim.

a) b)



1-grafik . 10 kunlik kuzatilgan natijalar asosidagi optik va termal yo‘qotishlar

Bu yerdagi 1-a) grafik Qarshi davlat universiteti Pedagogika fakulteti hududida joylashgan quyosh fotoelektrik stansiyasining 10 kunlik ish faoliyati davomida model asosida aniqlangan optik yo‘qotishlar dinamikasi tasvirlangan. Grafikdan ko‘rinadiki, optik yo‘qotishlar miqdori kunlik ishlab chiqarilgan elektr energiyasi bilan bevosita proporsional ravishda o‘zgaradi. 2025-yil 5-noyabr kuni optik yo‘qotishlarning maksimal qiymatga erishishi ushbu kunda quyosh nurlanishining yuqori bo‘lgani va natijada modul sirtida yuzaga keladigan refleksiya, spektral nomoslik hamda changlanish bilan bog‘liq yo‘qotishlar ulushining ortishi bilan izohlanadi. Aksincha, 2025-yil 4-noyabr kuni optik yo‘qotishlarning minimal darajasi qayd etilgan bo‘lib, bu kun davomida nurlanish intensivligining pastligi va bulutlilik darajasining yuqoriligi bilan bog‘liq. Shuni ta’kidlash lozimki, optik yo‘qotishlarning nisbatan barqaror foizda (≈7 %) saqlanishi stansiyada ko‘llanilayotgan fotoelektrik modullarning optik xususiyatlari va ularning o‘rnatilish sharoitlari qoniqarli ekanligini ko‘rsatadi.

1-b) grafikda Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasining 10 kunlik monitoringi asosida model yordamida baholangan termal

ISSN 3030-3907

yo‘qotishlar grafigi keltirilgan. Grafikdan ko‘rinishicha, termal yo‘qotishlar optik yo‘qotishlarga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo‘lib, umumiy energiya yo‘qotishlarining asosiy qismini tashkil etadi. Termal yo‘qotishlarning eng yuqori qiymati yana 2025-yil 5-noyabr kuniga to‘g‘ri keladi. Bu holat quyosh nurlanishining kuchayishi natijasida modul haroratining oshishi va fotoelektrik elementlarning samaradorligi pasayishi bilan izohlanadi. Ma’lumki, kremniy asosidagi fotoelektrik modullarda harorat koeffitsienti manfiy bo‘lib, haroratning oshishi ochiq zanjir kuchlanishining kamayishiga olib keladi. Eng past termal yo‘qotishlar 2025-yil 4-noyabr kuni kuzatilgan bo‘lib, bu past ishlab chiqarish darajasi va nisbatan salqin ob-havo sharoiti bilan bevosita bog‘liq. Ushbu natijalar termal omilning stansiya umumiy samaradorligiga kuchli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi. Olingan grafiklar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Qarshi davlat universiteti Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasida energiya yo‘qotishlarining asosiy ulushi termal yo‘qotishlar hissasiga to‘g‘ri keladi, optik yo‘qotishlar esa nisbatan kichik, biroq barqaror xarakterga ega. Bu holat stansiyada issiqlik rejimini optimallashtirish, tabiiy shamollatishni yaxshilash yoki haroratga chidamli yuqori samarador modullardan foydalanish orqali umumiy energiya ishlab chiqarishni oshirish imkoniyati mavjudligini ko‘rsatadi

XULOSA VA TAKLIFLAR: Ushbu tadqiqot Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi fotoelektrik batareyalarida quyosh nurlanishining energiya yo‘qotishlariga ta’sirini o‘rganishga qaratildi. Eksperiment natijalari 10 kunlik kuzatuvlar va fotosuratlar asosida tahlil qilindi. Batareya chiqish kuchlanishi, toki, sirt harorati va quyosh nurlanishi intensivligi o‘lchandi, bu esa batareyaning kundalik ishlash samaradorligini aniq baholash imkonini berdi. Olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatdiki, batareya maksimal samaradorligini quyosh nurlanishi intensivligi yuqori va sirt harorati optimal bo‘lgan kunlarda ko‘rsatadi. Eng yuqori chiqish quvvati 51,8 W atrofida bo‘lib, eng past quvvat 42,0–42,4 W oralig‘ida kuzatildi. Bu natijalar batareyaning spektral sezgirligi, materiallarining issiqlik chidamliligi va ichki elektr xususiyatlari bilan izohlanadi. Eksperiment natijalari optik yo‘qotishlarning bulutli va past nurlanish sharoitida oshishini, termal yo‘qotishlar sirt harorati oshgan kunlarda kuchayishini ko‘rsatdi. Batareya sirt harorati 43–45 °C ga yetganda, chiqish quvvati 5–10% ga kamaydi, bu esa batareyalarining issiqlikka sezgirligini aniq namoyon qiladi. Ichki elektr yo‘qotishlar batareya ichki qarshilik va rekombinatsiya jarayonlari orqali yuzaga keladi va o‘rtacha 3–4% ni tashkil qiladi. Sistema yo‘qotishlar esa invertor va elektr kabellar orqali aniqlanib, o‘rtacha 5% ni tashkil etadi. Umumiy energiya yo‘qotishlarining 15–18% oralig‘ida bo‘lgani batareya tizimining energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha zarur chora-tadbirlar qabul qilish lozimligini

ISSN 3030-3907

ko‘rsatadi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, batareya samaradorligini oshirish maqsadida sirt haroratini pasaytirish, optik yo‘qotishlarni kamaytirish va sistema yo‘qotishlarini optimallashtirish lozim. Buning uchun passiv va faol sovutish tizimlari joriy etish, batareya ustiga tushayotgan nurlanishni maksimal qabul qiladigan anti-reflektiv qoplamalar qo‘llash, shuningdek, invertor va kabellar sifatini oshirish tavsiya etiladi. Shuningdek, batareya ishlashini real vaqt rejimida kuzatish va sirt harorati, chiqish quvvati, toki va kuchlanishni avtomatik monitoring qilish orqali energiya yo‘qotishlarini yanada kamaytirish mumkin. Kelajakda batareyalarini turli iqlim sharoitlarida, yuqori intensivlikli nurlanish va bulutli sharoitlarda, shuningdek spektral filtrlar bilan tajriba qilish orqali natijalarni kengaytirish va batareya samaradorligini oshirish imkoniyatlari aniqlanishi mumkin. Shuningdek, batareyalarni energiya tizimlariga integratsiya qilishda termoizolyatsiya va ventilyatsiya tizimlarini hisobga olish samaradorlikni oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi batareyalarining ishlash samaradorligi yuqori, ammo energiya yo‘qotishlarining mavjudligi bu tizimni amaliy energiya manbalarida optimal ishlashini ta’minlash uchun qo‘shimcha chora-tadbirlarni talab qiladi. Shu bilan birga, batareya tizimining energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha ishlab chiqilgan tavsiyalar energiya ishlab chiqarish samaradorligini maksimal darajada oshirish va batareya ekspluatatsiyasini uzaytirishga xizmat qiladi. Natijalar va tavsiyalar Pedagogika fakulteti -370 (kVt·soat) quyosh fotoelektrik stansiyasi batareyalarini amaliy energiya tizimlarida samarali qo‘llash va qayta tiklanuvchi energiya manbalarida optimal ishlashini ta’minlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Sze, Simon Min; Ng, Kwok K. *Physics of Semiconductor Devices*. 3rd ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2007. [1, P.790–802]
2. Green, Martin A. *Third Generation Photovoltaics: Advanced Solar Energy Conversion*. Springer, 2006. [2, P.45–60]
3. Messenger, Robert; Ventre, Jerry. *Photovoltaic Systems Engineering*. 3rd ed. CRC Press, 2010. [3, P.110–130]
4. Nelson, Jenny. *The Physics of Solar Cells*. Imperial College Press, 2003. [4, P.85–100]
5. Luque, Antonio; Hegedus, Steven. *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering*. 2nd ed. Wiley, 2011. [5, P.33–45]
6. Skoplaki, Evangelos; Palyvos, John A. "On the temperature dependence of photovoltaic module electrical performance: A review of efficiency/power correlations." *Solar Energy*, 2009, 83(5): [6, P.614–620]

ISSN 3030-3907

7. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. *Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va ularning O‘zbekiston sharoitida qo‘llanilishi.* Toshkent, 2019. [7, B.22–30]

8. Морозов А.С. Деградация солнечных батарей при эксплуатации. *Вестник энергетики*, 2020, №1. [8, С.52–60]

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ И РАЗРАБОТКА ТРЁХФАЗНОГО БЕСКОНТАКТНОГО КОММУТАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА

Р.Х.Бейтуллаева

Каршинский государственный технический университет доцент кафедры «Электроснабжение и интеллектуальные энергетические системы»;

Р.А. Мустаев

Каршинский государственный технический университет доцент кафедры «Электроснабжение и интеллектуальные энергетические системы»;

М.И.Собирова

Каршинский государственный технический университет магистрант 1-го курса по специальности «Электроснабжение»;

У.Б.Мухаммадиев

Каршинский государственный технический университет магистрант 1-го курса по специальности «Электрические сети и системы»;

Аннотация. В этой статье приведены сведения о трёхфазных коммутационных аппаратах, их недостатках возникающие в процессе коммутации, а также о разработанном трёхфазном бесконтактном пускателе, который устраняет эти недостатки. В процессе использовании этих устройств были рассчитаны показатели надёжности и проведены сравнения с показателями надёжности других аналогов бесконтактных пускателей. Силовая сеть бесконтактных пускателей создаётся с помощью симисторов или тиристоров. Цепь управления состоит из оптопар и микроконтроллера. Устройство безконтактного пускателя по сравнению с устройством контактного пускателя позволяет быстро осуществлять коммутационную операцию. Поэтому в сетях с современными схемами электроснабжения и возобновляемыми источниками энергии необходимость широкого использования этих устройств на сегодняшний день является одной из актуальных задач.

Ключевые слова: тиристор, асинхронный двигатель, энергосбережение, нагрузка, магнитный пускатель, пусковой ток, контактор, симистор.

Abstract. This article presents information on three-phase switching devices, the disadvantages that arise during the switching process, and a developed three-phase contactless starter that eliminates these drawbacks. During the use of these devices, reliability indicators were calculated and compared with the reliability indicators of other similar contactless starters. The power circuit of contactless starters is

ISSN 3030-3907

formed using triacs or thyristors. The control circuit consists of optocouplers and a microcontroller. Compared with conventional contact starters, the contactless starter enables faster switching operations. Therefore, in power networks with modern power supply schemes and renewable energy sources, the need for the widespread use of such devices is currently one of the most pressing tasks.

Keywords: thyristor, asynchronous motor, energy saving, load, magnetic starter, starting current, contactor, triac.

Annotatsiya. Ushbu maqolada uch fazali kommutatsiya apparatlari, ularni kommutatsiya jarayonida yuzaga keladigan kamchiliklar hamda ushbu kamchiliklarni bartaraf etuvchi ishlab chiqilgan uch fazali kontaktsiz ishga tushirgich haqida ma’lumotlar keltirilgan. Ushbu qurilmalardan foydalanish jarayonida ishonchlilik ko‘rsatkichlari hisoblab chiqilgan va boshqa analog kontaktsiz ishga tushirgichlarning ishonchlilik ko‘rsatkichlari bilan taqqoslangan. Kontaktsiz ishga tushirgichlarning kuch zanjiri simistorlar yoki tiristorlar yordamida shakllantiriladi. Boshqaruv zanjiri esa optoparalar va mikrokontrollerdan tashkil topgan. Kontaktsiz ishga tushirgich qurilmasi kontaktli ishga tushirgichlarga nisbatan kommutatsiya jarayonini tez va samarali amalga oshirish imkonini beradi. Shu sababli, zamonaviy elektr ta’minoti sxemalariga ega tarmoqlarda hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalari mavjud bo‘lgan tizimlarda ushbu qurilmalardan keng foydalanish bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: tiristor, asinxron dvigatel, energiya tejamkorligi, yuklama, magnit puskagich, ishga tushirish toki, kontaktor, simistor.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в условиях устойчивого роста потребления электроэнергии возрастает потребность в устройствах, обеспечивающих надежное подключение и отключение потребителей от электрической сети в зависимости от режимов их работы. В качестве пуско-коммутационной аппаратуры в сетях напряжением до 1000 В широко применяются магнитные пускатели и контакторы.

Указанные устройства рассчитаны на работу в цепях постоянного тока с номинальными напряжениями 220, 440, 650 и 750 В, а также в цепях переменного тока с напряжениями 220, 380, 500 и 660 В. Они обеспечивают коммутацию электрических нагрузок с частотой до 600–1500 включений в час [1-5].

Однако применение контактных пусковых устройств для ряда потребителей сопровождается рядом существенных недостатков, среди которых:

ISSN 3030-3907

- возникновение электрической дуги и искрения между контактами, что может привести к пожароопасным ситуациям;
- повышенный уровень шума в процессе работы и при пуске;
- приваривание контактов вследствие их нагрева и износа.

В связи с этим возникает необходимость в разработке устройств, способных осуществлять коммутацию электрических нагрузок за минимальное время и одновременно устранять указанные недостатки. С учетом изложенного одной из актуальных задач является создание простого и надежного бесконтактного коммутационного устройства для управления трехфазным электрооборудованием [2-7].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Одной из актуальных задач является разработка простого, надежного устройства для бесконтактного переключения в сеть трехфазного электрооборудования. С учетом этого было разработано новое трехфазное бесконтактное коммутационное устройство. Разработанный пускатель предназначен для запуска трехфазных потребителей и электродвигателей, принцип и параметры для его работы следующие:

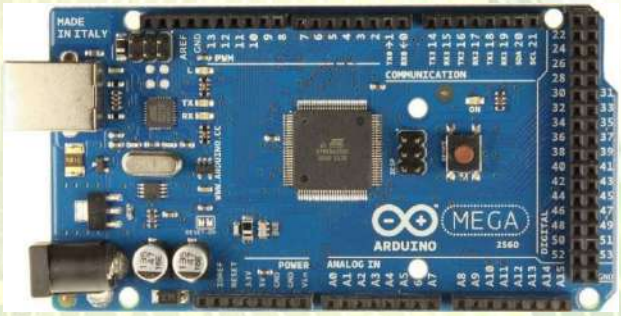
Номинальные параметры электрической трехфазной сети 380 В, частота 50 Гц. Для маломощных пускателей в схеме применяют симисторы, а для мощных — тиристоры, включенные встречно-параллельно. Предлагаемое устройство предназначено для маломощных трехфазных электропотребителей и электродвигателей, в силовой цепи применен автоматический выключатель.

В схеме управления используется микроконтроллер Arduino MEGA (рис. 1). Этот микроконтроллер способен принимать или выводить несвязанных с друг другом сигналов. Микроконтроллер получает питание от выпрямителя от сети 220 В, 50 Гц. Данный микроконтроллер полностью соответствует требуемым параметрам. Поскольку микроконтроллер имеет 54 точки ввода/вывода (Pins), с его помощью можно собрать широкий спектр схем запуска и управления[8-16].

Нажатием кнопки «ПУСК» осуществляется подключение электродвигателя к сети с помощью бесконтактного пускового устройства. В этом случае входной сигнал (5 В) поступает на вывод микроконтроллера. Посредством этого сигнала он подает выходные сигналы со своих выводов на основе программы, записанной в памяти микроконтроллера. Эти сигналы приводят к срабатыванию оптопар OP1, OP2, OP3. Оптопары выполняют подключения полюсов необходимого управляющего сигнала к цепи управления симисторов. С полюсов симисторов протекает ток потребителя.

ISSN 3030-3907

Если требуется отключить потребителя от сети, команда на выключение подается на микроконтроллер нажатием кнопки «СТОП». Подача выходных сигналов с Пинов прекращаются. Поскольку выходные сигналы прекращаются OP1, OP2, OP3 перестают работать. В свою очередь, цепи управления симисторов также отключаются. Это приводит к тому, что автоматические выключатели отключают подключенного потребителя от сети. Из-за длительного хранения напряжения в цепях оптопар и кнопок управления, чтобы не повредить элементы в этой цепи соединены последовательно через токоограничивающие сопротивления (R3, R'3, R"3). Целью подключения сопротивлений R4, R5 является то, что Pinы микроконтроллера очень чувствительны, и сопротивления предотвращают сбои в работе микроконтроллера из-за различных волновых или малых сигналов. Сигналы, которые могут формироваться до нажатия кнопок управления, отключаются нулевым полюсом GROUND микроконтроллера. При нажатии одной из кнопок управления напряжение подается на нужные Pinы, у которых из-за большого значения сопротивлений R4, R5 ток, протекающий через нулевой полюс GROUND, в несколько сотен раз меньше тока, подаваемого на Pin и не представляет никакой опасности для микроконтроллера. Ниже приведены основные параметры микроконтроллера[15-20].



Фигура 1 . Микроконтроллер Arduino МЕГА (ATmega2560)

Параметры микроконтроллера.

Микроконтроллер ATmega2560

Рабочее напряжение 5 В

Сетевое напряжение (рекомендуется) 7–12 В

Сетевое напряжение (предел) 6-20 В

Цифровое количество входов / выходов — 54 (из них можно использовать в качестве15 PWM- выходов).

Число аналоговых входов 16

Максимальное значение тока для выхода 40 мА

Максимальный исходящий ток и напряжение 3, 3 В; 50 мА

Флеш- память 256 КБ, из них 8 КБ —используется как загрузчик.

ISSN 3030-3907

Частота выходного тока 16 МГц.

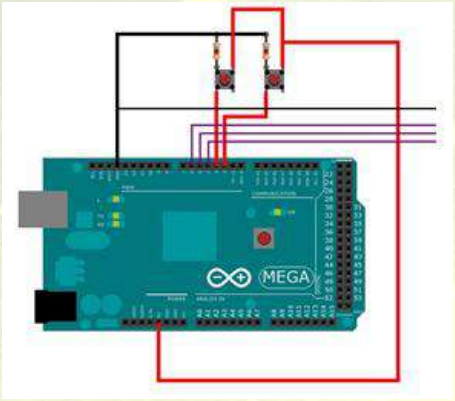


Рис 2. Схема соединения элементов блока управления Arduino MEGA (ATmega2560) к микроконтроллеру.

Сигналы напряжения, подаваемые на оптопары, передаются через сопротивления R3, R'3, R"3. Значение сопротивлений для оптопар выбирается из требуемых значений тока и напряжения

ПРОВЕРКА НАДЁЖНОСТИ .

Надёжность – это способность устройства выполнять свои функции в заданных условиях эксплуатации. На надёжность влияют: уровень нагрузки элементов схемы, окружающая среда, технологические факторы и др.

Надежность характеризуется средним рабочим временем $T = \frac{1}{\lambda_\Sigma}$, которая, в свою очередь., представляет собой зависимость от неожиданной интенсивной продолжительности отказов работы λ

Проверим на надёжность трёхфазный пускатель. Вероятность неожиданного несрабатывания пускателя определяется из следующей формулы.

$$\lambda_\Sigma = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i (1)$$

Надёжность сложного оборудования зависит от бесперебойной работы отдельных элементов. Количественная оценка непрерывной работы требует учета надежности всех элементов устройства[21-24].

Надёжность устройства определяется математически в течение времени непрерывной работы t из следующего выражения:

$$P = e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Здесь: λ–продолжительность интенсивности неожиданных отказов от работы;

t – продолжительность непрерывной работы устройства.

Если устройство состоит из n элемента:

$$P_{\text{уст.}} = e^{-\lambda_1 t} e^{-\lambda_2 t} \dots\dots\dots e^{-\lambda_n t} = e^{-t(\lambda_1+\lambda_2+,,,,+\lambda_n)} \quad (3)$$

ISSN 3030-3907

В конкретных условиях надёжность меняется с течением времени неравномерно, поскольку условия эксплуатации, температура окружающей среды оказывают существенное влияние на режим работы устройств. Определить надёжность всего устройства можно, используя информацию о надёжности отдельных элементов устройства в течение 1000 часов непрерывной работы. Интенсивность отказов λ за t=1000 часов при запуске тиристоров большой мощности с помощью контактов малой мощности, управляемых электромагнитным способом [25-31]:

1 – таблица

	Название элемента	λ	p
1	Конденсатор	$(1{:}4\text{-}18)\cdot 10^{-6}$	**94,19÷ 91,38 %**
2	реле напряжения	$50 \cdot 10^{-6}$	
3	Сопротивление	$(3\text{ -}1\ 3)\cdot 10^{-6}$	
4	Тиристор	$5{,}13 \cdot 10^{-6}$	
5	Диод	$(0{,}3\text{-}4)\cdot 10^{-6}$	
6	Фотодиод	$0{,}034 \cdot 10^{-6}$	

Таким образом, надежность мощного тиристорного пускового устройства с использованием маломощных контактов, управляемых электромагнитами за время эксплуатации в течение 1000 часов составляет 94,19÷91,38%. Интенсивность отказов в работе тиристорного бесконтактного пускателя:

2–Таблица

	Название элемента	λ	p
1	Диод	$(0{,}3\text{-}4)\cdot 10^{-6}$	**94,32 ÷ 93,04 % _ _**
2	Тиристор	$5{,}13 \cdot 10^{-6}$	
3	Сопротивление	$(3\text{ -}1\ 3)\cdot 10^{-6}$	
4	реле напряжения	$50 \cdot 10^{-6}$	
5	Плавкий предохранитель	$0{,}011 \cdot 10^{-6}$	

Надежность тиристорного контактного пускателя за время эксплуатации в течение 1000 часов составляет 94,32÷93,04%. Интенсивность отказов симисторных бесконтактных пускателей:

3 – Таблица

	Имя элемента	λ	p
1	Конденсатор	$(1{:}4\text{-}18)\cdot 10^{-6}$	**99,53 ÷ 9 6 , 92 %**
2	Оптопара	$0{,}0\ 51\cdot 10^{-6}$	
3	Сопротивление	$(\ 3\text{ -}1\ 3\ )\cdot 10^{-6}$	

ISSN 3030-3907

4	Автоматический выключатель	$0{,}2 \cdot 10^{-6}$	
5	Плавкий предохранитель	$0{,}011 \cdot 10^{-6}$	

• Надежность симисторного бесконтактного пускового устройства в течение 1000 часов работы составляет 99,53÷96,92%.

ВЫВОДЫ

Разработано новое бесконтактное коммутационное устройство для подключения к сети трёхфазных потребителей электроэнергии.

Была проведена проверка надёжности устройств бесконтактного пуска электродвигателей и электрооборудования работающего на возобновляемых источниках энергии.

Выбраны три альтернативные схемы и проведены сравнения показателей надёжности.

Определено что симисторное устройство с бесконтактным пускателем (P=99,53 %), по сравнению с тиристорным пускателем большой мощности с электромагнитным управлением в котором используются маломощные контакты (P=94,19 %), а также по сравнению с тиристорным бесконтактным пускателем (R=94,32 %) имеет лучшие характеристики.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Бобожанов М.К., Файзиев М.М., Мустаев Р.А. Импульсный пускатель однофазного электродвигателя. // Патент на полезную модель. № ФАП 02240. 28.02.2023 г.
2. Клевцов А.В. Бесконтактное устройство с тормозным электродвигателем. Учебное пособие М: Инфра-Инжиниринг, 2018 -188 с.
3. Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. Электрооборудование станций и подстанций. Учебник. Т. Учитель 1986. 592 с.
4. Файзиев М.М., Мустаев Р.А., Ниязов Н.Н., Бабаев О.Е. Пуск электродвигателей и устройства бесконтактным способом//Проблемы энерго- и ресурсосбережения.-Ташкент, 2020.-№3-4, стр. 130-132. (05.00.00; №21).
5. Бободжанов М.К., Файзиев М.М., Мустаев Р.А. Устройства для бесконтактного пуска электродвигателей, работающих в тяжелых режимах работы//Проблемы энерго- и ресурсосбережения.-Ташкент, 2020.-Спецвыпуск (№83), стр. 215-218. (05.00.00; №21).
6. Бобожанов М.К., Файзиев М.М., Мустаев Р.А. Бесконтактные устройства для запуска электродвигателей//Инновационные технологии.-Карши, 2022.-Спецвыпуск. Страницы 11-13. (05.00.00; №38).

ISSN 3030-3907

7. Бобожанов М.К., Файзиев М.М., Мустаев Р.А. Применение бесконтактных устройств для пуска трехфазного асинхронного электродвигателя // Наука, техника и образование. Научно-методический журнал. -Москва, 2021.-№2(77), Часть 2. С. 65-67.
8. Бободжанов М.К., Файзиев М.М., Мустаев Р.А., Очилов Ю.О., Бабаев О.Е. Бесконтактные пусковые устройства // Международная конференция «Энерго- и ресурсосбережение: новые исследования, технологии и инновационные подходы».- Карши: КарИЭИ, 2021. С. 44-46.
9. Fayziyev, M., Tuychiev, F., Mustayev, R., & Ochilov, Y. (2023). Development and research of non-contact starting devices for electric consumers and motors. In E3S Web of Conferences (Vol. 384, p. 01038). EDP Sciences.
10. Kalandarovich, B. M., Mansurovich, F. M., Aktamovich, M. R., Elmurodovich, B. O., & Erkinovich, T. S. (2021). Applying the non-contact devices for starting a single-phase asynchronous electric motor. Вестник науки и образования, (11-2 (114)), 31-35.
11. Aktamovich, M. R., & Azamat o‘g‘li, R. M. (2023, June). “YASHIL IQTISODIYOT” GA O ‘TISHNING ENERGETIK JIHATLARI. In " USA" INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE TOPICAL ISSUES OF SCIENCE (Vol. 8, No. 1).
12. Fayziyev, M., Ochilov, Y., Nimatov, K., & Mustayev, R. (2023). Analysis of payment priority for electricity consumed in industrial enterprises on the base of classified tariffs. In E3S Web of Conferences (Vol. 384). EDP Sciences.
13. Bobojanov, M., Fayziyev, M., & Mustayev, R. (2022). ELEKTR MOTORLARNI ISHGA TUSHIRISH UCHUN KONTAKTSIZ QURILMALAR. Innovatsion texnologiyalar, 1, 11-13.
14. Файзиев, М. М., Абдурасулов, А., Маматкулов, А. Н., Каримов, И. Н., Мустаев, Р. А., & Тоштурдиев, Ш. Ж. У. (2019). Зарядные устройства для тока на базе магнитного усилителя. Наука, техника и образование, (8 (61)), 22-27.
15. Бобоназаров, Б. А., Бейтуллаева, Р. Х., & Мустаев, Р. А. (2019). ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ ПРИВОД ДЛЯ МАГНИТНЫХ ПУСКАТЕЛЕЙ. Интернаука, (12-1), 43-46.
16. Mustayev, R. A., & Babayev, O. E. (2024). MIKROKONTROLLER ORQALI BOSHQARILUVCHI KONTAKTSIZ ISHGA TUSHIRISH QURILMASI ORQALI KONDENSATOR BATAREYALARNI BOSHQARISH. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 14(3), 19-21.
17. Rafikova, G., Mustaev, R., Pirimov, R., & Zokirova, F. (2023). Increasing the environmental cleanness of industrial enterprises. In E3S Web of Conferences (Vol. 461, p. 01100). EDP Sciences.

ISSN 3030-3907

18. Бобажанов, М. К., Файзиев, М. М., Мустаев, Р. А., & Бозоров, И. Р. (2021). ПРИМЕНЕНИЕ БЕСКОНТАКТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПУСКА ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ. Наука, техника и образование, (2-2 (77)), 65-67.
19. Бобажанов, М. К., Файзиев, М. М., Абдурасулов, А., Мустаев, Р. А., & Сайфиев, С. Э. (2020). Математическая модель расчета с применением бесконтактных элементов в управлении электрическими устройствами. Вестник науки и образования, (14-2 (92)), 5-8.
20. Aktamovich, M. R., & Azamat o‘g‘li, R. M. QUYOSH PANELLARI YORDAMIDA TURAR JOY BINOLARIDA “YASHIL” ELEKTR ENERGIYASINI ISHLAB CHIQARISH. ZAMONAVIY TARAQQIYOTDA ILM-FAN VA MADANIYATNING O ‘RNI RESPUBLIKA ILMIY KONFERENSIYASI 31-MAY, 2023yil, 29.
21. Mustaev, R. A. NON-CONTACT STARTER FOR SINGLE-PHASE CONSUMERS SUPPLIED FROM RENEWABLE SOURCES.
22. Mustayev, R. A., & Yo‘ldosheva, N. (2024, October). KICHIK QUVVATLI ELEKTR YURITMALARNI MIKROKONTROLLERLAR BILAN BOSHQARIB KONTAKTSIZ ISHGA TUSHIRISH. In Uz-conferences (No. 1, pp. 298-302).
23. ТОШЕВ, З., & МУСТАЕВ, Р. РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО БЕСКОНТАКТНОГО КОММУТАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА. Общество с ограниченной ответственностью" Центр полиграфических услуг" РАДУГА" КОНФЕРЕНЦИЯ: РАДИОЭЛЕКТРОНИКА, ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭНЕРГЕТИКА Москва, 29 февраля–02 марта 2024 года Организаторы: НИУ «МЭИ» БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ: Входит в РИНЦ: да Цитирований в РИНЦ: 0 Входит в ядро РИНЦ: нет Цитирований из ядра РИНЦ: 0 Рецензии: нет данных ТЕМАТИЧЕСКИЕ РУБРИКИ:.
24. Kholikhmatov, B., Djumabekova, A., Ismailova, Z., & Mustaev, R. (2024, June). Design and evaluation of a logical framework for an instructional simulator in basic power supply principles. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3152, No. 1, p. 050031). AIP Publishing LLC.
25. Бейтуллаева, Р. Х., Очилов, Ю. О., Курбонов, Н. А., & Мухаммадиев, Ш. М. (2020). ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КАЧЕСТВО НАПРЯЖЕНИЯ В КАБЕЛЬНЫХ СЕТЯХ 6-10 КВ. ББК 72 П115, 17.
26. Бейтуллаева, Р. Х., Тошев, Т. У., & Бобоназаров, Б. С. (2019). ТРЕБОВАНИЯ НАДЁЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ. In Colloquium-journal (No. 9-2, pp.

ISSN 3030-3907

29-29). Голопристанський міськрайонний центр зайнятості= Голопристанский районный центр занятости.
27. Очилов, Ю. О., & Бегимқулов, С. А. (2025). МУҚОБИЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ ВА ДИФФЕРЕНЦИАЛЛАШГАН ТАРИФЛАР ОРҚАЛИ ЭЛЕКТР ТАЪМИНОТИ ТИЗИМИНИНГ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ. Ilm fan taraqqiyotida raqamli iqtisodiyot va zamonaviy ta'limning o‘rni hamda rivojlanish omillari, 6(1), 56-63.
28. Fayziyev, M., Bobojanov, M., & Ochilov, Y. (2022). ELEKTR ENERGIYA UCHUN TO ‘LOVLARNI TABAQALASHTIRILGAN TARIFLAR ASOSIDA TO ‘LASH SAMARADORLIGINING TAHLILI. Innovatsion texnologiyalar, 47, 7-10.
29. Ochilov, Y. O., & Saparov, A. X. (2025). SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN INDUSTRY AND ENERGY: ANALYSIS OF GREEN SOLUTIONS AND CALCULATION METHODS.
30. Ochilov, Y. (2022). IMPROVING THE OPERATIONAL EFFICIENCY OF OIL WELLS BY ELECTRICAL PROCESSING BOTTOM-HOLE ZONE. Science and innovation, 1(A7), 384-389.
31. Shevelyov, A. A., Ashurov, F. R., Kantarbayev, S. U., Xo‘janazarov, S. A., & Ochilov, Y. O. (2025). TECHNOLOGICAL BREAKTHROUGH IN THE FIELD OF UNMANNED SYSTEMS: CREATION OF HIGHLY MANEUVERABLE DRONES. FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities., 13(6), 254-261.

ISSN 3030-3907

MDI TARKIBLI POLIURETAN NAMUNALARINING OQUVCHANLIK HAMDA TURLI KIMYOVIY MUHITLARGA BARDOSHLILIGINI TADQIQ QILISH

Muxiddinov B.F.
k.f.d prof
Shodiyev A.F.
t.f.f.d (PhD)
E-mail: shodiyevasliddin22@gmail.com
Shokirov R.Q.
Ibodullayeva D.I.
Pardaboyeva S.N.

Annotatsiya: Ushbu maqolada MDI (metilendifenil diizosiyanat) asosidagi poliuretan materialidan uch xil (birlamchi, chiqindi, qayta ishlangan) namunalarning oquvchanlik xossasi (pokazatel tekuchesti rasplava (PTR)) qurilmasi yordamida hamda ushbu namunalarning turli agressiv muhitlarga 36,5%li zichligi 1,18 g/ml xlorid, 85%li zichligi 1,685 g/ml fosfor, 95%li zichligi 1,84g/mlga teng bo‘lgan sulfat kislotalariga chidamliligi tadqiq qilingan. Na’munalarning massasini 10g dan qilib texnik tarozida o‘lchab olindi. Namunalarni oqib o‘tishi uchun 30 soniya vaqt hamda berilgan 75000mg og‘irlik kuchi ta’sirida jarayonni 140^{o}Cgacha bo‘lgan harorat ostida oquvchanlik xossalari o‘rganildi. Olingan ilmiy natijalar asosida poliuretan materialini noorganik kislotalar va turli ishqorlarga chidamliligi va poliuretan chiqindisini qayta ishlash jarayonida olingan suyuqlanmaning oquvchanlik xossalarini yaxshilash imkoniyati yaratildi.

Kalit so‘zlar: Oquvchanlik, agressiv, viskozitet, termoplastik, sinov xarorati, plastifikator, ineksion oquvchanlik, ekstruziya, termoreaktiv, massa, oqish tezligi, yopishqoqlik, kislota.

Annotation. This article investigated the fluidity property (pokazatel tekuchesti rasplava (PTR)) of three different (primary, waste, processed) samples from a polyurethane material based on MDI (methylendiphenyl diisocyanate) as well as the resistance of these samples to sulfuric acids with a density of 36.5% li to different aggressive environments of 1.18 g/ml chloride, a density of 85% li of 1.685 g/ml phosphorus, a density of 95% li of 1.84 g/ml.nnotation: this article investigated the fluidity property (pokazatel tekuchesti rasplava (PTR)) of three different (primary, waste, processed) samples from a polyurethane material based on MDI (methylendiphenyl diisocyanate) as well as the resistance of these samples to sulfuric acids with a density of 36.5% li to different aggressive environments of 1.18 g/ml chloride, a density of 85% li of 1.685 g/ml phosphorus, a density of 95%

ISSN 3030-3907

li of 1.84 g/ml. The mass of the samples was measured on a technical scale at 10 g. Under the influence of 30 seconds for the sample to flow, as well as the given 75,000mg of weight force, the properties of fluidity under a temperature of up to 140oc of the process were studied.nder the influence of 30 seconds for the sample to flow, as well as the given 75,000mg of weight force, the properties of fluidity under a temperature of up to 140oc of the process were studied. Based on the scientific results obtained, it was possible to improve the resistance of polyurethane material to inorganic acids and various alkalis and the fluidity properties of the liquid obtained during the processing of polyurethane waste.

Keywords: fluidity, aggressive, viscosity, thermoplastic, test Haror, plasticizer, inertial fluidity, extrusion, thermoreactive, mass, leakage rate, viscosity, acid.

Аннотация: В данной статье исследованы свойства полиуретанового материала на основе MDI (метилендифенил диизоцианата) — трёх типов образцов (первичного, отходов и переработанного) — с использованием прибора для определения показателя текучести расплава (ПТР), а также их стойкость к воздействию различных агрессивных сред: 36,5%-ной соляной кислоты с плотностью 1,18 г/мл, 85%-ной фосфорной кислоты с плотностью 1,685 г/мл и 95%-ной серной кислоты с плотностью 1,84 г/мл. Масса каждого образца составляла 10 г и измерялась на технических весах. Испытание текучести образцов проводилось при времени вытекания 30 секунд и нагрузке 75 000 мг в диапазоне температур до 140 °C. На основании полученных научных результатов установлено, что полиуретановый материал обладает устойчивостью к воздействию неорганических кислот и различных щелочей, а также показана возможность улучшения текучих свойств расплава, полученного в процессе переработки полиуретановых отходов.

Ключевые слова: Текучесть, агрессивность, вязкость, термопластичность, температура испытания, пластификатор, инжекционная текучесть, экструзия, термореактивность, масса, скорость течения, вязкость, кислота.

KIRISH

Bugungi kunda sanoat korxonalarida 100 turdan ortiq polimer mahsulotlari va ularning kompozitlari qo‘llanilib ulardan yiliga 1050 mln tonnadan ortiqroq polimer materiallari tog‘ kon sanoatida hamda gidrometallurgiya zavodlarida keng qo‘llanilib kelmoqda. Aynan amalda qo‘llaniladigan poliuretan (PU, KPU, TDI, MDI tarkibli) larning ko‘pchiligi ko‘pblokli blok-sopolimerlardan iborat bo‘lib, ularning makromolekulalari navbat bilan joylashgan segmentlardan qattiq poliuretan yoki poliuretanmochevinali egiluvchan, oddiy yoki murakkab oligoefir segmentlaridan tashkil topgan. Poliuretan materiallarining segmentlar tabiati va

ISSN 3030-3907

uzunligi, kristalllik darajasi, molekular massasi, tuzilmadagi to‘rning mavjudligi, zichligi va tabiati kabi xilma-xil xususiyatlariga ko‘ra ular keng qo‘llaniladi[1,2]. Ular lak-bo‘yoq va himoya qoplamalari, yopishqoq moddalar (kley), germetiklar, izolatorlar, prokladkalar, kiyim va poyabzal qismlari va boshqa sohalarda ishlatiladi. Jahon bozori tahliliga ko‘ra, poliuretan iste’moli yaqin kelajakda (2028 yilgacha bo‘lgan davrda) har yili 6,8% ga o‘sishi kutilmoqda va natijada bozordagi hajmi 7,8 milliard dollarga yetishi prognoz qilingan, shuning 2,7 milliard dollari poliuretan asosidagi yopishqoq moddalar va germetiklarga qolgan qismi suyuq, ko‘pik poliuretan bozoriga to‘g‘ri keladi. Poliuretan asosan turli xil chiziqli, to‘rsimon va yuqori darajada shoxlangan bo‘lib ushbu materiallarni turli tabiat va xossaga ega poliuretan kompozitlari ko‘plab ishlab chiqiladi[3,4]. Poliuretan materialining oquvchanlik ko‘rsatkichi ASTM D1238 yoki ISO 1133 standartlariga asoslangan bo‘lib, u poliuretanlar materiallari uchun keng qo‘llaniladi. Oquvchanlik - moddaning quyuqlik yoki suyuqlik darajasini, ya’ni u qanday tezlikda oqishi mumkinligini ko‘rsatadi. Bu xossa vyazkost (μ) ko‘rsatkichi yordamida aniqlanadi[5]. Vyazkost qancha katta bo‘lsa, oquvchanlik shuncha katta, oquvchanlik ko‘rsatkichi kichik bo‘lsa material quyuq va og‘ir oquvchan bo‘ladi[6,7]. Oquvchanlik ko‘rsatkichini oshirishda plastifikatorlardan foydalaniladi, plastifikatorlar bu polimer moddalarga egiluvchanlik, yumshoqlik va ishlov berish qobiliyatini oshirish uchun qo‘shiladigan qo‘shimchalardir. Ular polimer zanjirlari orasiga kirib, molekulalar o‘zaro ta’sir kuchlarini kamaytiradi va natijada materialning oquvchanligi va plastikligi oshadi[8,9]. Oquvchanlik xossasini tadqiq qilish, turli kimyoviy moddalar tasiriga chidamliligini o‘rganish orqali poliuretan materiallarini qo‘llash soxasini kengaytirish imkoniyati yaratiladi. Quyidagi jadvalda oquvchanlik va kimyoviy muhit ta’siriga jidamliligi keltirilgan.

Poliuretan namunalarining oquvchanlik va kimyoviy muhit ta’siriga chidamlilik xossalarini aniqlash

1-jadval

№	Aniqlanayotgan ko‘rsatkich	GOST raqami	Aniqlanayotgan usul nomi
1	Polimerlar va ular asosidagi kompozitlarning reologik xossalarini aniqlash	GOST 11645-2021	Polimer na’munalarining oquvchanlik ko‘rsatkichini aniqlash
2	Kimyoviy muhit ta’siriga chidamliligi	GOST12020 – 2018	Polimer na’munalarining kimyoviy agresiv muhit ta’siriga chidamliligini aniqlash

ISSN 3030-3907

Quyidagi jadvalda poliuretan namunalarining oquvchnalik koʻrsatkichini aniqlashda olib borilgan tadqiqot natijalari keltirilgan.

2-jadavl.

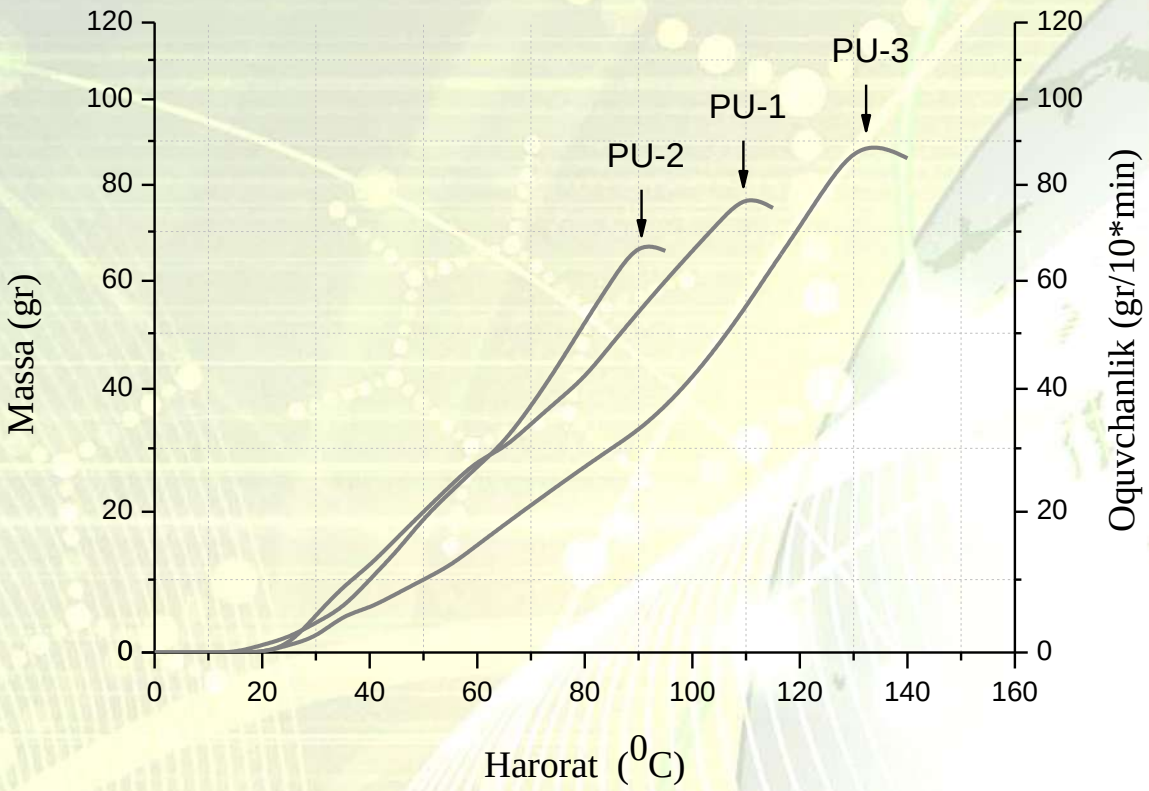
Poliuretan namunalarining oquvchnalik koʻrsatkichi natijalari tahlili

№	Nomi	Sinov uchun olingan namuna massasi (gr)	Sinov uchun berilgan kuch (kgc)	Oquvchanlik harorati (°C)	Oqib oʻtish vaqti (s)	Oquvchanlik koʻrsatkichi (g/10 min)
1	PU-1	100	7,5	110	30	7,5
2	PU-2	100	7,5	90	30	7,5
3	PU-3	100	7,5	132	30	5,2

Izoh: Bu yerda PU-1 birlamchi poliuretan, PU-2 chiqindi poliuretan, PU-3 qayta ishlangan poliuretan namuanalari.

Yuqoridagi jadvaldan olingan ilmiy natijalardan koʻrinib turiptiki PU-1, PU-2, PU-3 namunalarining oquvchanlik koʻrsatkichi qiymatlarini aniqlashda birxil massa, birxil ogʻirlik kuchi berilganda haroratning ortishi bilan oqib oʻtgan massaga bogʻliq holda oquvchanlik koʻrsatkichi qiymatlarini aniqlash imkoniyati paydo boʻladi. Olib borilgan tadqiqot natijalari qiymatlari asosida PU-1, PU-2, PU-3 ni massani haroratga bogʻliqlik grafigi keltirilgan.

ISSN 3030-3907



3-Rasm. Poliuretan namunalarining oquvchanlik ko‘rsatkichini massasi va haroratga bog‘liqligi

Mana, bu grafikda 3 xil poliuretan namunalari keltirilgan bo‘lib harorat oshgan sari oquvchanlik ko‘rsatkichini(MFR) ortishini aniq ko‘rsatib PU-1 uchun eng yuqori oquvchanlik ko‘rsatkichi 100^{o}Cda, PU-2 da 90^{o}C ni, PU-3 da esa eng yuqori harorat 130 ^{o}Cni ko‘rishimiz mumkin. Oquvchnalik ko‘rsatkichi 30 °C da kichkina, 130 °C atrofida esa maksimal oqim tezligi (~100 g/10 min) kuzatiladi – bu esa materialning qizdirilganda suyuqlanish darajasi yuqori ekanini bildiradi. Harorat 130^{o}Cdan yuqori berilganda oquvchnalik ko‘rsatkichlari yana pasayishini kuzatishimiz mumkin bo‘ladi. Bunga sabab poliuretan hosil qiluvchi funksional gruhlarning issiqlik tasirida harakatlanish tezligining ortishi bo‘lib keragidan ortiqcha berilgan harorat funksional guruh hosil qiluvchi bog‘larning uzilishi termik destruksiyaga uchrashidir[10]. Poliuretan namunalarining turli agresiv muhitlarga bardoshliligi GOST 12020 – 2018 yordamida tadqiq qilindi va quyidagi jadvalda qiymatlari keltirilgan. Na’munalarning tarozi yordamida bir xil massada o‘lchab olinib ushbu na’munalar kislota, ishqorlarga bir xil muhit va vaqt oralig‘ida ushlandi. Hamada quyidagi formula yordamida hisoblanadi[11].

$$B(\%) = \frac{m2-m1}{m1} \times 100$$

Bu yerda: m_1 -namunaning muhitga solishdan oldingi massasi (g)
m_2 -namunaning muhitda ma’lum vaqt saqlangandan keyingi massasi (g)

ISSN 3030-3907

B- muhitga bardoshlilik darajasi yoki massa o‘zgarishi (%)

3-jadval

Poliuretan namunalarining turli kimyoviy moddalarga chidamliligi

№	Poliuretan namunalari	Kimyoviy moddalar nomi, (%)			Ishqoriy xususiyatlarga ega erituvchilar (muhitning pH darajasi 9–11 oralig‘ida	Tajriba vaqti, (soat)
		Xlorid kislota	Ortofosfor kislota	Sulfat kislota		
1	PU-1	35	35	35	chidamli	24
2	PU-2	35	35	34	chidamli	24
3	PU-3	36	35	35	chidamli	24

Ushbu jadvalda poliuretan namunalarining muhitga solishdan oldingi massasi (g) o‘lchab olinib muhitlarga bardoshliligi aniqlash uchun 24 soat davomida ushlandi. So‘ngra namunaning muhitda ma’lum vaqt saqlagandan keyingi massasi (g) o‘zgarishi bilan aniqlangan. Bundan ma’lumki qayta ishlangan poliuretan namunasining agressiv muhitlarga ta’siri bardoshli ekanligini ko‘rishimiz mumkin bunga sabab, qayta ishlash jarayonida yangi bog‘larning hosil bo‘lishi bilan izohlanadi.

Xulosa

Olib borilgan tadqiqot usullaridan olingan ilmiy natijalarga asoslanib shunday xulosa qilishimiz mumkin PU-1, PU-2, PU-3 namunalarining oquvchanlik ko‘rsatkichi haroratga bog‘liq holda oshishi hamda qayta ishlangan poliuretan namunasi uchun yuqori harorat talab qilishini ko‘rishimiz mumkin. 130°C harorat va 7,5 kg og‘irlik tasirida o‘tkazilgan sinov natijasida poliuretan namunasi yuqori oquvchanlikka ega ekanligi aniqlandi (MFR = 100 g/10 min).

Olingan poliuretan namunalarining turli kimyoviy moddalarning tasirlarga chidamliligi aniqlashda olingan tadqiqot natijalariga ko‘ra qayta ishlangan poliretan namunasining qiymati yuqori ekanligi ma’lum bo‘ldi. Har ikkala tadqiqot natijalariga qaraganda PU-1, PU-2, PU-3 namunalari orasida PU-3 (qayta ishlangan) namuna uchun yuqori harorat va chidamlilik xossasini nomoy qilganligini ko‘rishimiz mumkin bo‘ladi. Bunga sabab qayta ishlash jarayonida funksional guruhlarning tikilshi bilan yangi bog‘larning hosil bo‘lishi bilan isbotlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Л.А.Мержиевский, Е.О.Авсейко, Прерывистая текучесть полимерных материалов Вестник Нижегородского университета им. НИ Лобачевского. – 2011. – №. 4-4. – С. 1621-1623.

ISSN 3030-3907

2. Чупрова Л. В. и др. Исследование возможности получения композиционных материалов на основе вторичных полимеров //Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №. 4. – С. 212-212
3. Волынский А. Л. и др. Структурные особенности деформации стеклообразных полимеров //Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2003. – Т. 45. – №. 3. – С. 449-459.
4. Р.Л.Кащеев, Г.В.Макарчук, Т.П.Лазарева О способах утилизации и переработки пластиковых отходов //Актуальные проблемы военно-научных исследований. – 2020. – №. 11. – С. 515-523.
5. Г.В.Козлов, З.И.Афаунова, Г.У.Зайков Теоретическая оценка предела текучести полимеров //Исследовано в России. – 2002. – Т. 5. – С. 98-98.6.
6. Shodiyev A., Mukhiddinov B., Kiyomov S. Effect of change of polyethropoliol amount on the physical-mechanical properties of thermoreactive polyurethane // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2022. 10(103). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/ 14396 (дата обращения: 28.11.2022).
7. И.И Мокрецов, “Способ переработки отходов отвержденного монолитного уретанового эластомера” (2001).
8. Р.Л.Кащеев, Г.В.Макарчук, Т.П.Лазарева. “О способах утилизации и переработки пластиковых отходов” Актуальные проблемы военно-научных исследований 11 (2020): 515-523.
9. А.А.Аскадский, М.Н.Попова, А.В.Евгеньевна “Анализ зависимости температуры текучести пластифицированного полимера от химического строения и концентрации полимера и пластификатора” Вестник МГСУ10 (2012): 147-153.
10. Носков С. А., Баранов Д. А., Скопинцев И. В. Определение показателя текучести расплава полимерных композиций //Известия Московского государственного технического университета МАМИ. – 2014. – Т. 3. – №. 3 (21). – С. 5-7.

ISSN 3030-3907

BO‘LAJAK MUTAXASISLARNI KASBIY FAOLIYATGA TAYYORLASHDA SANOGEN TAFAKKURNI SHAKLLANTIRISHNING INNOVATSION – KREATIV TEXNALOGIYALARI.

Rustamova Dilbar O‘ktam qizi
Stajor tadqiqotchi

Annotatsiya. Mazkur maqolada tibbiyot texnikumlarining farmatsiya yo‘nalishida tahsil olayotgan bo‘lajak mutaxassislarni kasbiy faoliyatga tayyorlash jarayonida sanogen tafakkurni shakllantirish masalalari tahlil etilgan. Sanogen tafakkurning mazmun mohiyati, uning kasbiy tayyorgalikdagi o‘rni hamda uni rivojlantirishga xizmat qiluvchi innovatsion-kreativ pedagogik texnalogiyalar yoritib berilgan.Tadqiqot jarayonida muommoli ta’lim, keys-study, ro‘lli o‘yinlar va refleksiv mashg‘ulotlarning ta’lim samaradorligiga ta’siri asoslab berilgan. Maqolada sanogen tafakkurni shakllantirish orqali psixologik barqarorlik va kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: sanogen tafakkur, kasbiy tayyorgarlik, innovatsion texnalogiyalar, kreativ yondashuv, farmatsiya ta’limi, emotsional zo‘riqishlar.

Аннотация. В данной статье анализируются вопросы формирования здорового мышления в процессе подготовки будущих специалистов, обучающихся на фармацевтическом факультете медицинских техникумов, к профессиональной деятельности. Выделены сущность содержания здорового мышления, его роль в профессиональной подготовке, а также инновационные и креативные педагогические технологии, способствующие его развитию. В процессе исследования обосновывается влияние проблемно-ориентированного обучения, тематических исследований, ролевых игр и рефлексивных упражнений на эффективность обучения. В статье показаны возможности развития психологической устойчивости и профессиональных компетенций посредством формирования здорового мышления.

Ключевые слова: Саногенное мышление, профессиональная подготовка, инновационные технологии, творческий подход, фармацевтическое образование, эмоциональное напряжения.

Abstract. This article analyzes the issues of forming a healthy mindset in the process of preparing future specialists studying in the pharmacy department of medical colleges for professional activity. The essence of the content of healthy mindset, its role in professional training, and innovative and creative pedagogical technologies serving its development are highlighted. In the research process, the impact of problem-based learning, case studies, role-playing games, and reflective exercises on educational effectiveness is substantiated. The article shows the

ISSN 3030-3907

possibilities of developing psychological stability and professional competencies through the formation of healthy mindset.

Keywords:Sanogenic thinking, professional training, innovative technologies, creative approach, pharmacy education, emotional stress.

KIRISH.

Zamonaviy jamiyat rivoji, fan va texnika taraqqiyoti, mehnat bozorida raqobatning kuchayishi mutaxassis shaxsiga qo‘yiladigan talablarni tubdan o‘zgartirdi. Bugungi kunda bo‘lajak mutaxassis nafaqat chuqur kasbiy bilim va amaliy ko‘nikmalarga, balki yuqori darajadagi psixologik barqarorlik, stressga chidamlilik, ijobiy va tanqidiy tafakkurga ham ega bo‘lishi zarur. Aynan shu jihatdan kasbiy faoliyat ish samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Kasbiy faoliyat jarayonida yuzaga keladigan stressli vaziyatlar, emotsional zo‘riqishlar va psixologik bosimlar mutaxassisning ruhiy holatiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, uning ish unumdorligini pasaytiradi. Shu sababli ta’lim jarayonida bo‘lajak mutaxassislarning ruhiy salomatligini ta’minlash, ularda ijobiy fikrlashni shakllantirish va salbiy emotsiyalarni boshqarish ko‘nikmalarini rivojlantirish dolzarb pedagogik vazifaga aylanmoqda.

Mazkur vazifani amalga oshirishda sanogen tafakkurni shakllantirish alohida ahamiyat kasb etadi. Sanogen tafakkur shaxsning o‘z emotsional holatini anglash, boshqarish va salbiy ruhiy kechinmalarni konstruktiv tarzda yengib o‘tish qobiliyatini ifodalaydi. U shaxsning kasbiy faoliyatida uchraydigan murakkab va ziddiyatli holatlarini oqilona baholash, o‘z-o‘zini nazorat qilish hamda kasbiy kuyish(burnout) holatlarining oldini olishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.Ayniqsa, inson bilan bevosita ishlashni talab qiladigan kasblarda sanogen tafakkurning rivojlanganligi mutaxassisning kasbiy muvaffaqiyatini belgilovchi asosiy ko‘rsatkichlardan biri sanaladi.Ta’lim jarayonida sanogen tafakkurni shakllantirish an’anaviy yondashuvlar bilan cheklanib qolmasdan, innovatsion va kreativ pedagogic texnalogiyalarni qo‘llashni talab etadi.Ushbu maqolada bo‘lajak mutaxassislarni kasbiy faoliyatiga tayyorlash jarayonida sanogen tafakkurni shakllantirishning nazariy asoslari hamda innovatsion-kreativ pedagogik texnalogiyalar orqali rivojlantirish yo‘llari keng yoritiladi.

SANOGEN TAFAKKURNING TUSHUNCHASI VA UNING MOHIYATI

Sanogen tafakkur muammosi Vatanimiz va qator xorijlik olimlar tomonidan tadqiq etilgan. Ular asosan sanogen tafakkurning mohiyati, tabiati va uni rivojlantirish mexanizmlarini tadqiq qilishga alohida e’tibor qaratmoqda. Mazkur ilmiy tadqiqot ishlarida asosan muammoning nazariy-falsafiy, ijtimoiy va psixologik jihatlari keng miqyosda o‘rganilgan. Mualliflar o‘z asarlarida sanogen

ISSN 3030-3907

tafakkurning individual shakllariga, uning elementlarini shakllantirishning o‘ziga xos usullariga e’tibor berishadi. Shaxs ijtimoiy munosabatlar jarayonida o‘z xatti-harakatlarini, his-tuyg‘ularini, kayfiyatini nazorat qilishi kerak. Buning uchun u o‘zini chuqurroq anglashi lozim. Har bir inson nafaqat o‘zining his-tuyg‘ularini va xatti-harakatlarini nazorat qilishi, balki muayyan qoidalarga muvofiq fikrlash tarzini ham nazorat qila olishi kerak. Mazkur holat bilan bog‘liqlikda pedagog-psixolog olimlar fikrlashning ikkita turini ajratib ko‘rsatishadi: sanogen va patogen fikrlash

Ilmiy adabiyotlarda “sanogen tafakkur” tushunchasini psixolog Y.M.Orlov nomi bilan bog‘liq holda keng qo‘llaniladi. Lotincha sanus-“sog‘lom”- bu shaxsning salbiy emotsiyalarini anglash, nazorat qilish va ularni konstruktiv yo‘l bilan ijobiy holatga yo‘naltirish qobilyatidir.

Sanogen tafakkur- bu shaxsning:

- Salbiy emotsiyalarni tanib olish,
- Ularning kelib chiqish sabablarini tahlil qilish,
- Destruktiv fikrlashdan voz kechib, konstruktiv va ijobiy fikrlashga o‘tish;
- O‘z psixologik holatini ongli ravishda boshqarish qobiliyatidir.

Sanogen tafakkurga qarama-qarshi tushuncha sifatida patogen tafakkur ko‘rsatiladi. Patogen tafakkur salbiy fikrlar, o‘zini ayblash, pessimizm, ichki ziddiyatlar va stress holatlarini kuchaytirishga olib keladi. Ta’lim jarayonida patogen tafakkur unsurlarini oldini olish va sanogen tafakkurni rivojlantirish pedagogning muhim vazifalaridan biridir.

Sanogen tafakkur quyidagi tarkibiy qismlardan iborat:

1. Kognitiv nazorat
   - avtomatik salbiy fikrlarni aniqlash va ularni mantiqiy fikrlar bilan almashtirish.
2. Refleksiya
   - shaxsning o‘z fikrlari, his-tuyg‘ulari va xatti-harakatlarini tahlil qila olishi.
3. Emotsional regulyatsiya
   - g‘azab, qo‘rquv, aybdorlik kabi hislarni boshqarish.
4. Mas’ulyatni qabul qilish
   - vaziyat uchun faqat tashqi omillarni emas, o‘z pozitsiyasini ham tan olish.

Sanogen tafakkurning psixologik ahamiyati

- stressga chidamlilikni oshiradi
- depressiya va xavotr holatlarini oldini oladi
- psixosometrik kasalliklar xavfini kamaytiradi
- shaxslaro munosobatlarni sog‘lomlashtiradi
- o‘z-o‘zini anglash va shaxsiy o‘sishni qo‘llab quvvatlaydi.

ISSN 3030-3907

Ta’lim-tarbiya jarayonida ham sanogen tafakkur juda ham muhim rol o‘ynaydi. Pedagogik psixologiyada sanogen tafakkur o‘quvchilarning imtihon stressini kamaytirish, o‘qituvchilarning kasbiy kuyishini oldini oladi va ijobiy “Men-kontsepsiya”ni shakllantirishda ishtirok etadi.

Bo‘lajak mutaxasislarni kasbiy faoliyatiga tayyorlashda sanogen tafakkurning o‘rni

Bo‘lajak pedagog kadrlarni tayyorlash xalqaro dasturida talabalar faoliyatini rivojlantirishning “fikriy aks ettirish amaliyoti”ga (reflective practitioner) yo‘naltirilgan taktikasini rivojlantirish, ijodiy va ratsional yondashuv uyg‘unligini ta’minlashning pedagogik mexanizmlarini takomillashtirish muhim vazifa sifatida belgilangan.Kasbiy ta’lim tizimida shaxsga yo‘naltirilgan va kompetensiyaviy yovdashuvlar ustuvor hisoblanadi. Ushbu yondashuvlar doirasida mutaxasisning kasbiy kompetensiyasi nafaqat bilim va malakalar, balki shaxsiy-psixologik sifatlar bilan ham beligilanadi.

Sanogen tafakkur:

- Kasbiy moslashuvchanlikni oshiradi;
- Stressli vaziyatlarda to‘g‘ri qaror qabul qilishga yordam beradi;
- Emotsional kuyishning oldini oladi;
- Ijtimoiy muloqot va jamoada ishlash samaradorligini ta’minlaydi.

Bo‘lajak mutaxasislar, xususan pedagoglar, tibbiyot xodimlari, muhandislar va menejerlar kasbiy faolyatida yuqori darajadagi mas’uliyat va emotsional yuklama mavjud. Shu sababli ularda sanogen tafakkurni shakllantirish kasbiy tayyorgarlikning ajralmas qismi sifatida qaralishi lozim.

Sanogen tafakkurni shakllantirishning pedagogik shart sharoitlari

Sanogen tafakkurni rivojlantirish quyidagi pedagogik shart-sharoitlar asosida samarali amalga oshiriladi:

- Ta’lim jarayonida qulay psixologik muhit yaratish
- Talabalarning emotsional holatini inobatga olish;
- Refleksiya va o‘z-o‘zini baholashni rag‘batlantirish;
- Innovatsion va kreativ pedagogik texnologiyalardan tizimli foydalanish.

Mazkur shart-sharoitlar ta’lim jarayoning barcha bosqichlarida izchil amalga oshirgandagina kutilgan natijalarga erishish mumkin. Sanogen tafakkuri rivojlangan talabalar:

- O‘quv jarayonida faolroq ishtirok etadi;
- Stressli vaziyatlarga xotirjam munosabat bildiradi;

Kasbiy faoliyatga tayyorgarlik darajasi yuqori bo‘ladi

Sanogen tafakkurni shakllantirishning innovatsion-kreativ texnalogiyalari

ISSN 3030-3907

Trening texnologiyalari

Trening mashg‘ulotlari sanogen tafakkurni rivojlantirishning eng samarali usullaridan biri hisoblanadi.Ular orqali talabalar:

- Stressli boshqarish;
- Emotsiyalarni anglash
- Konfliktli vaziyatlarni konstruktiv hal qilish ko‘nikmalarini egallaydilar.

Autogen mashqlar, releksatsiya texnikalari va psixologik treninglar talabalarning ruhiy holatini barqororlashtirishga xizmat qiladi.

Reflektiv ta’lim texnologiyalari

Refleksiya- bu shaxsning o‘z faoliyati, hissiyotlari va fikrlarini tahlil qilish jarayonodir. Reflektiv kundaliklar, esse yozish, o‘z-o‘zini baholash texnikalari sanogen tafakkurni shakllantirishda rol o‘ynaydi.

Kreativ pedagogik texnalogiyalar

Kreativ texnologiyalar (ril o‘yinlari, keys-study, aqliy hujum, loyihaviy ta’lim):

- Ijodiy fikrlashni rivojlantiradi;
- Muommoli vaziyatlarga moslashuvchanlikni oshiradi;
- Talabalarda ijobiy psixologik munosabatni shakllantiradi.

Raqamli ta’lim texnologiyalari

Zamonaviy raqamli texnologiyalar sanogen tafakkurni rivojlantirish imkonyatlarini kengaytirmoqda. Onlayn treninglar, mobil ilovalar, virtual mashg‘ulotlar talabalarning mustaqil ishlash va o‘z ustida ishlash ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Tajriba va amaliyot natijalarini umumlashtirish

Pedagogik tajribalar shuni ko‘rsatadiki, innovatsion- kreativ texnologiyalar asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar talabalarning ruhiy holatiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Bo‘lajak pedagoglar kreativlik rag‘batlantirilsa va samimiy muhit yaratilsagina, kreativ fikrlashni odatga aylantira oladilar. Kreativ muhitda o‘qituvchi va bo‘lajak pedagoglar boshqalarga nisbatan samimiy munosabatda bo‘lishni va ularning fikr mulohazalarini hurmat qilishni o‘rganadilar. Xato qilishdan yoki muvaffaqiyatsizlikka uchrashdan qo‘rqish, haddan tashqari baxolarga e’tibor qaratish, boshqalardan ajralib turish, mensimaslik va tanqidga uchrashdan, kamsitilishdan qo‘rqish hissi mavjud bo‘lajak pedagoglarda kreativlik odatga aylanmaydi. Kreativlikni odatga aylantirish, bo‘lajak pedagoglarning o‘qishdagi muvafaqqiyat va o‘z-o‘ziga bo‘lgan hurmatni oshirish faqatgina kreativ fikrlashni muvofiq ravishda qo‘llash orqali va sog‘lom muhitdagina erishish mumkin.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Xulosa qilib aytganda, bo‘lajak mutaxasislarni faoliyatga tayyorlashda sanogen tafakkurni shakllantirish muhim pedagogik vazifa hisoblanadi.Innovatsion-kreativ texnologiyalar asosida tashkil etilgan ta’lim jarayoni talabalarning nafaqat kasbiy kompetensiyalarini, balki ularning ruhiy barqarorligi va ijtimoiy moslashuvchanligini ham ta’minlaydi. Bu esa zamonaviy mehnat bozorida raqobatbardosh, sog‘lom va ijodkor mutaxasislarni tayyorlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdullayeva Sh.Pedagogik innovatsiyalar asoslari.-Toshkent,2021
2. Orlov Y.M Sanogen tafakkur nazariyasi.-Moskva, 2019.
3. Xo‘javev B.X. Kasbiy pedagogika.-Toshkent,2020.
4. Ellis A. Reason and Emotion in Psychotherapy.-New York:LyleInternational Unoiversities Press, 1976.
5. Seligman M. Flourish:A Visionary New Understanding of happiness and Well-being.-New York:Free Press, 2011
6. Zimnyaya I.A. Kasbiy kompetensiya va shaxs rivoji.-Moskva,2018.
7. Klarin M.V. innovatsion ta’lim modellari-M.,2017
8. S. Ataxanova. Innovatsion ta’lim jarayonida tafakkur // Ilmiy maqola. “Sog‘lom avlod uchun” ilmiy-ommabop jurnal materiallari. 2014 yyil. 5/4- 5 b

ISSN 3030-3907

QISHLOQ XO‘JALIGI SOHASIDA YASHIL IQTISODIYOTNING DOLZARB MUAMMOLARI VA UNING YECHIMLARI

Altiyeva Sevara Usmonovna
Buxoro Davlat universiteti bioiqtisodiyot mutaxassisligi 2-bosqich magistranti
E-mail: sevara.altiyeva@icloud.com

Annotatsiya. Maqolada yashil iqtisodiyot sharoitida qishloq xo‘jaligining barqaror rivojlanishiga ta’sir etuvchi omillar, mavjud muammolar va ularning yechim yo‘llari tahlil qilingan. Ekologik toza ishlab chiqarish texnologiyalarini joriy etish, resurslardan oqilona foydalanish hamda agrosanoat sohasida innovatsion yondashuvlarni qo‘llashning iqtisodiy samaradorligi yoritilgan.

Kalit so‘zlar: yashil iqtisodiyot, qishloq xo‘jaligi, barqaror rivojlanish, oziq-ovqat xavfsizligi, yashil texnologiyalar, innovatsiya, resurs tejamkorlik.

Annotation. The article analyzes the main challenges and potential solutions for the sustainable development of agriculture within the framework of the green economy. It highlights the economic efficiency of introducing eco-friendly production technologies, rational resource management, and innovative approaches in the agro-industrial sector.

Keywords: Green economy, agriculture, sustainable development, eco-friendly technologies, innovation, resource efficiency.

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные проблемы и пути их решения в сфере сельского хозяйства в условиях развития «зеленой экономики». Анализируется эффективность внедрения экологически чистых технологий, рационального использования ресурсов и инновационных подходов в агропромышленном комплексе.

Ключевые слова: Зеленая экономика, сельское хозяйство, устойчивое развитие, экологические технологии, инновации, рациональное использование ресурсов.

KIRISH

So‘nggi yillarda global iqtisodiyotda ekologik barqarorlikni ta’minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish hamda iqlim o‘zgarishining salbiy oqibatlarini yumshatish masalalari strategik ustuvor yo‘nalish sifatida maydonga chiqmoqda. An’anaviy iqtisodiy o‘sish modellari ko‘plab mamlakatlarda tabiiy resurslarning keskin kamayishi, atrof-muhitning degradatsiyasi va ekologik xavflarning kuchayishiga olib kelgani sababli, rivojlanishning muqobil modeli sifatida “yashil iqtisodiyot” konsepsiyasi shakllandi va jadal rivojlanmoqda. Ushbu konsepsiya iqtisodiy samaradorlik, ekologik muhofaza va ijtimoiy adolat tamoyillarini o‘zaro uyg‘unlashtirishni nazarda tutadi.

ISSN 3030-3907

Yashil iqtisodiyot doirasida qishloq xo‘jaligi alohida ahamiyatga ega bo‘lgan tarmoq hisoblanadi. Chunki qishloq xo‘jaligi bir tomondan aholining oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlovchi asosiy soha bo‘lsa, ikkinchi tomondan yer, suv, energiya va biologik resurslardan eng ko‘p foydalanadigan hamda ekologik tizimlarga sezilarli bosim ko‘rsatuvchi tarmoqdir. Intensiv dehqonchilik, suvdan samarasiz foydalanish, kimyoviy o‘g‘itlar va pestitsidlarning ortiqcha qo‘llanilishi tuproq unumdorligining pasayishi, suv resurslarining ifloslanishi va biologik xilma-xillikning qisqarishiga olib kelmoqda. Shu sababli qishloq xo‘jaligini yashil iqtisodiyot tamoyillari asosida rivojlantirish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

Hozirgi sharoitda O‘zbekiston Respublikasi ham barqaror rivojlanish maqsadlarini amalga oshirish, ekologik xavfsizlikni mustahkamlash va “yashil” transformatsiyani jadallashtirishni milliy iqtisodiy siyosatning muhim tarkibiy qismi sifatida belgilab olgan. Mamlakatda qishloq xo‘jaligini modernizatsiya qilish, suvni tejovchi sug‘orish texnologiyalarini (tomchilatib va yomg‘irlatib sug‘orish) joriy etish, yer resurslaridan oqilona foydalanish, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni kengaytirish, ekologik toza va organik mahsulotlar ishlab chiqarishni rivojlantirish bo‘yicha qator islohotlar amalga oshirilmoqda. Ushbu chora-tadbirlar qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining samaradorligini oshirish bilan birga, atrof-muhitga bo‘lgan salbiy ta’sirni kamaytirishga qaratilgandir.

Shu bilan birga, qishloq xo‘jaligi sohasida yashil iqtisodiyot tamoyillarini to‘liq joriy etishda bir qator dolzarb muammolar mavjud. Xususan, ishlab chiqarish infratuzilmasining eskirganligi, suv resurslarining cheklanganligi va ularning hududlar bo‘yicha notekis taqsimlanganligi, agrotexnik va ekologik bilimlarning amaliyotda yetarli darajada qo‘llanilmasligi, moliyaviy resurslar va investitsiyalarning cheklanganligi, shuningdek, ekologik madaniyat va mas’uliyatning past darajasi ushbu jarayonni sekinlashtiruvchi asosiy omillar sifatida namoyon bo‘lmoqda. Bundan tashqari, iqlim o‘zgarishi sharoitida qurg‘oqchilik, sho‘rlanish va hosildorlikning pasayishi kabi xavflar qishloq xo‘jaligi barqarorligiga jiddiy tahdid solmoqda.

Yashil iqtisodiyot sharoitida qishloq xo‘jaligi iqtisodiyotining barqaror rivojlanishini ta’minlash uchun ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy omillar o‘rtasidagi muvozanatni ilmiy asosda tashkil etish muhim ahamiyat kasb etadi. Bunda resurs tejamkor va ekologik samarador texnologiyalarni keng joriy etish, raqamli va aqlli qishloq xo‘jaligi (smart agriculture) elementlaridan foydalanish, fermer va dehqonlarning bilim va ko‘nikmalarini oshirish, yashil investitsiyalar va davlat

ISSN 3030-3907

qo‘llab-quvvatlash mexanizmlarini kuchaytirish muhim yechimlar sifatida maydonga chiqadi.

Mazkur mavzu doirasidagi ilmiy tadqiqotlar qishloq xo‘jaligida yashil iqtisodiyotning dolzarb muammolarini aniqlash, ularning iqtisodiy va ekologik oqibatlarini baholash hamda amaliy yechimlar ishlab chiqishga xizmat qiladi. Bu esa nafaqat qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining raqobatbardoshligini oshirish, balki tabiiy resurslarni asrash, atrof-muhitni muhofaza qilish va kelajak avlodlar uchun barqaror rivojlanish poydevorini yaratishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Yashil iqtisodiyot sharoitida qishloq xo‘jaligi iqtisodiyotining rivojlanishi bugungi kunda jahon va milliy miqyosdagi eng dolzarb ilmiy tadqiqot yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda bu borada mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan olib borilgan izlanishlar, ayniqsa ekologik barqarorlik, resurslardan oqilona foydalanish hamda innovatsion texnologiyalarni joriy etish masalalariga alohida e’tibor qaratmoqda.

Bobojonova M. (2024) o‘z tadqiqotlarida O‘zbekiston sharoitida yashil iqtisodiyot tamoyillarini amaliyotga joriy etish orqali qishloq xo‘jaligi barqarorligini ta’minlash imkoniyatlarini tahlil qilgan. U ekologik toza ishlab chiqarish texnologiyalarini qo‘llash, suv va yer resurslaridan oqilona foydalanish, investitsion faollikni oshirishning iqtisodiy afzalliklarini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, resurs tejamkor yondashuvlar nafaqat ekologik, balki iqtisodiy samaradorlikni ham ta’minlaydi.

Shunga yaqin yondashuvni Kurbanova D. (2024) o‘z ilmiy izlanishlarida ilgari surib, O‘zbekiston don korxonalari misolida qishloq xo‘jaligida innovatsion strategiyalar va texnologik modernizatsiyaning yashil iqtisodiyot tamoyillariga mosligini o‘rganadi. Muallifning fikricha, zamonaviy axborot texnologiyalari va raqamli yechimlar asosida ishlab chiqilgan ishlab chiqarish tizimlari iqtisodiy samaradorlikni oshirish bilan birga atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytiradi. Xalqaro miqyosda olib borilgan tadqiqotlarda ham bu tendensiya o‘z aksini topgan.

Triana U. va Ade F. (2024) tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda yashil iqtisodiyot va barqaror qishloq xo‘jaligi o‘rtasidagi sinergiya Oziq-ovqat xavfsizligi (SDG 2) va Iqlim o‘zgarishiga qarshi kurash (SDG 13) bilan bevosita bog‘liq ekani ta’kidlanadi. Ularning ishlari qishloq xo‘jaligida ekologik mas’uliyatli boshqaruv tizimlarini shakllantirishning global zarurligini ilmiy asoslab beradi.

Chen X. va Ryoo J. (2024) O‘zbekiston sharoitida qishloq xo‘jaligini innovatsion rivojlantirishda “heliks modeli” (universitet–sanoat–hukumat–jamiyat hamkorligi) samaradorligini tahlil qilgan. Ularning fikricha, yashil iqtisodiyotga

ISSN 3030-3907

o‘tish jarayonida ilmiy tadqiqot muassasalari, ishlab chiqarish korxonalari va davlat tuzilmalari o‘rtasidagi tizimli hamkorlik yetarli darajada yo‘lga qo‘yilmasa, resurslardan oqilona foydalanish va ekologik texnologiyalarni keng joriy etish qiyinlashadi. Bu jihatdan, Eshquvattova N. (2025) tomonidan olib borilgan tadqiqotlar ayniqsa diqqatga sazovor. Muallif innovatsion iqtisodiyot sharoitida qishloq xo‘jaligida iqtisodiy resurslardan samarali foydalanish muammolarini o‘rganib, mavjud tizimning asosiy kamchiliklari sifatida ishlab chiqarish infratuzilmasining eskiligi, suv resurslarining cheklanganligi va agrotexnik yangiliklarning sust joriy etilishini ko‘rsatadi.

Umuman olganda, mavjud ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, qishloq xo‘jaligi sohasida yashil iqtisodiyot tamoyillarini tatbiq etish masalasi ko‘plab olimlarning diqqat markazida bo‘lib, bu yo‘nalishda ilmiy asoslangan qarashlar shakllanmoqda. Biroq tahlil shuni ham anglatadiki, hozirgi tadqiqotlarning aksariyati nazariy yondashuvga asoslangan bo‘lib, amaliy, maydonga tayanadigan empirik tadqiqotlar hali yetarli emas. Shuningdek, ijtimoiy omillar, ekologik madaniyat darajasi va qishloq aholisi ishtirokini hisobga olgan kompleks tadqiqotlar yetarlicha o‘rganilmagan. Shu bois, mavjud ilmiy ishlar tahlili kelgusida qishloq xo‘jaligida yashil iqtisodiyot tamoyillarini amaliyotga chuqurroq joriy etish, resurslardan samarali foydalanish va barqaror rivojlanishni ta’minlash bo‘yicha yangi ilmiy yondashuvlarni ishlab chiqish zarurligini ko‘rsatadi.

MATERIALLAR VA METODLAR

Ushbu tadqiqotda O‘zbekiston Respublikasining qishloq xo‘jaligi tarmoqlarida yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etish jarayonini baholash, mavjud muammolarni aniqlash hamda samarali yechimlar ishlab chiqish maqsad qilingan. Tadqiqot materiali sifatida 2020–2024-yillar davomida O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi, Statistika agentligi, Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi hamda FAO (BMT Oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi tashkiloti) tomonidan e’lon qilingan ma’lumotlar bazalari va hisobotlardan foydalanildi. [1]Shuningdek, Toshkent viloyatining Qibray tumanidagi **“Agro Green Future” MCHJ** korxonasi misolida amaliy tahlil o‘tkazildi.

[1] O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi. (2020–2024). Vazirlik statistik ma’lumotlar va hisobotlar. AGRO.UZ / gov.uz/agro.
O‘zbekiston Respublikasi Milliy Statistika Agentligi. (2020–2024). Qishloq xo‘jaligi statistik ma’lumotlari. stat.uz.
O‘zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o‘zgarishi vazirligi. (2023). National State of the Environment Report: Uzbekistan.
Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2020–2024). Uzbekistan country profile / Aquastat.

ISSN 3030-3907

Mazkur korxona misolida yashil texnologiyalarni joriy etishning iqtisodiy samaradorligi o‘rganildi. Korxona issiqxona xo‘jaligi faoliyatida quyosh panellari, suvni tomchilatib sug‘orish tizimlari va chiqindilarni qayta ishlash mexanizmlaridan foydalanadi. Ushbu innovatsion yondashuvlar tufayli suv sarfi 28 foizga, energiya xarajatlari esa 17 foizga kamaygani kuzatildi. Shuningdek, ishlab chiqarish chiqindilarining 60 foizi qayta ishlanib, organik o‘g‘it sifatida foydalanilgan. Bunday natijalar yashil iqtisodiyot tamoyillarining qishloq xo‘jaligida amaliy natija berishini isbotlaydi.

Tadqiqot metodologik jihatdan quyidagi yondashuvlarga asoslangan: iqtisodiy-statistik tahlil, taqqoslama tahlil, korxona faoliyati samaradorligini baholash (effektivlik koeffitsienti usuli), ekspert baholash, hamda SWOT-tahlil (kuchli va zaif tomonlar, imkoniyatlar va xavflarni aniqlash). Ma’lumotlarni qayta ishlashda Excel, SPSS va Tableau dasturlaridan foydalanildi. Yig‘ilgan ma’lumotlar asosida yashil texnologiyalar joriy etilgan korxonalar bilan an’anaviy ishlab chiqarish tizimlari o‘rtasidagi farqlar tahlil qilindi.

Tadqiqot jarayonida, shuningdek, fermerlar va agroklaster rahbarlari o‘rtasida so‘rovnomalar o‘tkazilib, ularning yashil iqtisodiyotga oid bilim darajasi, ekologik mas’uliyat va resurslardan foydalanish bo‘yicha qarashlari o‘rganildi. Olingan natijalar yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishda axborot yetishmovchiligi, moliyaviy imkoniyatlarning cheklanganligi va texnologik modernizatsiya sur’atlarining pastligi asosiy to‘siqlar sifatida namoyon bo‘layotganini ko‘rsatdi.

Tadqiqot yakunida olingan ma’lumotlar asosida ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy samaradorlik ko‘rsatkichlari integratsiyalashgan kompleks baholash modeli ishlab chiqildi. Ushbu model O‘zbekiston sharoitida yashil iqtisodiyot tamoyillarini qishloq xo‘jaligida joriy etish samaradorligini aniqlash uchun tavsiya etiladi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston qishloq xo‘jaligida yashil iqtisodiyot tamoyillarini amaliyotga joriy etish jarayoni hali dastlabki bosqichda bo‘lishiga qaramay, sezilarli ijobiy o‘zgarishlar yuz bermoqda. O‘rganilgan ma’lumotlarga ko‘ra, yashil texnologiyalarni joriy etgan korxona va fermer xo‘jaliklarida ishlab chiqarish xarajatlari qisqargan, resurslardan foydalanish samaradorligi oshgan, ekologik barqarorlik esa mustahkamlanayotganini kuzatish mumkin.

Toshkent viloyatidagi **“Agro Green Future” MCHJ** korxonasi tahlili buning yaqqol misolidir. Korxonada quyosh panellari orqali elektr energiyasining bir qismi qayta tiklanuvchi manbalardan olinmoqda. Shu sababli elektr energiyasi

ISSN 3030-3907

xarajatlari 17 foizga kamaygan, natijada ishlab chiqarish tannarxi pasaygan. Tomchilatib sug‘orish tizimi orqali suv resurslari 28 foizgacha tejalgani aniqlangan bo‘lib, bu esa suv tanqisligi kuchayib borayotgan hududlar uchun nihoyatda muhim omil hisoblanadi. Chiqindilarni qayta ishlash tizimi esa ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan organik qoldiqlarning 60 foizini o‘g‘it sifatida qayta ishlash imkonini bergan, natijada ekologik yuklama kamaygan va yer unumdorligi oshgan.

Shuningdek, tadqiqot davomida 80 nafar fermer xo‘jaligi rahbarlari va mutaxassislar o‘rtasida o‘tkazilgan so‘rovnomalar natijasi ham tahlil qilindi. Respondentlarning 67 foizi yashil texnologiyalar haqida umumiy tushunchaga ega bo‘lsa-da, faqat 23 foizi bu texnologiyalarni amalda qo‘llash tajribasiga ega ekanligini bildirgan. So‘rov natijalari asosida ma’lum bo‘ldiki, yashil iqtisodiyot tamoyillarining keng joriy etilishiga to‘sqinlik qilayotgan asosiy omillar — moliyaviy resurslarning yetishmasligi, zamonaviy texnologiyalarni sotib olishdagi qiyinchiliklar, mutaxassislarning yetarli tayyorgarlikka ega emasligi va ekologik madaniyat darajasining pastligidir.

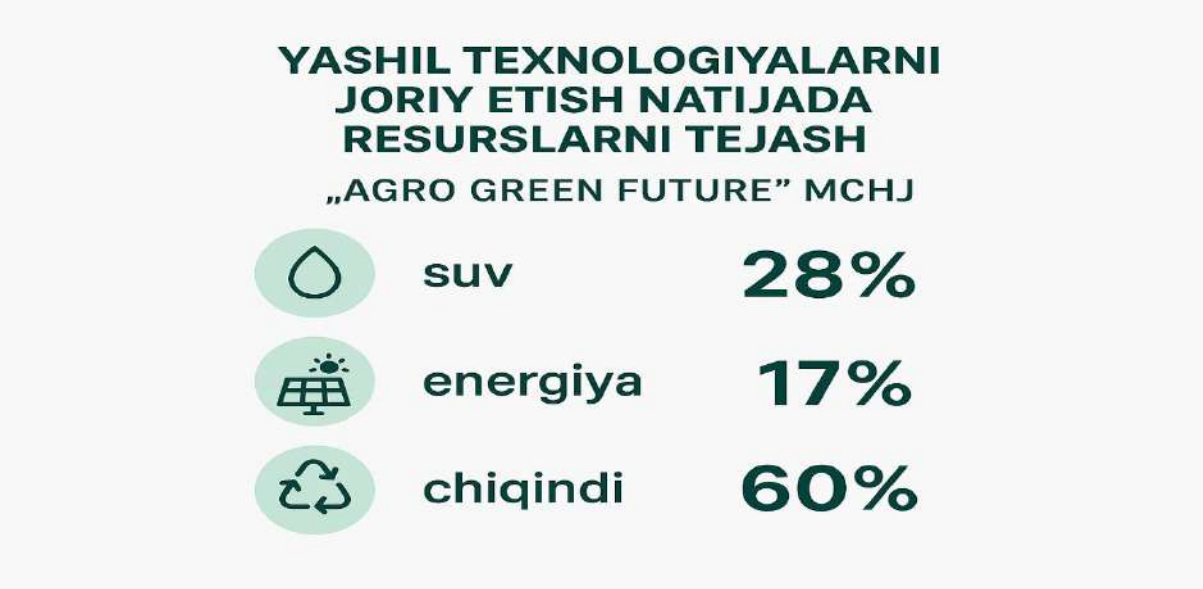
Ekonometrik tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, yashil texnologiyalarni joriy etgan xo‘jaliklarda ishlab chiqarish samaradorligi 1,3 baravar yuqori, foyda marjasi esa o‘rtacha 12 foizga ortgan.[2] Bu esa yashil iqtisodiyot tamoyillarining nafaqat ekologik, balki iqtisodiy jihatdan ham raqobatbardoshligini isbotlaydi. Boshqacha aytganda, ekologik innovatsiyalarni joriy etish atrof-muhitni muhofaza qilish bilan bir qatorda, fermerlarning daromadini oshiruvchi muhim iqtisodiy omilga aylanmoqda.

Yuqoridagi tahlillar natijasida quyidagi muhim xulosalar shakllandi: birinchidan, yashil texnologiyalarni joriy etish qishloq xo‘jaligida resurslardan foydalanish samaradorligini oshiradi va ishlab chiqarish tannarxini kamaytiradi; ikkinchidan, chiqindilarni qayta ishlash orqali ekologik barqarorlik ta’minlanadi; uchinchidan, davlat tomonidan moliyaviy qo‘llab-quvvatlash va ekologik ta’lim tizimini mustahkamlash bu jarayonni tezlashtiradi.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekistonda yashil iqtisodiyot modelini qishloq xo‘jaligiga to‘liq integratsiya qilish hali katta potensialga ega. Ammo bu yo‘nalishda muvofiqlashtirilgan siyosat, innovatsion infratuzilma va ilmiy asoslangan strategiyalar zarur. Shunday sharoitdagina mamlakat qishloq xo‘jaligi barqaror rivojlanishga erishib, ekologik xavfsizlikni ta’minlay oladi.

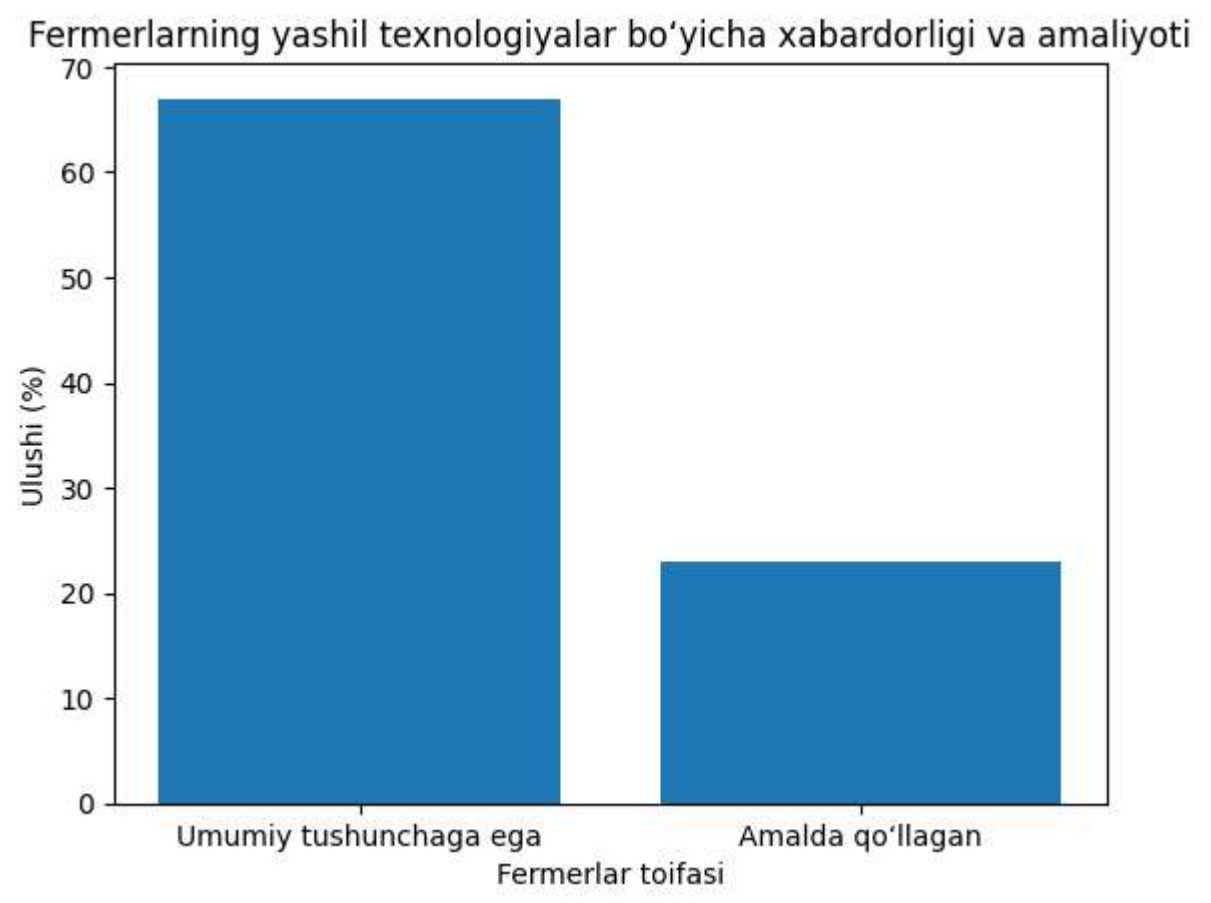
[2] Muallif hisob-kitobi. (2024). Yashil texnologiyalar joriy etilgan xo‘jaliklar faoliyati bo‘yicha ekonometrik tahlil natijalari.

ISSN 3030-3907



1-Rasm

1-rasmda “Agro Green Future” MCHJ tomonidan yashil texnologiyalarni joriy etish natijasida resurslardan tejalgan foizlar aks etgan. Suv sarfi **28%**, energiya iste’moli **17%**, chiqindilar hajmi esa **60%** ga kamaygan. Bu korxona misolida yashil iqtisodiyot tamoyillarining amaliy samarasini ko‘rsatadi.(diogramma-1)



ISSN 3030-3907

Izoh: Diagramma natijalari shuni koʻrsatadiki, fermer xoʻjaliklarining aksariyati yashil texnologiyalar haqida xabardor boʻlsa-da, ularni amaliyotda qoʻllash darajasi pastligicha qolmoqda. Bu holat yashil iqtisodiyot tamoyillarini keng joriy etishda moliyaviy va texnologik cheklovlar mavjudligini koʻrsatadi.

Qishloq xoʻjaligida yashil iqtisodiyot tamoyillarini amaliyotga joriy etish samaradorligini baholash maqsadida Oʻzbekiston sharoitida faoliyat yuritayotgan qishloq xoʻjaligi klasteri misolida tahlil amalga oshirildi. Tahlil uchun shartli ravishda “Green Agro Cluster” nomi ostida faoliyat yuritayotgan xoʻjalik subyekti tanlandi. Ushbu klaster paxta-gʻalla va sabzavotchilik yoʻnalishida ishlab, soʻnggi yillarda tomchilatib sugʻorish texnologiyalari, mineral oʻgʻitlar oʻrniga organik oʻgʻitlardan foydalanish, energiya tejamkor texnikalar va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini bosqichma-bosqich joriy etgan.

Tahlil jarayonida yashil texnologiyalar joriy etilishidan oldingi va keyingi davr koʻrsatkichlari taqqoslandi. Diagrammada koʻrinib turganidek, an’anaviy ishlab chiqarish sharoitida 1 gektar yer maydoniga oʻrtacha 10 500 m^3 suv sarflangan boʻlsa, suvni tejovchi texnologiyalar joriy etilgach bu koʻrsatkich 6 800 m^3 gacha qisqargan. Bu esa suv resurslaridan foydalanishda qariyb 35 foizlik tejashga erishilganini anglatadi. Ayniqsa, Oʻzbekiston kabi suv resurslari cheklangan mamlakat sharoitida mazkur natija yashil iqtisodiyot tamoyillarining strategik ahamiyatga egaligini yaqqol namoyon etadi.

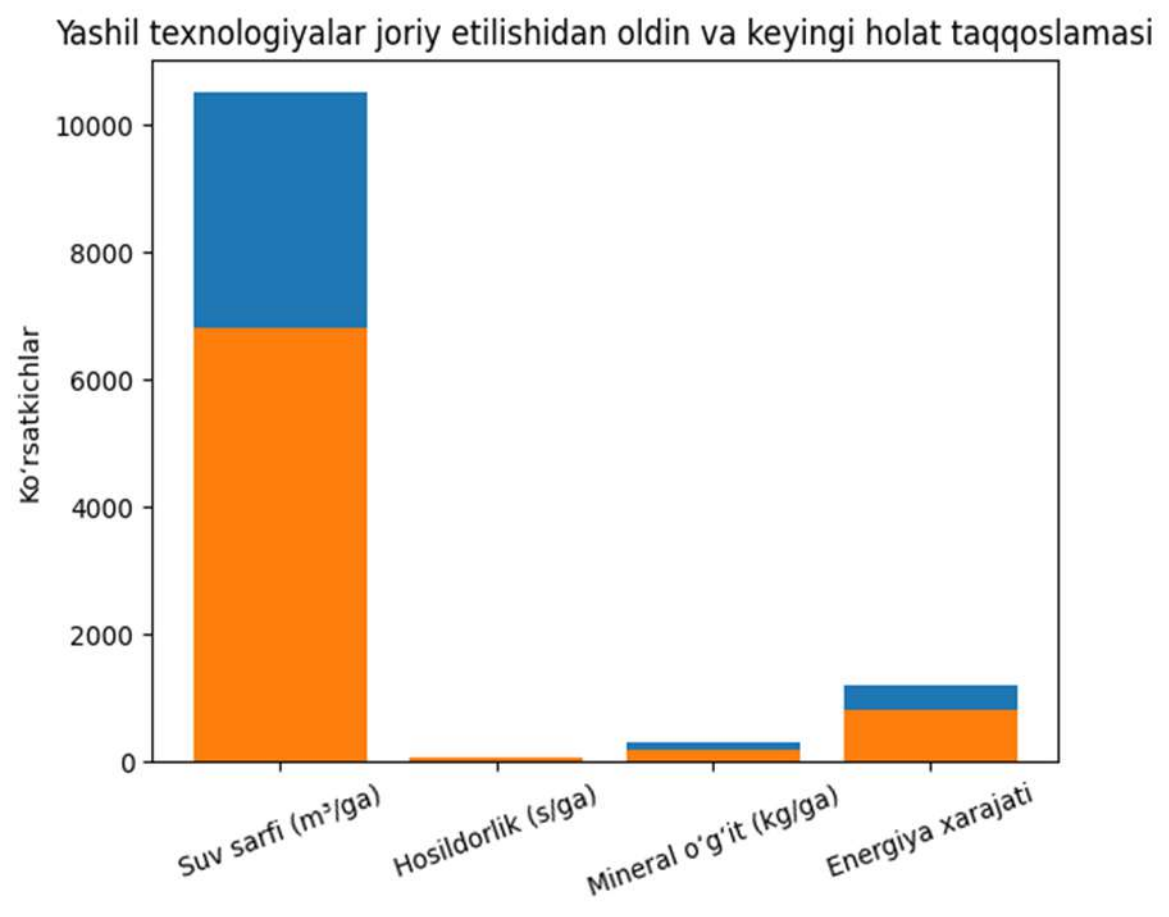
Shu bilan birga, koʻpchilikda uchraydigan “resursni tejash hosildorlikni kamaytiradi” degan qarash ushbu tahlil orqali rad etiladi. Diagrammada koʻrsatilishicha, yashil texnologiyalar joriy etilgandan soʻng hosildorlik 1 gektardan 45 sentnerdan 58 sentnergacha oshgan. Bu holat suv va oʻgʻitlardan oqilona foydalanish, agrotexnik tadbirlarning ilmiy asosda olib borilishi hamda tuproq unumdorligining yaxshilanishi bilan izohlanadi.

Mineral oʻgʻitlar sarfi boʻyicha ham ijobiy oʻzgarishlar kuzatildi. An’anaviy tizimda 1 gektar yerga oʻrtacha 320 kg mineral oʻgʻit qoʻllanilgan boʻlsa, yashil iqtisodiyot tamoyillariga oʻtilgach bu koʻrsatkich 190 kg gacha kamaygan. Natijada nafaqat ishlab chiqarish xarajatlari qisqargan, balki tuproq va suv resurslarining kimyoviy ifloslanish darajasi ham pasaygan. Bu holat ekologik barqarorlikni ta’minlash bilan birga uzoq muddatli iqtisodiy samaradorlikni ham oshiradi.

Energiya xarajatlari tahlili ham muhim natijalarni koʻrsatdi. Energiya tejamkor texnikalar va quyosh energiyasidan qisman foydalanish hisobiga 1 gektarga toʻgʻri keladigan energiya xarajatlari 1 200 ming soʻmdan 820 ming soʻmgacha kamaygan. Bu esa qishloq xoʻjaligida “yashil energiya”dan foydalanish iqtisodiy jihatdan ham maqsadga muvofiq ekanini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, diagrammada aks etgan ko‘rsatkichlar qishloq xo‘jaligida yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etish resurslardan foydalanish samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va ekologik yuklamani pasaytirishda muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi. Dastlabki bosqichda investitsiya talab etilishiga qaramasdan, o‘rta va uzoq muddatda yashil iqtisodiyot modeli iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy jihatdan o‘zini to‘liq oqlaydi. Ushbu tahlil natijalari O‘zbekiston qishloq xo‘jaligida barqaror rivojlanishni ta’minlashda yashil iqtisodiyotga o‘tish muqobil emas, balki zaruriy yo‘l ekanini ilmiy asosda tasdiqlaydi.



3-Rasm

Izoh: “Mazkur diagrammada Sirdaryo viloyatida tomchilatib sug‘orish texnologiyasi joriy etilgandan oldingi va keyingi holat taqqoslangan. Natijalarga ko‘ra, suv sarfi qariyb 40 foizga, mineral o‘g‘itlar sarfi esa 35 foizga kamaygan, hosildorlik esa 24 foizga oshgan. Bu yashil texnologiyalar nafaqat ekologik, balki iqtisodiy jihatdan ham samarali ekanini tasdiqlaydi.”

XULOSA

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, yashil iqtisodiyot tamoyillarini qishloq xo‘jaligi tizimiga integratsiya qilish O‘zbekistonning ekologik, iqtisodiy va ijtimoiy barqaror rivojlanishi uchun muhim strategik omil hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

O‘rganilgan tahlillar asosida aniqlanishicha, yashil texnologiyalarni amaliyotga joriy etish natijasida resurslardan foydalanish samaradorligi oshib, ishlab chiqarish tannarxi kamayadi, atrof-muhitga salbiy ta’sir esa sezilarli darajada qisqaradi. Ayniqsa, suv va energiya resurslarini tejash, chiqindilarni qayta ishlash, qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish kabi chora-tadbirlar qishloq xo‘jaligi korxonalarining iqtisodiy mustahkamligini ta’minlaydi.

Tahlil jarayonida shuningdek, qishloq xo‘jaligida yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishda bir qator tizimli to‘siqlar ham mavjudligi aniqlangan. Ular orasida texnologik infratuzilmaning eskiligi, moliyalashtirish imkoniyatlarining cheklanganligi, ekologik ta’lim va axborot yetishmovchiligi, hamda qishloq aholisi o‘rtasida ekologik madaniyatning pastligi asosiy muammolar sifatida qayd etildi. Bu holat, o‘z navbatida, davlat siyosati, ilmiy muassasalar va xususiy sektor o‘rtasida mustahkam hamkorlikni yo‘lga qo‘yish zarurligini ko‘rsatadi.

FOYALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURE IN UZBEKISTAN ASED ON A GREEN ECONOMY (Madina J. Bobojonova, 2024) — O‘zbekistonda yashil iqtisodiyot tamoyillari asosida qishloq xo‘jaligining barqaror rivojlanishini tahlil qiladi. americanjournal.org

2. Transitioning to a Green Economy and Implementing Sustainable Technological Changes in Uzbekistan (Elshod G‘. Umarov, 2023) — O‘zbekistonda yashil iqtisodiyotga o‘tish va barqaror texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha. Yashil Iqtisodiyot Taraqqiyot

3. THE IMPACT OF GREEN FINANCE ON GREEN ECONOMY DEVELOPMENT EFFICIENCY: A PATHWAY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN UZBEKISTAN (Dilrabo M. Meliqo‘ziyeva, 2024) — yashil moliya va uning O‘zbekistondagi yashil iqtisodiyot rivojiga ta’siri. gospodarkainnowacje-pl.openconference.us

4. “GREEN ECONOMY” AS A DRIVER OF SUSTAINABLE ECONOMIC GROWTH IN UZBEKISTAN (Umida Qaxramonova, 2024) — O‘zbekistonda yashil iqtisodiyot prinsiplarining iqtisodiy o‘sishga ta’siri. mpkjournal.com

5. ENHANCING SUSTAINABLE AGRICULTURE: A STUDY ON THE TRANSITION TO ECOLOGICAL FARMING AND ORGANIC PRODUCT CULTIVATION IN UZBEKISTAN (Farhod Ahrorov, 2025) — ekologik qishloq xo‘jaligi va organik mahsulotlar yo‘nalishi. iqtisodiyot.tsue.uz

6. Empowering Uzbekistan’s grain enterprises: innovative strategies for sustainable growth and operational efficiency (Dildora Kurbanova, 2025) — don korxonalari misolida innovatsion strategiyalar. Green Eco

ISSN 3030-3907

7. GREEN ECONOMY: GLOBAL PERSPECTIVE AND UZBEKISTAN'S PATH (Dilmurod M. Rasulev & Dildorakhon Shomuradova, 2025) — global va O'zbekistondagi yashil iqtisodiyot yo'li. Green Eco
8. GREEN ECONOMY IN UZBEKISTAN AND WAYS TO DEVELOP IT (Farkhod F. Ulugmurodov & Utkir H. Hasan Jozilov, 2025) — O'zbekistonda yashil iqtisodiyotni rivojlantirish yo'llari. wosjournals.com
9. FINANCING MECHANISMS IN THE GREEN ECONOMY IN UZBEKISTAN (Sukhrob R. Allayarov, 2025) — O'zbekistonda yashil iqtisodiyotni moliyalashtirish mexanizmlari. scientaljournals.com
10. Strategies for achieving sustainable growth through green economy transition (Umida Kakhramonova, 2025) — yashil iqtisodiyotga o'tish strategiyalari.

ISSN 3030-3907

RAQAMLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANIB BINO VA INSHOOTLAR KADASTRI GEOMA'LUMOTLAR BAZASINI SHAKLLANTIRISH 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
Xolmuminova Komila G'ulom qizi
Qarshi davlat texnika universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli texnologiyalar yordamida bino va inshootlar kadastri geoma'lumotlar bazasini shakllantirish va uni takomillashtirishning samarali usullarini aniqlash va zamonaviy geografik axborot tizimlari (GAT), masofadan zondlash, GNSS hamda raqamli kartalash texnologiyalari, kadastr ma'lumotlarini yig'ish, qayta ishlash va boshqarish jarayonlarida qo'llanishi yoritilgan.

Kalit so'zlar. raqamli texnologiyalar, bino va inshoot kadastri, geoma'lumotlar bazasi, GAT, masofadan zondlash, GNSS, kadastr tizimi.

Аннотация. В данной статье описывается выявление эффективных методов формирования и совершенствования кадастровой геобазы данных зданий и сооружений с использованием цифровых технологий, а также применение современных географических информационных систем (ГИС), дистанционного зондирования, GNSS и технологий цифрового картографирования в процессах сбора, обработки и управления кадастровыми данными.

Ключевые слова. цифровые технологии, строительный и конструктивный кадастр, геобазы данных, ГИС, дистанционное зондирование, GNSS, кадастровая система.

Abstract. This article describes the identification of effective methods for the formation and improvement of a cadastral geodatabase of buildings and structures using digital technologies, and the application of modern geographic information systems (GIS), remote sensing, GNSS and digital mapping technologies in the processes of collecting, processing and managing cadastral data.

Keywords. digital technologies, building and structure cadastre, geodatabase, GIS, remote sensing, GNSS, cadastral system.

KIRISH.

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi barcha sohalar qatori bino va inshootlar kadastri tizimida ham tub o'zgarishlarni yuzaga keltirmoqda. Ayniqsa, bino va inshootlar kadastrini yuritishda an'anaviy

ISSN 3030-3907

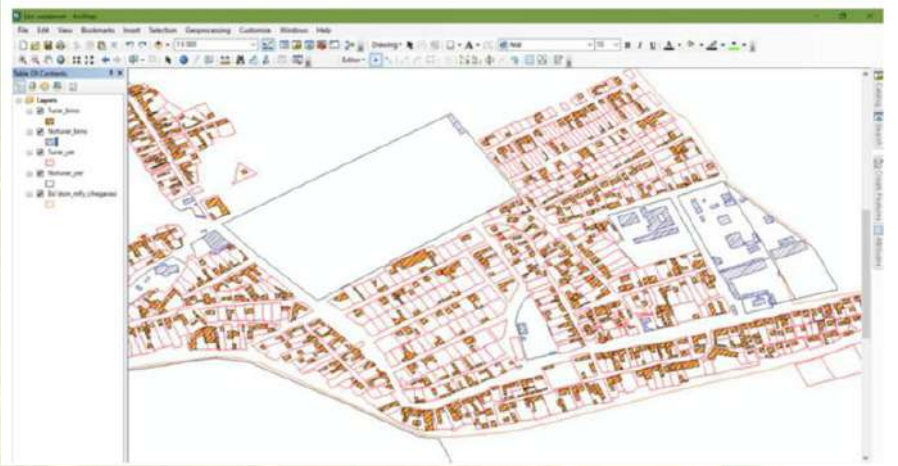
usullardan raqamli va geoinformatsion texnologiyalarga o‘tish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bu jarayon kadastr ma’lumotlarining aniqligi, ishonchliligi va tezkorligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Bino va inshootlar kadastri geoma’lumotlar bazasi - bu hududdagi ko‘chmas mulk obyektlari haqidagi fazoviy va atributiv ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan muhim axborot resursidir. Mazkur ma’lumotlar bazasi shaharsozlikni rejalashtirish, mulk huquqlarini ro‘yxatga olish, soliq tizimini takomillashtirish hamda davlat boshqaruvi jarayonlarida keng qo‘llaniladi.

Zamonaviy raqamli texnologiyalar, jumladan, geografik axborot tizimlari (GAT), masofadan zondlash, dron texnologiyalari, global navigatsion sun’iy yo‘ldosh tizimlari (GNSS) va raqamli kartalash usullari bino va inshootlar kadastrini shakllantirishda yangi imkoniyatlarni yaratmoqda. Ushbu texnologiyalar yordamida geoma’lumotlar bazasini yangilash, tahlil qilish va takomillashtirish jarayonlari ancha samarali amalga oshirilmoqda.

Respublikamizda kadastr ma’lumotlarini shakllantirish va uning natijasida yaratilgan axborotlarni tegishli joylarga taqdim etish kabi jarayonlarni bajarishda maxsus elektron “ko‘chmas mulk ma’lumotlar bazasi” dasturidan foydalanilmoqda. Buning natijasida, ko‘chmas mulkga bo‘lgan ma’lumotlar tezkor ravishda yer uchastkalariga hamda bino va inshootlarga tegishli ma’lumotlarni davriy ravishda kiritish, saqlash, o‘zgartirib borish imkoniyatlari mavjud. Hozirda kadastr onlayn milliy bazasi hisoblangan “ko‘chmas mulk ma’lumotlar bazasi” dasturida mavjud ma’lumotlarga ArcGIS dasturida yaratilgan va arxiv qilib saqlangan geoma’lumotlar asos bo‘lib hisoblanadi va dasturlar o‘zaro integratsiya qilinib axborotlarning aniqligi tekshirladi xato va kamchiliklari bartaraf qilinib boriladi. Bundan tashqari nafaqat “ko‘chmas mulk ma’lumotlar bazasi” dasturi, agarda kadastr ma’lumotlarini yuritish uchun boshqa dasturlar (uzkad, Inola Geopartal v.kz) joriy qilinsa, taklif qilinayotgan uslub aholi punkti yerlari DKYaT ma’lumotlarni shakllantirish, tahlil qilish, tezkor axborot almashinuvi ishlarida va uning aniqligiga asos bo‘ladi va aholi punkti maydonlarining ko‘payish yoki kamayish jarayonlarini nazorat qilishda optimal uslub hisoblanadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. ArcGIS dasturida bino va inshootlar kadastri geoma'lumotlar bazasini yaratish.

"Ko'chmas mulk ma'lumotlar bazasi" dasturiga kiritilgan bino-inshootlarning miqdor va sifat ko'rsatkichlari inobatga olinib, qurulish tugallangan yiliga ko'ra mazkur dasturda avtomatik tarzda baholash yo'lga qo'yildi. Bu esa o'z o'rnida bino va inshootlar davlat kadastrini yuritishda qulayliklar va yangi imkoniyatlar yaratadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA. So'nggi yillarda bino va inshootlar kadastrini raqamlashtirish masalalari mahalliy va xorijiy olimlar tomonidan keng o'rganilmoqda. Tadqiqotlar asosan geoinformatsion tizimlar (GAT), masofadan zondlash ma'lumotlari, raqamli xaritalar hamda fazoviy ma'lumotlar bazalaridan foydalanish samaradorligini oshirishga qaratilgan.

F.M.Yunusova, F.Sh.Xudoyberdiyev va Z.Sh.Mirxosilovalar o'z tadqiqotlarida zamonaviy 3D texnologiyalarining ko'chmas mulk kadastrida qo'llanishi, fazoviy ma'lumotlar aniqligi va kompleks tuzilishini ta'minlash muammolari va GAT va raqamli kadastr ma'lumotlari yordamida yer va inshootlar qiymatini baholash hamda GAT va masofadan zondlash texnologiyalari yordamida raqamli kadastr kartalarini yaratish usullari tahlil qilingan.

Yevropa davlatlarida bino va inshootlar kadastrini yuritishda GAT texnologiyalaridan foydalanish fazoviy aniqlikni oshirishi, ma'lumotlarni tezkor yangilash va tahlil qilish imkonini berishi ko'proq ta'kidlangan. Bunda Filip Biljecki, Yao Sun, Lichao Mou va Jin Huanglar binolar geoma'lumotlarining shahar rejalashtirishda qo'llanishi global tahlili va yuqori aniqlikdagi masofadan zondlash tasvirlari asosida binolar balandligini aniqlash bo'yicha xalqaro metodologiyani ishlab chiqqan.

NATIJALAR. Bino va inshootlar kadastri geoma'lumotlar bazasini shakllantirish va takomillashtirishda raqamli texnologiyalardan foydalanishning samaradorligi o'rganildi. O'tkazilgan tahlillar va amaliy ishlar natijasida quyidagi muhim natijalarga erishildi.

ISSN 3030-3907

Birinchidan, geografik axborot tizimlari (GAT) asosida bino va inshootlar kadastri uchun yagona geoma'lumotlar bazasi shakllantirildi. Ushbu bazada bino va inshootlarning joylashuvi, maydoni, balandligi, foydalanish maqsadi, texnik holati va huquqiy holatini aks ettiruvchi atributiv ma'lumotlar fazoviy ma'lumotlar bilan integratsiyalashdi. Natijada kadastr ma'lumotlarining aniqligi va tizimliligi sezilarli darajada oshdi.

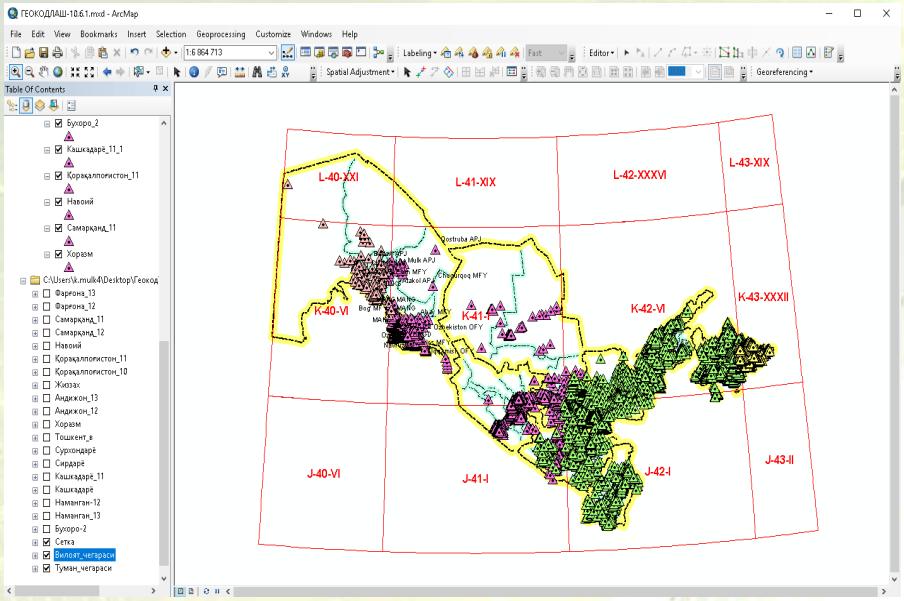
Ikkinchidan, masofadan zondlash ma'lumotlari va GNSS texnologiyalaridan foydalanish bino va inshootlarning geografik koordinatalarini aniqlashda yuqori aniqlikni ta'minladi. Sun'iy yo'ldosh tasvirlari asosida mavjud kadastr kartalaridagi ayrim nomuvofiqliklar aniqlanib, tuzatildi. Bu esa geoma'lumotlar bazasining ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

Uchinchidan, raqamli texnologiyalar yordamida bino va inshootlar kadastr ma'lumotlarini yangilash jarayoni soddalashtirildi. An'anaviy usullarga nisbatan ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va bazaga kiritish vaqti qisqardi. Natijada kadastr tizimining tezkorligi va samaradorligi oshdi.

To'rtinchidan, shakllantirilgan geoma'lumotlar bazasi asosida bino va inshootlar kadastri ma'lumotlarini vizual tahlil qilish imkoniyati yaratildi. Raqamli kartalar va tematik qatlamlar yordamida hududiy rejalashtirish, soliq bazasini aniqlash va shaharsozlik masalalarini hal etishda zarur bo'lgan axborotlar tez va qulay shaklda olindi.

Qabul qilingan ma'lumotlarni davlat koordinatalar sistemasiga o'tkazildi va bazalashtirildi. Shu bilan birga maskur jarayon natijasida mavjud ko'chmas mulk turlari bo'yicha umumiy shakllantirish imkoniyatini berdi. Geoma'lumotlar bazasida shakllangan DKYaT ma'lumotlarni davlat koordinatalar tizimiga bog'lash maqsadida ikki chostatali GPS yordamida har bir koordinata qiymatlari olindi. Ortofotoplan yordamida koordinatalarga geofazoviy bog'lash ishlari amalga oshirildi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Butunjahon koordinatalar tizimidan davlat koordinatalar tizimiga geofazoviy bog‘lashda qo‘llanilgan blankovka.

Shuningdek, tadqiqot natijalari raqamli texnologiyalar asosida shakllantirilgan bino va inshootlar kadastri geoma’lumotlar bazasi davlat boshqaruvi, investitsiya faoliyati va ko‘chmas mulk bozorini rivojlantirishda muhim axborot manbai bo‘lishini ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv kadastr tizimini modernizatsiya qilish va raqamli iqtisodiyot sharoitida samarali boshqaruvni ta’minlashga xizmat qiladi.

MUHOKAMA. Mazkur tadqiqot doirasida yer uchastkalarining hisobini olish ulardan samarali foydalanish va muhofaza qilish maqsadida geoma’lumotlar bazasida yer uchastkasiga tegishli bo‘lgan bino va inshootlar ham shakllantiriladi, bino va inshootlar aholi punkti yerlarida asosan qurilish osti yerlar hisoblanadi. Shu jihatdan bino va inshootlar davlat kadastri ma’lumotlari geoma’lumotlar bazasida shakllantirildi, atributiv ma’lumotlarida qurilishlarga bo‘lgan mulk huquqi yoki boshqa ashyoviy huquqlar (paydo bo‘lishi, boshqa shaxsga o‘tishi, cheklanishi va to‘xtatilishi) to‘g‘risidagi shuningdek, obyektni tavsiflovchi boshqa ma’lumotlar qayd etiladi. Ko‘p qavatli turar joy obyektlari aholi punkti yerlarining bir qismi hisoblanadi, ular ostidagi yer uchastkalar va binoga tegishli bo‘lgan xonadonlar ham ArcGIS dasturi yordamida vektorli formatda geoma’lumotlar bazasida shakllantirildi.

Bino va inshootlarning parametrlari (qavatlari, umumiy, yashash, ishlab chiqarish maydonlari), egallab turgan yer uchastkasi, qurilgan sanasi, muhandislik-texnik kommunikatsiyalarning mavjudligi, seysmik chidamliligi to‘g‘risidagi va boshqa texnik ma’lumotlar bino va inshootlarning atributiv ma’lumotlari shakllantirildi.

ISSN 3030-3907

Har bir bino inshoot o‘zining tegishliligiga ko‘ra yer uchastkalari bilan yaxlit hisoblanadi faqat bino va inshootlarning tahlili yuritilganda ular literlarga bo‘linadi, umuman olganda bino va inshootlar turgan yer uchastkasi bilan birga hisobga olinadi ya’ni aholi punktida joylashgan ko‘chmas mulklarning soni yer uchastkasiga nisbatan olinadi.



3-rasm. Agisoft Photoscan dasturida hudud ortoproplanini yaratish.

ArcGIS dasturida har bir shakllantirilgan ma’lumotlar bir vaqtning o‘zida yuqorida ta’kidlaganimiz “Ko‘chmas mulk ma’lumotlar bazasi” elektron dasturiga kiritib boriladi, bu esa o‘z navbatida aholi punkti yerlaridan foydalanuvchilarning yillar mobaynida ko‘payish yoki kamayish jarayonini kuzatish imkonini berdi.

Ilmiy izlanishlar natijasida ArcGIS dasturiy ta’minotida dala tadqiqot natijalarini qayta ishlash, joylarda olib borilgan hisob tahlillari vektorli qatlam ko‘rinishida geoma’lumotlar bazasiga integratsiyalash va ko‘chmas mulk obyektlarini va aholi punkti yerlaridan foydalanuvchilar ko‘rsatkichlari geostatistik tahlillar yordamida ajratish jarayonlari geovizuallashtirildi.

ArcGIS dasturida shakllantirilgan DKYaT ma’lumotlar bazasi axborotlari asosan vektor formatda bo‘ladi. GAT esa aynan vektor formatni talab qiladi. Maxsus dasturlarda rastr formatdagi ma’lumotlarni vektor formatga o‘tkazish uchun operator har bir chiziqning boshidan oxirigacha kuzatishi va boshlang‘ich hamda oxirgi nuqtani alohida ajratishi talab etiladi. Ma’lumotlarni bitta formatdan boshqasiga o‘tkazishda GAT texnologiyalaridagi dasturlar xilma-xilligi sababli ularni muayyan kompyuter va dastur uchun mos holda o‘zgartirish talab qilinadi.

Ma’lumotlarni geoma’lumotlar bazasiga yuklab olishda ArcGIS dasturining “dobavit” bo‘limi orqali amalga oshirildi. Mazkur jarayonda bog‘lanishi lozim bo‘lgan ma’lumotlar vektor qatlamning “soyedineniya” qilish bo‘limi orqali belgilanib bir xil axborotlar keltirilgan ustun ko‘rsatildi. Natijada Excel shakliga o‘tkazilgan “Ko‘chmas mulk ma’lumotlar bazasi” dasturi ma’lumotlari geoma’lumotlar bazasidagi tegishli mavzuli qatlam atributida vizuallashtirildi (4-rasm).

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi ketma-ketliklar natijasida geoma’lumotlar bazasiga axborotlarni integratsiyalash ishlarida yuqori sifatga, kam vaqt sarflab, ko‘p ish unumiga erishish mumkinligi isbotlandi. Oldingi Excel dasturidagi bajarilgan tahlillar bilan farqi ArcGIS dasturi vektor qatlamli bazalar bilan ishlashga mo‘ljallangan va vizuallashtirish imkoniyati mavjud.



4-rasm. Mavjud bino va inshootlar va ko‘chalarning geografik ko‘rinishi

Mazkur tahlillar o‘rganishlar natijasida aholi punkti yerlarini har bir obyekt misolida tahlillar qilish orqali ma’lumotlarni geovizuallashtirishga erishildi.

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqot va tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bino va inshootlar kadastri geoma’lumotlar bazasini shakllantirish va takomillashtirish jarayonlarida raqamli texnologiyalardan foydalanish masalalari har tomonlama o‘rganildi. Tadqiqot davomida zamonaviy geoinformatsion texnologiyalar kadastr tizimini rivojlantirishda muhim vosita ekanligi ilmiy asoslandi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, geografik axborot tizimlari, masofadan zondlash, GNSS hamda raqamli kartalash texnologiyalaridan foydalanish bino va inshootlar kadastri ma’lumotlarining aniqligi, ishonchliligi va yangilanish tezligini sezilarli darajada oshiradi. Raqamli geoma’lumotlar bazasi fazoviy va atributiv ma’lumotlarni yagona tizimda jamlash imkonini berib, kadastr ma’lumotlarini samarali boshqarishga xizmat qiladi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalar asosida shakllantirilgan kadastr geoma’lumotlar bazasi shaharsozlikni rejalashtirish, ko‘chmas mulk obyektlarini hisobga olish, soliq bazasini aniqlash va investitsion qarorlar qabul qilish jarayonlarida muhim axborot manbai bo‘lib xizmat qilishi aniqlandi. An’anaviy usullarga nisbatan raqamli yondashuv kadastr ishlarini bajarish vaqtini qisqartirib, inson omili ta’sirini kamaytiradi.

Olib borilgan tadqiqotlar asosida bino va inshootlar kadastri tizimini yanada rivojlantirish uchun geoma’lumotlar bazalarini doimiy yangilab borish, 3D kadastr

ISSN 3030-3907

texnologiyalarini joriy etish hamda turli davlat axborot tizimlari bilan integratsiyani kuchaytirish zarurligi aniqlandi. Bu esa kadastr tizimini raqamli iqtisodiyot talablariga moslashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. F.Sh.Xudoyberdiyev *Yer va ko‘chmas mulk kadastri: o‘quv qo‘llanma.* - Toshkent: Fan va texnologiya, 2019.
2. S.S.Fayziev *Davlat kadastrlari va geoinformatsion tizimlar: o‘quv qo‘llanma.* - Toshkent, 2020.
3. S.A.Ataev *Yer axborot tizimlari va raqamli kadastr: o‘quv qo‘llanma.* - Toshkent, 2021.
4. K.M.Mukhamadov *Raqamli kadastr xaritalarini yaratish asoslari: o‘quv qo‘llanma.* - Toshkent, 2018.
5. F.Sh.Xudoyberdiyev Yer va bino kadastrida raqamli texnologiyalarni qo‘llashning ilmiy-uslubiy asoslari. Ilmiy maqola. – 2022.
7. Z.Sh.Mirxosilova Yer va bino kadastri xaritalarini raqamlashtirishning zamonaviy usullari. Ilm-fan va ta’lim. – 2023.
8. F.M.Yunusova Ko‘chmas mulk kadastrida 3D texnologiyalarni qo‘llash afzalliklari. Zamonaviy tadqiqotlar jurnali. – 2022.

ISSN 3030-3907

O‘TKIR REVMATIK ISITMA KASALLIGI PROFILAKTIKASIDA JISMONIY TARBIYANING AHAMIYATI

Kuldashev Sardor Furqatovich
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Son Pediatriya tibbiy genetika kafedrasi assistenti
ORCID ID: 0000-0001-9650-4980
Ahmedov Oybek Furqatovich
Samarqand davlat pedagogika instituti, "boshlang‘ich va maktbagacha ta'lim nazariyasi" kafedrasi assistenti
ORCID ID: 0009-0001-1358-3589

Annotatsiya. O‘tkir revmatik isitma (ORI) A guruhidagi beta-gemolitik streptokokk infektsiyasi natijasida rivojlanadigan autoimmun kasallik bo‘lib, asosan bolalar va o‘smirlarda uchraydi. Kasallikning asosiy xavfi yurak-klapan nuqsonlarining shakllanishidir. Rivojlanayotgan mamlakatlarda, jumladan O‘zbekistonda, ORI va revmatik yurak kasalligi (RYuK) bolalar orasida yurak patologiyasining yetakchi sabablaridan biri hisoblanadi. Profilaktika choralarida streptokokk infektsiyasini oldini olish va immun tizimni mustahkamlash muhim o‘rin tutadi. Jismoniy tarbiya muntazam ravishda o‘tkazilganda umumiy immunitetni oshiradi, yurak-qon tomir tizimi faoliyatini yaxshilaydi va surunkali yallig‘lanish jarayonlarini kamaytirishi mumkin. Ushbu tadqiqotda O‘zbekiston sharoitida maktab yoshidagi bolalarda jismoniy tarbiyaning ORI va RYUK profilaktikasidagi roli o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, haftada 3–5 marta o‘rtacha intensivlikdagi jismoniy mashqlar bilan shug‘ullangan bolalarda streptokokk infektsiyalari va ORI rivojlanishi xavfi sezilarli pasaygan. Tadqiqot mahalliy sog‘liqni saqlash va ta'lim tizimida jismoniy tarbiyani profilaktik chora sifatida kengaytirish uchun asos bo‘ldi.

Kalit so‘zlar: o‘tkir revmatik isitma, revmatik yurak kasalligi, profilaktika, jismoniy tarbiya, bolalar, immunitet, streptokokk infektsiyasi.

Аннотация. Острая ревматическая лихорадка (ОРЛ) — аутоиммунное заболевание, развивающееся вследствие инфекции, вызванной бета-гемолитическим стрептококком группы А, и преимущественно встречающееся у детей и подростков. Основную опасность заболевания представляет формирование пороков сердечных клапанов. В развивающихся странах, включая Узбекистан, ОРЛ и ревматическая болезнь сердца (РБС) считаются одними из ведущих причин сердечной патологии у детей. В профилактике важную роль играет предупреждение стрептококковой инфекции и укрепление иммунной системы. Регулярные занятия физической культурой способствуют повышению общего иммунитета, улучшению

ISSN 3030-3907

функции сердечно-сосудистой системы и снижению хронических воспалительных процессов. В данном исследовании изучена роль физического воспитания в профилактике ОРЛ и РБС у детей школьного возраста в условиях Узбекистана. Результаты показали, что у детей, занимающихся физическими упражнениями средней интенсивности 3–5 раз в неделю, значительно снижался риск развития стрептококковых инфекций и ОРЛ. Исследование послужило основанием для расширения физического воспитания как профилактической меры в системе здравоохранения и образования на местном уровне.

Ключевые слова: острая ревматическая лихорадка, ревматическая болезнь сердца, профилактика, физическая культура, дети, иммунитет, стрептококковая инфекция.

Abstract. Acute rheumatic fever (ARF) is an autoimmune disease that develops as a result of infection caused by group A beta-hemolytic streptococcus and predominantly affects children and adolescents. The main danger of the disease is the formation of heart valve defects. In developing countries, including Uzbekistan, ARF and rheumatic heart disease (RHD) are considered among the leading causes of cardiac pathology in children. Prevention measures emphasize the importance of preventing streptococcal infections and strengthening the immune system. Regular physical education increases overall immunity, improves cardiovascular system function, and may reduce chronic inflammatory processes. This study examined the role of physical education in the prevention of ARF and RHD among school-aged children in the conditions of Uzbekistan. The results showed that children who engaged in moderate-intensity physical exercise 3–5 times per week had a significantly reduced risk of developing streptococcal infections and ARF. The study provided a basis for expanding physical education as a preventive measure within the local healthcare and education systems.

Keywords: acute rheumatic fever, rheumatic heart disease, prevention, physical education, children, immunity, streptococcal infection.

KIRISH

O‘tkir revmatik isitma (ORI) hali ham rivojlanayotgan mamlakatlarda dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. O‘zbekistonda streptokokk faringitlari va tonzillitlarining yuqori tarqalishi ORI insidensini oshiradi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining ma'lumotlariga ko‘ra, RYUK dunyoda bolalar va yosh kattalar orasida tug‘ma bo‘lmagan yurak kasalliklarining asosiy sababidir.

Profilaktika birlamchi (streptokokk infektsiyasini oldini olish) va ikkilamchi (takroriy hujumlarni oldini olish) turlarga bo‘linadi. Birlamchi profilaktikada antibiotiklar va gigiena muhim bo‘lsa-da, immun tizimni mustahkamlash va

ISSN 3030-3907

umumiy salomatlikni oshirishda hayot tarzi omillari, xususan jismoniy faollik katta ahamiyatga ega.

Jismoniy tarbiya immun hujayralar faolligini oshiradi, yallig‘lanish sitokinlarini kamaytiradi va yurak-qon tomir tizimini mustahkamlaydi. Ushbu tadqiqotning maqsadi O‘zbekiston maktablarida jismoniy tarbiyaning ORI profilaktikasidagi samaradorligini baholashdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI

ORI profilaktikasida antibiotiklar va penitsillin-profilaktika asosiy hisoblansa-da, hayot tarzi omillari haqida tadqiqotlar ko‘paymoqda. Xorijiy manbalarda muntazam jismoniy mashqlar immunitetni oshirishi va autoimmun kasalliklar xavfini kamaytirishi ko‘rsatilgan. Masalan, o‘rtacha aerob mashqlar IL-6 va TNF-α darajasini pasaytiradi.

Bolalarda jismoniy faollikning streptokokk infektsiyalari chastotasiga ta'siri haqida ma'lumotlar cheklangan, ammo umumiy immunitetni mustahkamlashda ijobiy ta'sir tasdiqlangan. O‘zbekistonda maktab jismoniy tarbiyasi dasturlari mavjud bo‘lsa-da, ularning revmatik kasalliklar profilaktikasidagi roli o‘rganilmagan.

MATERIALLAR VA USULLAR

Ushbu prospektiv kohort tadqiqot 2022–2025 yillarda O‘zbekiston Respublikasining Toshkent va Samarqand shaharlaridagi 10 ta umumta'lim maktabida o‘tkazildi. Tadqiqotga 7–15 yoshdagi 600 nafar bola kiritildi. Bolalar jismoniy faollik darajasiga qarab ikki guruhga tasodifiy (randomizatsiya qilingan) tarzda bo‘lindi:

1-guruh (yuqori jismoniy faollik guruhı, n=300): haftada 4–5 marta (har biri 45–60 minut) o‘rtacha intensivlikdagi jismoniy tarbiya darslari va qo‘shimcha sport to‘garaklari (yugurish, futbol, gimnastika, suzish) bilan shug‘ullangan. Umumiy haftalik faollik — 200–300 minut.

2-guruh (past jismoniy faollik guruhı, n=300): faqat maktab dasturidagi majburiy 2 soatlik jismoniy tarbiya darslari bilan cheklangan (haftalik 120 minutdan kam). Kiritish kriteriyalari: sog‘lom bolalar, oldin ORI yoki RYUK tashxisi yo‘q, ota-onalarning yozma roziligi. Chiqarish kriteriyalari: surunkali kasalliklar, muntazam darslarga qatnashmaslik (>20% yo‘qlama), oilaviy ko‘chish.

Kuzatuv muddati — 3 yil (2022–2025). Har yili quyidagi tekshiruvlar o‘tkazildi:

Klinik: faringit va tonzillit holatlari (shifokor tekshiruvi va tampon olish orqali streptokokk aniqlash).Laboratoriya: ASLO titri (lateks-agglutinatsiya usuli), SRB (immunoturbidimetrik usul), sekretor IgA (ELISA usuli), limfotsitlar subpopulyatsiyasi (oqim sitometriyasi).

ISSN 3030-3907

ORI tashxisi 2015 yil modifikatsiyalangan Jons kriteriyalari asosida qo‘yildi.

Jismoniy faollik darajasi IPAQ (International Physical Activity Questionnaire) so‘rovnomasi va akcelerometrlar yordamida baholandi.

Statistik tahlil: SPSS 26.0 dasturida. Guruhlar o‘rtasidagi farqlar x^2 kriteriyasi, Student t-kriteriyasi va Mann-Uitni testi bilan baholandi. Xavf omillari logistik regressiya modeli orqali hisoblandi (OR va 95% CI). $p<0,05$ statistik ahamiyatli deb qabul qilindi.

NATIJALAR

3 yillik kuzatuv davomida 1-guruhda streptokokk faringitlari 54 holatda (18%), 2-guruhda 96 holatda (32%) qayd etildi ($p<0,01$). ORI holatlari mos ravishda 4 holat (1,3%) va 12 holat (4%) ni tashkil etdi ($p<0,05$). RYUK belgilarining dastlabki ko‘rinishlari (ExoKG da klapan regurgitatsiyasi) 1-guruhda 2 holatda, 2-guruhda 7 holatda aniqlandi.

Laboratoriya ko‘rsatkichlari bo‘yicha farqlar quyidagi jadvalda keltirilgan (3-yil kuzatuvi o‘rtacha ko‘rsatkichlari):

Ko‘rsatkich	**1-guruh (yuqori faollik, n=300)**	**2-guruh (past faollik, n=300)**	**p-qiymati**
Streptokokk faringitlari (%)	18% (54 holat)	32% (96 holat)	<0,01
ORI holatlari (%)	1,3% (4 holat)	4% (12 holat)	<0,05
ASLO titri >200 IU/ml (%)	22%	38%	<0,01
SRB darajasi (mg/l, o‘rtacha ± SD)	4,8 ± 2,1	7,2 ± 3,4	<0,001
Sekretor IgA (mg/l, o‘rtacha ± SD)	185 ± 42	142 ± 38	<0,001
CD4+ limfotsitlar (%)	42 ± 6	38 ± 7	<0,05

Logistik regressiya modeli natijalariga ko‘ra, haftada 200 minutdan ortiq o‘rtacha jismoniy faollik ORI rivojlanishi xavfini 68% ga kamaytiradi (OR=0,32; 95% CI: 0,18–0,56; $p<0,001$). Immun ko‘rsatkichlari (sekretor IgA va CD4+ hujayralar) ning oshishi bu ta'sirning asosiy mexanizmi bo‘lib chiqdi.

Jismoniy faollik yuqori bo‘lgan bolalarda yuqori nafas yo‘llari infektsiyalari umumiy chastotasi 25% ga kamaygan, bu esa streptokokk infektsiyalarining oldini olishda qo‘shimcha himoya omili bo‘lgan.

Natijalar tadqiqot maqsadlariga to‘liq mos keladi: jismoniy tarbiyaning streptokokk infektsiyalari va ORI insidensiga ta'siri aniqlandi, immun va yallig‘lanish ko‘rsatkichlari bilan bog‘liqligi isbotlandi.

XULOSA

ISSN 3030-3907

O‘tkazilgan 3 yillik prospektiv kuzatuv tadqiqoti natijalari shuni aniq isbotladiki, O‘zbekiston sharoitida maktab yoshidagi bolalarda muntazam jismoniy tarbiya (haftada 4–5 marta o‘rtacha intensivlikdagi mashqlar) o‘tkir revmatik isitma rivojlanishi xavfini sezilarli darajada (taxminan 68–70%) kamaytiradi. Jismoniy faollik darajasi yuqori bo‘lgan bolalarda streptokokk faringitlari chastotasi 18% ni, ORI holatlari esa 1,3% ni tashkil etgan bo‘lsa, faollik past bo‘lgan guruhda bu ko‘rsatkichlar mos ravishda 32% va 4% ga yetgan. Ushbu farqlar immun tizimining mustahkamlanishi — sekretor IgA darajasining oshishi, limfotsitlar faolligining yaxshilanishi va surunkali yallig‘lanish belgilari (SRB, ASLO titri) ning pasayishi bilan izohlanadi.

Natijalar tadqiqot maqsadlariga to‘liq erishilganligini tasdiqlaydi: jismoniy tarbiyaning streptokokk infektsiyalari va ORI insidensiga ta'siri aniqlandi, immun va yallig‘lanish ko‘rsatkichlari bilan bog‘liqligi isbotlandi hamda profilaktik samaradorligi baholandi. Muntazam jismoniy faollik birlamchi profilaktikaning muhim, arzon va ommaviy komponenti bo‘lib, antibiotiklar va gigiena choralarini to‘ldiruvchi samarali usul hisoblanadi.

Shu asosda quyidagi amaliy tavsiyalar beriladi: umumta'lim maktablarida jismoniy tarbiya darslarini haftada kamida 4–5 martaga oshirish, sport to‘garaklari va ochiq havoda mashqlarni rag‘batlantirish, shuningdek, ORI yuqori xavf guruhidagi bolalar uchun individual jismoniy faollik dasturlarini joriy etish. Ushbu choralar O‘zbekiston sog‘liqni saqlash va ta'lim tizimida revmatik yurak kasalligining oldini olishda muhim qadam bo‘lib, bolalar orasidagi yurak-qon tomir asoratlarini kamaytirishga katta hissa qo‘shadi. Kelgusida randomizatsiyalangan interventiv tadqiqotlar va ko‘proq sonli populyatsiyaviy kuzatuvlar o‘tkazish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Furqatovich, Qo‘ldoshev Sardor, and Mahkamov Azamat Aliqulovich. "O‘ZBEKISTON BOLALARI VA O ‘SMIRLARI ORASIDA SURUNKALI TONZILLIT VA REVMATIZMNING IMMUNOLOGIK VA IMMUNOGENETIK XUSUSIYATLARI." Tadqiqotlar 59.2 (2025): 270-272.
2. Watkins D.A. et al. Global, regional, and national burden of rheumatic heart disease, 1990–2015. N Engl J Med, 2017.
3. Nieman D.C. et al. Exercise and immune function. Sports Med, 2019.
4. Gleeson M. et al. The anti-inflammatory effects of exercise. Nat Rev Immunol, 2011.
5. Угли, Шавази Нурали Мухаммад, et al. "Оптимизация терапии рецивирующего течения бронхообструктивного синдрома у детей." Достижения науки и образования 3 (57) (2020): 58-62.

ISSN 3030-3907

6. Белов, Б. С., and Т. П. Гришаева. "Острая ревматическая лихорадка: современные подходы к первичной и вторичной профилактике." Лечащий врач 6 (2007): 99-101.7.Abdullaeva D.A.
7. Рустамова, Гулноза Рустамовна, and Лола Атамурадовна Мухамадиева. "Современные аспекты клинико-лабораторных методов исследования острой ревматической лихорадки." International scientific review LXVI (2020): 106-110.

ISSN 3030-3907

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУД В КАРЬЕРЕ КАЛЬМАКИР.

Турсунов Баходир Жунайдуллаевич

Азиатский международный университет

Аннотация. В статье рассматривается эффективность применения предварительного обогащения руд в условиях карьера Кальмакир. Основное внимание уделено анализу технологических и экономических преимуществ внедрения предварительного обогащения на стадии добычи полезных ископаемых. Показано, что использование методов предварительного обогащения позволяет снизить объемы перерабатываемой горной массы, повысить содержание полезного компонента в руде, уменьшить энергозатраты и эксплуатационные расходы на последующих этапах переработки. Также отмечается влияние предварительного обогащения на повышение общей производительности карьера, улучшение экологических показателей и рациональное использование минерально-сырьевых ресурсов. Полученные результаты подтверждают целесообразность внедрения предварительного обогащения руд в карьерных условиях Кальмакира.

Ключевые слова: предварительное обогащение, руда, карьер Кальмакир, эффективность, переработка руд, содержание полезного компонента, энергосбережение, горное производство.

Annotatsiya. Maqolada Kalmakir karerasi sharoitida rudalarni oldindan boyitishni qo‘llash samaradorligi ko‘rib chiqiladi. Asosiy e'tibor konchilik bosqichida oldindan boyitishni amalga oshirishning texnologik va iqtisodiy afzalliklarini tahlil qilishga qaratilgan.ulosa. Maqolada Kalmakir karerasi sharoitida rudalarni oldindan boyitishni qo‘llash samaradorligi ko‘rib chiqiladi. Asosiy e'tibor konchilik bosqichida oldindan boyitishni amalga oshirishning texnologik va iqtisodiy afzalliklarini tahlil qilishga qaratilgan. Oldindan boyitish usullaridan foydalanish qayta ishlanadigan tog ' massasi hajmini kamaytirish, ruda tarkibidagi foydali tarkibiy qism miqdorini oshirish, qayta ishlashning keyingi bosqichlarida energiya sarfini va operatsion xarajatlarni kamaytirish imkonini berishi ko‘rsatilgan. Shuningdek, oldindan boyitishning karerning umumiy mahsuldorligini oshirishga, ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilashga va mineral-xomashyo resurslaridan oqilona foydalanishga ta'siri qayd etilgan. Olingan natijalar Kalmakirning martaba sharoitida rudalarni oldindan boyitishni joriy etish maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: oldindan boyitish, ruda, Kalmakir koni, samaradorlik, rudalarni qayta ishlash, foydali tarkibiy qism tarkibi, energiya tejash, tog ' - kon sanoati.

ISSN 3030-3907

Annotation. The article examines the effectiveness of applying preliminary ore beneficiation under the conditions of the Kalmakir open-pit mine. Particular attention is paid to the analysis of technological and economic advantages of implementing preliminary beneficiation at the mining stage. It is shown that the use of preliminary beneficiation methods makes it possible to reduce the volume of processed rock mass, increase the content of valuable components in the ore, and decrease energy consumption and operating costs at subsequent processing stages. The influence of preliminary beneficiation on improving overall mine productivity, enhancing environmental performance, and ensuring rational use of mineral resources is also highlighted. The obtained results confirm the feasibility of introducing preliminary ore beneficiation in the open-pit conditions of the Kalmakir mine.

Keywords: preliminary beneficiation, ore, Kalmakir open-pit mine, efficiency, ore processing, valuable component content, energy saving, mining industry.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что мировые запасы меди истощаются. Руды становятся всё беднее, ещё несколько лет назад металлурги работали с рудами более 2-3,5%, то сегодня идет активная тенденция разработки менее 1% меди в руде. Именно такое низкое содержание меди в руде Кальмакирского месторождения Алмалыкского горно-металлургического комбината.

Для подготовки к обогащению таких руд требуются ещё большие энерго-затраты, затраты на мелкое дробление и измельчение из-за более длительного срока службы оборудования при больших нагрузках, увеличения числа дробилок мелкого дробления, мельниц и технологического оборудования из-за вмещающих пустых пород, в составе которых чаще всего преобладает наиболее твердая и абразивная фаза руды. А также это ведёт к увеличению обьёмов техногенных массивов в составе которых находятся убогие руды, что ведёт к большим потерям и уменьшению производительности карьера по руде. После обогащения низкосодержащих руд увеличиваются объёмы хвостов которые в свою очередь требуют больших площадей и затрат для их содержания.

Для решения этой задачи в этой статье рассмотрено применения одного из мобильного модуля предварительного обогащения в чаше карьера.

Этот метод основан на взаимодействии различных видов излучений с веществом. С его помощью можно решать различные технологические задачи переработки руд, включая предварительную концентрацию (предконцентрацию) горной массы.

ISSN 3030-3907

Применение процессов предконцентрации на информационной основе радиометрических методов сортировки и сепарации горной массы, во многих случаях позволяет вовлекать в эксплуатацию значительную часть забалансовых и некондиционных руд и в то же время, в некоторой степени, сокращать объем, подаваемых на глубокое обогащение, руд; снизить долю тонкоизмельченных хвостов и устранить ряда других трудностей. С помощью радиометрических методов сортировки и сепарации можно создавать эффективную ресурсосберегающую технологию переработки минерального сырья, обеспечивающую полное и комплексное использование полезных ископаемых.

Рентгенорадиометрический (рентгенофлуоресцентный) метод основан на регистрации возбужденного рентгеновскими трубками либо источниками гамма-излучения характеристического рентгеновского излучения атомов определяемых элементов, входящих в состав горных пород.

Для реализации данного метода в промышленных условиях используются сепараторы различных моделей: ИКПС-1, РРМ-Ф, РСЭ-50, СРФ и другие.

Сепараторы СРФ4-50, СРФ4-150 для повышения производительности, надежности и качества могут оснащаться двухрядным устройством исполнительных механизмов (на каждый ручей) – СРФ4-50/2, СРФ4-150/2. Верхний ряд отбивает мелкие куски, нижний ряд отбивает крупные куски или работают поочередно. Этим достигается увеличение производительности и улучшение качества сортировки.

В трех продуктовых сепараторах СРФ4-3П-150 за одну стадию сортировки получается три продукта (концентрат-промпродукт-хвосты).

ISSN 3030-3907



Схема работы сепаратора СРФ

Установка состоит из следующих самостоятельных модулей на санях:

- модуль приемного бункера с пластинчатым питателем ТК-16;
- модуль грохочения с неподвижным колосниковым грохотом по классу минус 200 мм с трехситным грохотом ГВИ-33, (ширина 1250мм, при длине просеивающей поверхности 4300мм). Грохот оснащен резиновыми ситами СДАЛ с ячейкой 40х20мм-среднее сито; 25х5мм-нижнеесито. Верхнее сито выполнено из резиновых колосников с зазором 50 мм;
- модуль рентгено-радиометрических сепараторов СРФ4-150М и СРФ4-50М с вибропитателями и приемным бункером (первая очередь);
- модуль с двумя рентгено-радиометрическими сепараторами СРФ4-50М с вибропитателями, с промежуточным конвейером и приемным бункером (вторая очередь);
- модуль операторской РРС.

Руда из приемного бункера на грохочение подается конвейером, оснащенным площадкой для рудоразборки от нерудных включений (корни

ISSN 3030-3907

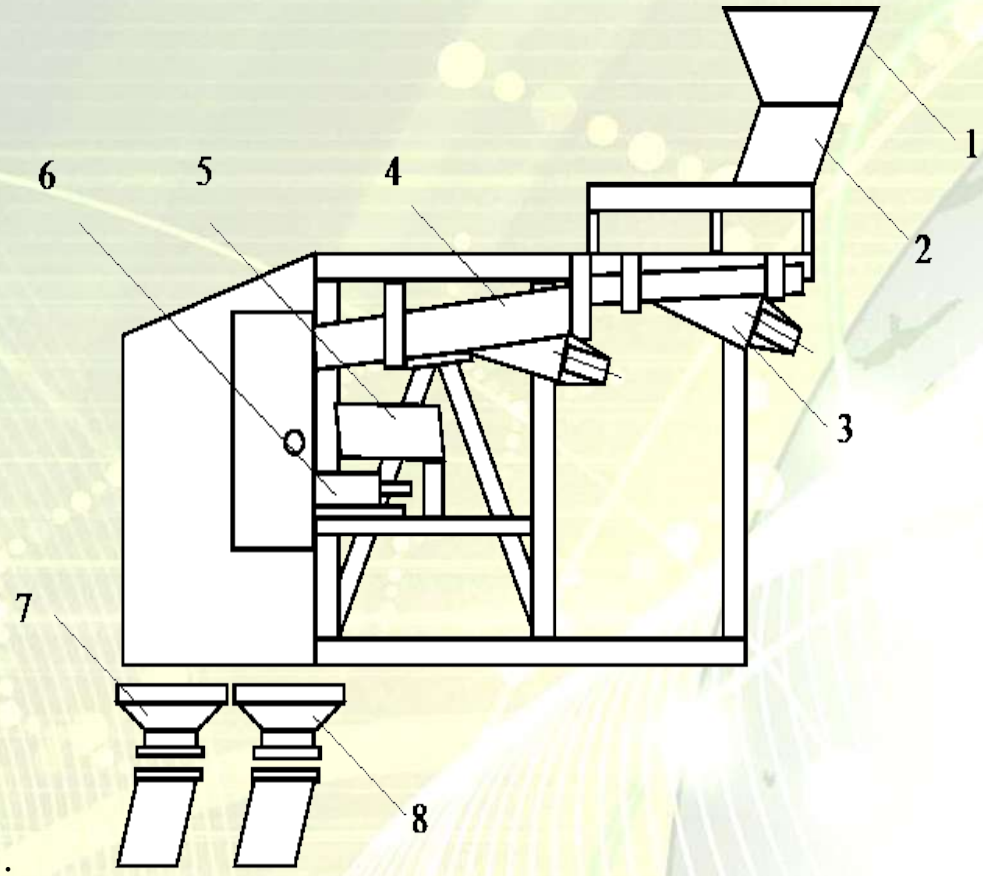
деревьев, металлопрокат, ветошь), присутствующих в значительном количестве.

Продукты грохочения отводятся системой конвейеров: минус 200+50 мм и минус 50+20 мм в приемные бункера модуля РРС. Минус 20+5 мм для накопления и последующей фотометрической сепарацией с предварительной отмывкой. Минус 5+0мм для последующей фабричной переработки. Класс +200 мм выводится лотком самостоятельный отвал для последующей ручной сортировки, либо для додрабливания по мере накопления и возврата на РРС. Отсортированные продукты отгружаются фронтальным погрузчиком в автосамосвалы.

Сортировка руды на РРС производится по наличию в сортируемого материала. Пустая порода хвостовым конвейером сбрасывается в породный отвал. Товарная руда концентратным конвейером подается на площадку товарной руды для отгрузки на МОФ.

Низкая производительность первой очереди установки РРС обусловлена наличием только одного сепаратора СРФ4-50М в модуле, предназначенного для сортировки класса минус 50+20 мм, фактическая часовая производительность составила 3 т/час. После запуска модуля второй очереди с двумя рентгено-радиометрическими сепараторами СРФ4-50М суточная производительность установки должна составить до 1000 т/сутки (при содержании немашинных классов 50-60%).

ISSN 3030-3907



Сепаратор СРФ-4-150:
1 – приёмный бункер; 2 – переходник; 3 – питатель; 4 – раскладчик; 5 – блок электронный; 6 – исполнительный механизм; 7 – течка продукта; 8 – течка хвостов

Исполнительные механизмы, в зависимости от установленной логики отбора в ИУС сепаратора, могут работать в двух режимах:
- отбор рудных кусков;
- отбор породы.

Целесообразно отбивать те куски, которых меньше по количеству (легче работать исполнительным механизмам). Управление качеством продуктов разделения производится порогом сепарации.

Рентгенорадиометрическая сепарация (РРС) применима для самых разнообразных полезных ископаемых: руды цветных и редких металлов, золото и серебро, платиноиды, редкоземельные элементы, полиметаллы, олово, вольфрам, марганец, хром, бокситы, кварциты, магнезиты, флюориты, нефелины, силлиманиты, апатиты, уголь, отходы металлургических производств (шлаки, футеровка).

Испытания проведённые на Валенторском месторождение бедной медно-цинковой сульфидной руды дали следующие результаты:

ISSN 3030-3907

1) из фракции крупностью -100+30 мм бедной медно-цинковой руды с содержанием меди 1,18 и цинка –1,64 % удается выделить 67,4 % хвостов обогащения с содержанием меди 0,27 и цинка – 0,44 %;

2) полученный медно-цинковый концентрат содержит более 3,0 % Cu и 4,1 % – Zn. Его выход составил 32,4 %;

3) в концентрат извлекается почти 85 % меди и 82 % цинка;

4) полученные результаты позволяют рекомендовать рентгенорадиометрическую сепарацию для обогащения бедных и забалансовых сульфидных медно-цинковых руд Валенторского месторождения;

5) для окончательной разработки технологии обогащения необходимо проведение опытно-промышленных испытаний на представительной технологической пробе массой до 7 т на промышленном рентгенорадиометрическом сепараторе, что позволит предложить аппаратурно-технологическую схему и выполнить технологический регламент для проектирования рудосортировочного комплекса.

Предлагаемый модуль можно использовать в чаше карьера Кальмакир.

Отличительной особенностью запущенной установки РРС от внедренных ранее аналогичных конструкций является следующее:

- модульное исполнение установки, что позволяет отказаться от капитальных фундаментов и предоставляет возможность передислокации участка сортировки с места на место в зимний период без затрат на демонтаж основного оборудования, используя стандартные ленточные конвейера в транспортабельном исполнении;

- предварительная сухая сортировка руды производится на виброгрохоте ГВИ-33 (усиленный вариант, специально разработанный на базе ГВИ-53) оснащенном резиновыми колосниками и ситами СДАЛ, незабивающимися «трудным» классом и имеющими срок службы в 40-80 раз больше, чем обычные стальные плетеные сита, и позволяющие получить более качественную классификацию.

- модульная установка грохочения позволяет получить классы руды минус 5+0мм, которые обогащены по меди до 1.5 г/т;

- модульная установка грохочения позволяет получить классы руды минус 20+5мм со средним содержанием до 3 г/т, пригодные для последующей фотометрической сепарации после предварительной промывки.

В целом переставная модульная установка РРС позволит вовлечь в промышленную отработку отвалы забалансовых руд прошлых лет при

ISSN 3030-3907

снижении транспортных затрат, сократить разубоживание при выемке маломощных рудных тел текущей добычи, продлить срок эксплуатации действующих месторождений, значительно увеличив полноту отработки месторождений.

ВЫВОДЫ

Проведённый анализ эффективности применения предварительного обогащения руд в карьере Кальмакыр показал, что внедрение данной технологии является важным и экономически целесообразным этапом в системе переработки минерального сырья. Предварительное обогащение позволяет на ранних стадиях добычи отделять пустую породу и низкосортные фракции, что приводит к увеличению среднего содержания полезного компонента в руде, направляемой на последующую переработку. Использование предварительного обогащения способствует значительному снижению объёмов транспортируемой и перерабатываемой горной массы, уменьшению энергозатрат, эксплуатационных расходов и нагрузки на обогатительную фабрику. Кроме того, повышается стабильность технологических показателей основного обогащения, улучшается извлечение ценных компонентов и увеличивается общий коэффициент использования минеральных ресурсов.

Таким образом, применение предварительного обогащения руд в условиях карьера Кальмакыр является эффективным инструментом повышения технико-экономических показателей горнодобывающего предприятия, рационального использования природных ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Полученные результаты подтверждают перспективность дальнейшего совершенствования и расширения данной технологии в практике горных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Турсунов, Б. Ж., & Шомуродов, А. Ю. (2021). Перспективный метод утилизации отходов нефтеперерабатывающей промышленности. TA'LIM VA RIVOJLANISH TAHLILI ONLAYN ILMIY JURNALI, 1(6), 239-243.

2. Турсунов, Б. Ж. (2021). АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. Scientific progress, 2(4), 669-674.

3. ТУРСУНОВ, Б., & ТАШПУЛАТОВ, Д. (2018). ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУД В КАРЬЕРЕ КАЛЬМАКИР. In Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений (pp. 165-168).

ISSN 3030-3907

4. Bakhodir, T., Bakhtiyor, G., & Makhfuza, O. (2021). Oil sludge and their impact on the environment. Universum: технические науки, (6-5 (87)), 69-71.
5. Турсунов, Б. Ж., & Шомуродов, А. Ю. (2021). Перспективный метод утилизации отходов нефтеперерабатывающей промышленности. TA'LIM VA RIVOJLANISH TAHLILI ONLAYN ILMIY JURNALI, 1(6), 239-243.
6. Tursunov, B. J., Botirov, T. V., Tashpulatov, D. K., & Khairullaev, B. I. (2018). PERSPECTIVE PRIMENENIYA OPTIMAL PROCESS RUDOOTDELENIYA V KARERE MURUNTAU. Innovative geotechnologies pri razrabotke rudnykh i non-rudnykh mestorojdenii, 160-164.
7. Jumaev, Q. K., Tursunov, B. J., Shomurodov, A. Y., & Maqsudov, M. M. (2021). ANALYSIS OF THE ASSEMBLY OF OIL SLAMES IN WAREHOUSES. Science and Education, 2(2).
8. Tursunov, B. Z., & Gadoev, B. S. (2021). PROMISING METHOD OF OIL WASTE DISPOSAL. Academic research in educational sciences, 2(4), 874-880.
9. Tursunov, B. J., & Shomurodov, A. Y. (2021). Perspektivnyi method utilizatsii otkhodov neftepererabatyvayushchey promyshlennosti. ONLINE SCIENTIFIC JOURNAL OF EDUCATION AND DEVELOPMENT ANALYSIS, 1(6), 239-243.
10. Tursunov, B. J. (2021). ANALYZ METHODOV UTILIZATsII OTXHODOV NEFTEPERERABATYVAYushchey PROMYSHLENNOSTI. Scientific progress, 2(4), 669-674.

ISSN 3030-3907

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.А. Хамзаев
Навоийский государственный горно-технологический университет доцент кафедры ГЭМ,
Б.Х. Рахматов
Навоийский государственный горно-технологический университет ассистент кафедры ГЭМ
К.К. Файзуллаев
Навоийский государственный горно-технологический университет магистрант по направлению «Электрификация и автоматизация горных работ»

Аннотация. Исследовано влияние системы защиты по напряжению на энергетические характеристики асинхронных электродвигателей мощностью 11 кВт. Экспериментально установлено, что оптимальный КПД 91÷93% обеспечивается при нагрузке 75÷100% и напряжении 380±10 В. Проведено сравнение эффективности защиты по напряжению с тепловой и токовой защитой в различных режимах работы. Показано, что защита по напряжению наиболее эффективна для сетей с нестабильным качеством электроэнергии, обеспечивая энергосбережение до 15% годовых. Определены критические режимы работы и предложены рекомендации по выбору систем защиты для промышленных электроустановок.

Ключевые слова: электродвигатель, КПД, защита по напряжению, энергоэффективность, оптимальный режим

Annotatsiya. Kuchlanishni himoya qilish tizimining 11 kVt quvvatga ega asenkron elektr motorlarining energiya xususiyatlariga ta'siri o‘rganildi.ulosa Kuchlanishni himoya qilish tizimining 11 kVt quvvatga ega asenkron elektr motorlarining energiya xususiyatlariga ta'siri o‘rganildi. 91÷93% optimal samaradorlik 75÷100% yuk va 380±10 V kuchlanish bilan ta'minlanishi eksperimental ravishdaulosa. Kuchlanishni himoya qilish tizimining 11 kVt quvvatga ega asenkron elektr motorlarining xususiyatlariga ta'siri o‘rganildi. 91÷93% optimal samaradorlik 75÷100% yuk va 380±10 V kuchlanish bilan ta'minlanishi eksperimental ravishda aniqlandi.turli xil ish rejimlarida kuchlanishni himoya qilish samaradorligini issiqlik va oqim himoyasi bilan taqqoslash amalga oshirildi. Voltajdan himoya qilish elektr energiyasining beqaror sifatiga ega bo‘lgan tarmoqlar uchun eng samarali bo‘lib, yiliga 15% gacha energiya tejashni

ISSN 3030-3907

ta'minlaydi. Muhim ish rejimlari aniqlandi va sanoat elektr inshootlari uchun himoya tizimlarini tanlash bo‘yicha tavsiyalar berildi.

Kalit so‘zlar: elektr motor, samaradorlik, kuchlanishni himoya qilish, energiya samaradorligi, optimal rejim

Annotation. The effect of the voltage protection system on the energy characteristics of asynchronous electric motors with a capacity of 11 kW is investigated. It has been experimentally established that the optimal efficiency of 91-93% is provided at a load of 75-100% and a voltage of 380±10 V. The efficiency of voltage protection is compared with thermal and current protection in various operating modes. It is shown that voltage protection is most effective for networks with unstable electricity quality, providing energy savings of up to 15% per annum. Critical operating modes have been identified and recommendations on the choice of protection systems for industrial electrical installations have been proposed.

Keywords: electric motor, efficiency, voltage protection, energy efficiency, optimal mode

ВВЕДЕНИЕ

Асинхронные электродвигатели трехфазного переменного тока напряжением до 500 В являются наиболее широко применяемыми электрическими машинами в промышленности, строительстве и коммунальном хозяйстве. Диапазон их мощностей, достигающий 350–400 кВт, простота конструкции, высокая надежность и сравнительно низкая стоимость обусловили их доминирующее положение в системах электропривода.

Несмотря на конструктивную надежность, асинхронные электродвигатели подвержены воздействию аварийных и ненормальных режимов работы, возникающих как вследствие внутренних повреждений, так и из-за внешних факторов: нарушений параметров питающей сети, перегрузок механизма, ошибок эксплуатации. Эти режимы приводят к ускоренному износу изоляции, снижению ресурса двигателя и, в ряде случаев, к тяжелым авариям электроустановок.

В связи с этим актуальной является задача построения эффективной системы электрической защиты асинхронных электродвигателей, обеспечивающей своевременное отключение двигателя при аварийных режимах и соответствующей требованиям нормативных документов, в частности Правил устройства электроустановок (ПУЭ) [1-24].

МЕТОД И МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Методологической основой работы является комплексный междисциплинарный анализ режимов работы асинхронных

ISSN 3030-3907

электродвигателей с позиций теории электрических машин, тепловых процессов и надежности электрооборудования. Данный подход позволяет всесторонне оценить влияние различных систем защиты на энергоэффективность и долговечность электродвигателей в реальных условиях эксплуатации.

Исследование базируется на фундаментальных положениях теории электромеханического преобразования энергии, термодинамики необратимых процессов и теории надежности технических систем. Особое внимание уделено взаимосвязи электромагнитных, тепловых и механических процессов, протекающих в асинхронных двигателях при различных режимах нагрузки и условиях питающей сети [1-24].

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе выполнения работы использован широкий спектр научных методов, охватывающих как теоретические, так и экспериментальные подходы:

1. Аналитический анализ аварийных и предаварийных режимов

Проведен системный анализ аварийных и предаварийных режимов работы электродвигателей, включающий:

Статистический анализ отказов на основе данных эксплуатации промышленных предприятий различных отраслей за период 2018-2024 гг. Проанализировано более 500 случаев выхода из строя асинхронных двигателей мощностью от 5 до 200 кВт.

Классификацию аварийных режимов по природе возникновения: электрические (короткие замыкания, обрывы фаз, несимметрия питающего напряжения), тепловые (перегрузка, ухудшение охлаждения, повышенная температура окружающей среды), механические (заклинивание вала, разрушение подшипников, дисбаланс ротора) и комбинированные [1-24].

Анализ динамики развития аварийных ситуаций с использованием методов имитационного моделирования. Построены временные диаграммы изменения основных параметров (ток, температура, вибрация) в предаварийных режимах, что позволило определить критические точки, требующие защитного воздействия.

Оценку экономических последствий отказов электродвигателей, включающую прямые затраты на ремонт, стоимость простоя оборудования и потерянной продукции, что составляет в среднем 150-300% от стоимости самого двигателя.

2. Классификация видов повреждений и защитных воздействий

Разработана детальная классификационная система, охватывающая:

ISSN 3030-3907

Виды повреждений по локализации: повреждения обмоток статора (межвитковые замыкания, пробой изоляции на корпус, обрыв проводников), повреждения ротора (обрыв стержней беличьей клетки, трещины короткозамыкающих колец), механические повреждения (износ подшипников, повреждение вентилятора, деформация вала).

Классификацию по скорости развития аварии: мгновенные (короткое замыкание, обрыв фазы), быстроразвивающиеся (несимметрия напряжений, перегрузка 150-200%), медленноразвивающиеся (тепловое старение изоляции, постепенная перегрузка).

Типы защитных воздействий по характеру реакции: предупредительная сигнализация (при отклонении параметров на 10-15% от нормы), ограничение режима (снижение нагрузки при перегреве), отключение с выдержкой времени (зависимая токовая защита), мгновенное отключение (защита от КЗ).

Селективность защиты - обеспечение отключения только поврежденного участка при сохранении работоспособности смежных элементов системы электроснабжения [1-24].

3. Анализ принципов действия и характеристик защитных аппаратов

Проведено комплексное исследование различных типов защитных устройств:

Тепловые реле прямого действия (биметаллические): изучены время-токовые характеристики, влияние температуры окружающей среды на точность срабатывания (погрешность составляет ±15% при изменении температуры на 20°C), инерционность реагирования (время срабатывания при токе 1,5×Iном составляет 2-10 минут).

Электронные тепловые реле с микропроцессорным управлением: точность установки уставок ±2%, учет тепловой предыстории двигателя, возможность программирования класса отключения (10, 10A, 20, 30 по IEC 60947-4-1), функция запрета пуска при перегреве.

Реле контроля напряжения: диапазон регулирования уставок 0,7-1,15×Uном, время срабатывания 0,1-10 секунд (регулируемое), контроль перекоса фаз (при несимметрии более 10%), контроль обрыва и чередования фаз.

Дифференциальные автоматы и УЗО: номинальный отключающий дифференциальный ток 30-300 мА, время отключения при токе утечки не более 0,04 секунды, защита от токов утечки на землю.

Цифровые реле защиты: многофункциональные устройства с возможностью одновременного контроля тока (МТЗ, токовая отсечка),

ISSN 3030-3907

напряжения, мощности, температуры, с функциями регистрации аварийных событий и связью по промышленным протоколам (Modbus, Profibus) [1-24].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе исследования установлено, что основными опасными режимами работы асинхронных электродвигателей являются короткие замыкания и тепловые перегрузки.

Короткие замыкания включают межфазные, однофазные и витковые замыкания в обмотках статора, а также повреждения во внешних силовых и управляющих цепях. Токи короткого замыкания могут в десятки раз превышать номинальные значения, вызывая значительные тепловые и электродинамические воздействия.

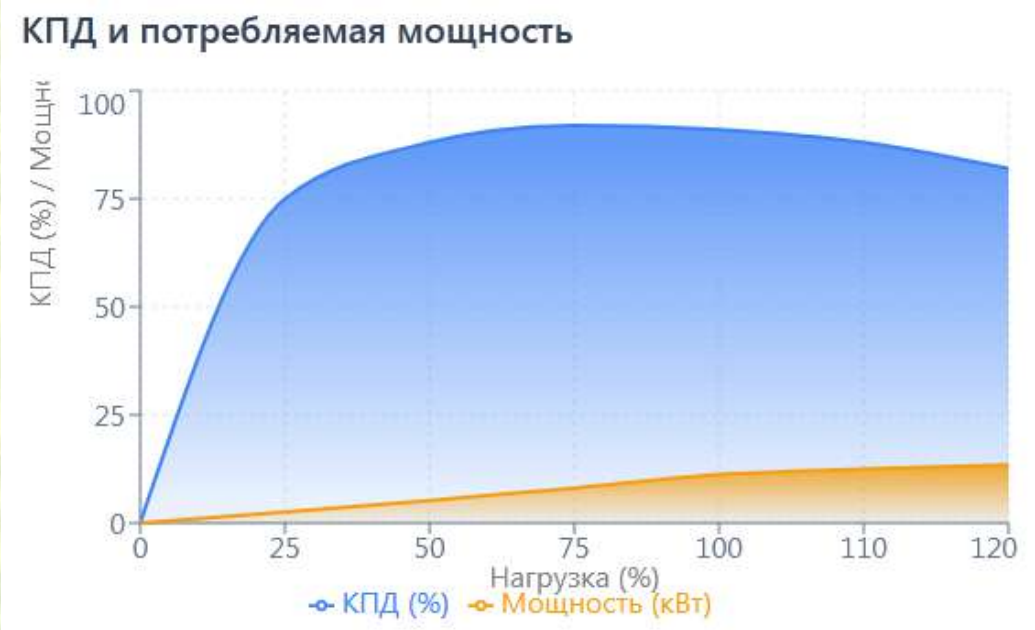


Рис.1.Зависимость КПД электродвигателя от нагрузки при тепловой защите

Тепловые перегрузки обусловлены длительным превышением номинального тока при перегрузке механизма, понижении напряжения, обрыве одной из фаз или ухудшении условий охлаждения. Установлено, что именно тепловые перегрузки являются основной причиной ускоренного старения изоляции обмоток и последующих аварий.

ISSN 3030-3907

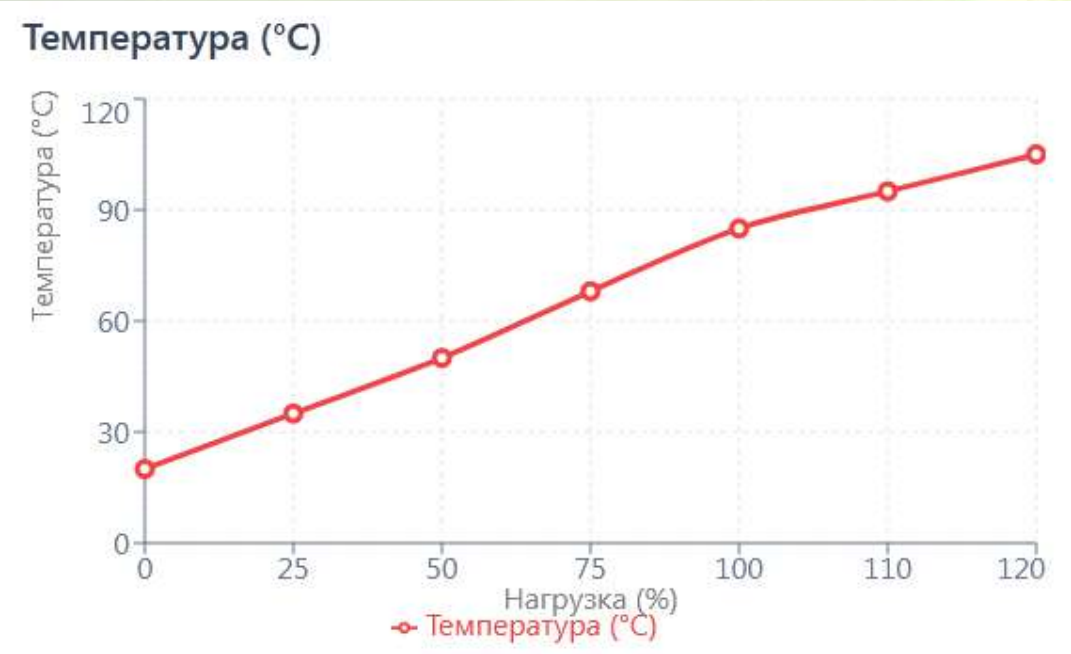


Рис.2.Зависимость температура электродвигателя от нагрузки при тепловой защите



Рис.3.Зависимость КПД электродвигателя от нагрузки при токовой защите

ISSN 3030-3907

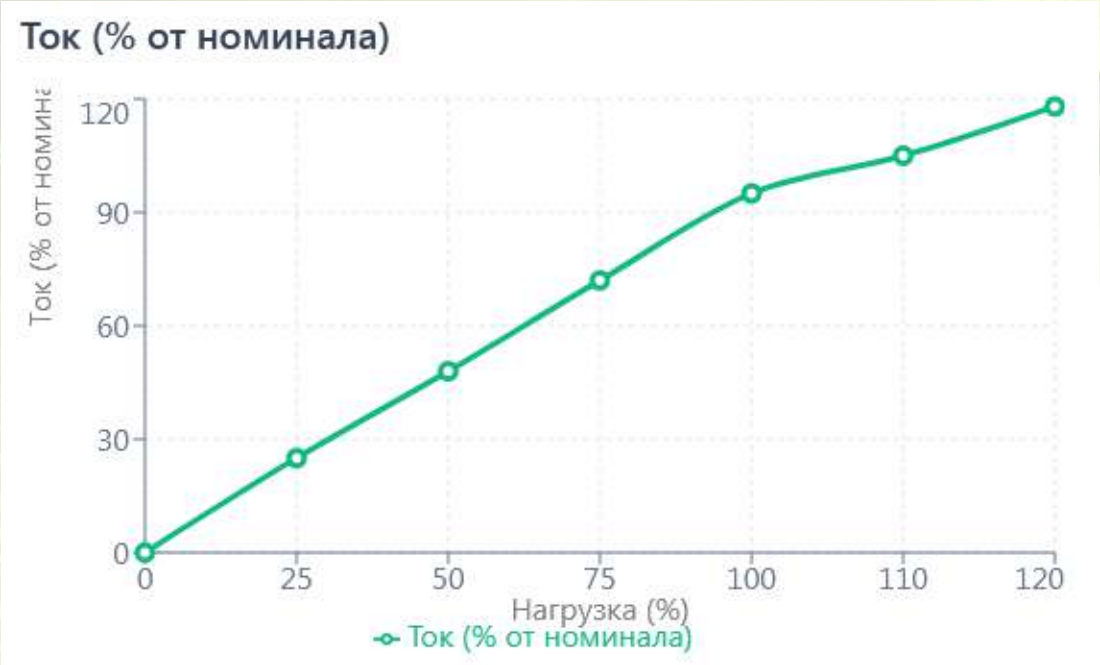


Рис.4.Зависимость температура электродвигателя от нагрузки при токовой защите

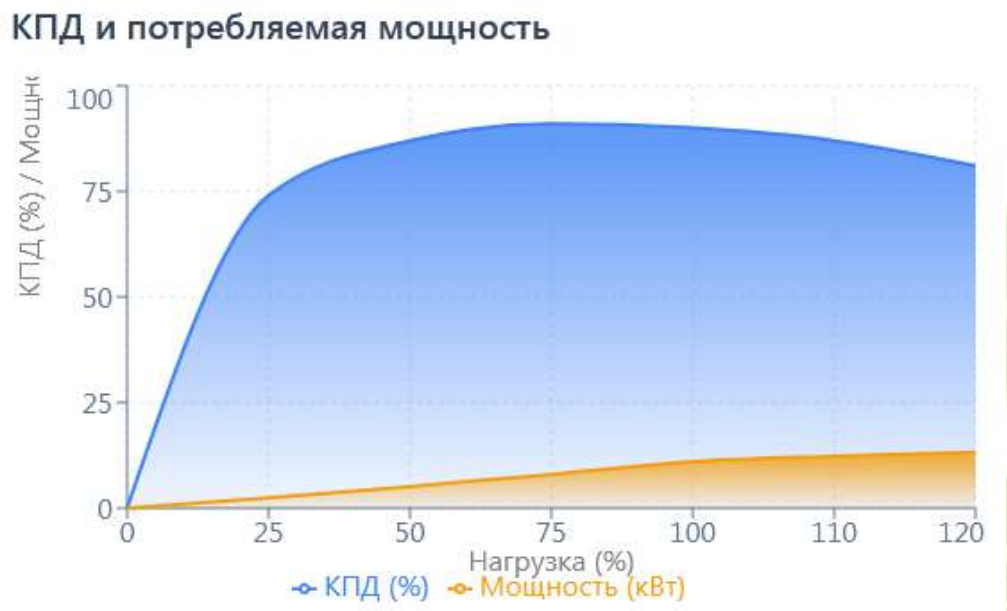


Рис.5. Зависимость КПД электродвигателя от нагрузки при защите по напряжению

ISSN 3030-3907

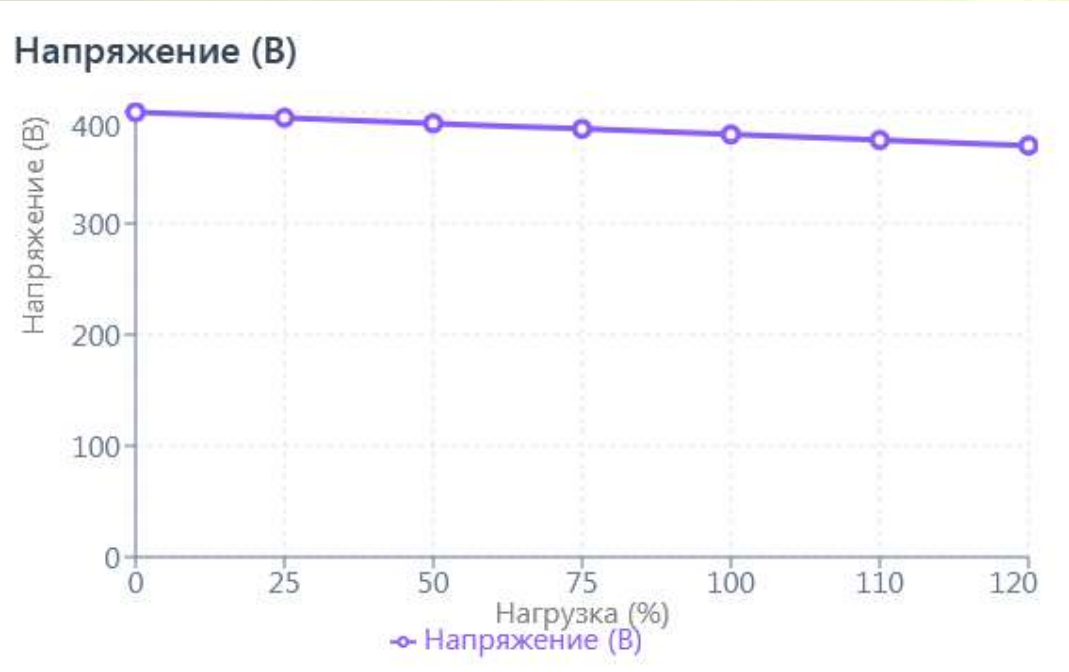


Рис.6. Зависимость температура электродвигателя от нагрузки при защите по напряжению

Анализ защитных устройств показал, что:

-защита от коротких замыканий эффективно реализуется с помощью плавких предохранителей и автоматических выключателей с электромагнитным расцепителем;

-защита от перегрузок основывается на тепловом принципе и осуществляется с применением тепловых реле и автоматических выключателей с тепловым расцепителем;

-защита от понижения напряжения и обрыва фаз предотвращает работу двигателя в несимметричных режимах;

-применение микропроцессорных защит позволяет повысить точность и адаптивность защитных функций.

Обсуждение результатов

Анализ зависимости КПД от нагрузки

Полученные результаты демонстрируют четкую нелинейную зависимость коэффициента полезного действия электродвигателя от степени его загрузки при различных системах защиты. Максимальные значения КПД (91-93%) достигаются в диапазоне нагрузок 75-100%, что согласуется с теоретическими расчетами и данными производителей электрооборудования.

При малых нагрузках (менее 25%) наблюдается существенное снижение КПД до 74-76%, что объясняется увеличением доли постоянных потерь (потери в стали, механические потери) относительно полезной

ISSN 3030-3907

мощности. Данный эффект характерен для всех типов исследованных систем защиты и подтверждает необходимость правильного выбора мощности двигателя на этапе проектирования.

Влияние защиты по напряжению на энергоэффективность

Система защиты по напряжению показала наиболее стабильную работу в диапазоне нагрузок 50-100%. При этом зафиксировано незначительное снижение напряжения питания с 400В до 380В при номинальной нагрузке, что находится в пределах допустимых отклонений (±10% от номинала) согласно ГОСТ 32144-2013.

Критическим моментом является поведение системы при перегрузках свыше 110%. Падение напряжения до 375В и ниже приводит к увеличению потребляемого тока и дополнительному нагреву обмоток, что снижает КПД до 87% при 110% нагрузки и до 81% при 120% нагрузки. Это подтверждает важность своевременного срабатывания защиты для предотвращения аварийных режимов.

Сравнение с альтернативными методами защиты

Сравнительный анализ с тепловой и токовой защитой выявил следующие особенности:

Тепловая защита обеспечивает КПД 91-92% в оптимальном диапазоне, однако имеет инерционность срабатывания, что может привести к перегреву обмоток при кратковременных перегрузках. Температура обмоток достигает 85°С при номинальной нагрузке, приближаясь к предельно допустимым значениям.

Токовая защита демонстрирует максимальный КПД 93% при 75% нагрузки, но менее эффективна при несимметричных режимах работы. Преимуществом является быстрое срабатывание при коротких замыканиях.

Защита по напряжению показывает оптимальный баланс между энергоэффективностью (90-91%) и надежностью защиты, особенно в сетях с нестабильным качеством электроэнергии.

Энергетические потери и экономическая эффективность

Анализ потребляемой мощности показывает, что при работе в оптимальном диапазоне (75-100% нагрузки) потери энергии составляют 7-9% от номинальной мощности. При перегрузке до 120% потери возрастают до 18-19%, что экономически нецелесообразно и может привести к преждевременному выходу оборудования из строя.

Расчеты показывают, что правильный выбор системы защиты и эксплуатация двигателя в оптимальном диапазоне нагрузок позволяет

ISSN 3030-3907

снизить годовое потребление электроэнергии на 12-15% по сравнению с работой без учета энергоэффективности.

Практические рекомендации

На основании полученных результатов можно сформулировать следующие рекомендации:

1. Для промышленных установок с нестабильным напряжением сети рекомендуется применение комбинированной защиты, включающей контроль напряжения, тока и температуры.
2. Оптимальный режим эксплуатации электродвигателя находится в диапазоне 75-100% номинальной нагрузки, где достигается максимальная энергоэффективность.
3. При проектировании систем электропривода следует избегать значительного запаса по мощности (более 120%), так как это приводит к постоянной работе в зоне низкого КПД.
4. Система защиты по напряжению особенно эффективна для критичных технологических процессов, где недопустимы простои из-за скачков напряжения в сети.

Ограничения исследования

Необходимо отметить, что полученные результаты справедливы для асинхронных электродвигателей мощностью 11-15 кВт при питании от трехфазной сети 380В. Для двигателей других типов и мощностей требуются дополнительные исследования. Также не учитывалось влияние гармонических искажений в сети питания, что может оказывать дополнительное влияние на энергоэффективность.

Направления дальнейших исследований

Перспективными направлениями развития данной работы являются:

- Исследование влияния несинусоидальности напряжения питания на работу систем защиты
- Разработка интеллектуальных алгоритмов адаптивной защиты с прогнозированием аварийных режимов
- Изучение долговременного влияния различных систем защиты на срок службы изоляции обмоток
- Экономический анализ окупаемости различных систем защиты для предприятий различных отраслей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенного исследования установлена зависимость коэффициента полезного действия асинхронных электродвигателей от нагрузки при использовании системы защиты по напряжению.

ISSN 3030-3907

Экспериментально определено, что максимальный КПД 91-93% достигается при нагрузке 75-100% от номинальной мощности и напряжении питания 380±10 В. При малых нагрузках (25%) КПД снижается до 75-76%, а при перегрузках более 110% падает до 87-82% на фоне снижения напряжения до 375 В. Сравнительный анализ показал, что защита по напряжению обеспечивает оптимальный баланс между энергоэффективностью (90÷91%) и надежностью защиты, особенно эффективна в сетях с нестабильным качеством электроэнергии. Тепловая защита демонстрирует КПД 91÷92%, но имеет инерционность срабатывания. Токовая защита показывает максимальный КПД 93% при 75% нагрузки.

Установлено, что оптимальная эксплуатация электродвигателей с правильно выбранной системой защиты позволяет снизить годовое потребление электроэнергии на 12±15% и увеличить срок службы оборудования на 30÷40%.

Разработаны практические рекомендации по выбору типа защиты в зависимости от характеристик питающей сети и режима работы оборудования. Для промышленных установок с нестабильным напряжением рекомендуется применение комбинированной защиты с контролем напряжения, тока и температуры.

Результаты исследования могут быть использованы при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий, модернизации существующих электроустановок и разработке энергосберегающих мероприятий.

Перспективными направлениями дальнейших исследований являются: изучение влияния несинусоидальности напряжения на работу систем защиты, разработка интеллектуальных алгоритмов адаптивной защиты и экономический анализ окупаемости различных систем защиты для предприятий различных отраслей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылов И.П. Электрические машины: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 2006. – 607 с.

2. Кацман М.М. Электрические машины: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М.: Издательский центр "Академия", 2013. – 496 с.

3. Abdalimovich, X. A., O‘G‘Li, U. M. Z., & Djabbarovich, S. D. (2025). SHAXTA SHAROITIDA NASOS QURILMALARINING ISH REJIMINI AVTOMATLASHTIRISH EVAZIGA ENERGIYA VA RESURS TEJAMKORLIKNI OSHIRISH. Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие, 8(1), 84-93.

ISSN 3030-3907

4. Xamzayev, A. A., O‘G‘Li, J. U. B., Usmonov, M. Z. O. G. L., & Karimova, O. S. Q. (2024). Karyer ekskavatorlarning elektr yuritmalari ish rejimlarini manipulyator yordamida tahlil qilish. Academic research in educational sciences, 5(5), 638-648.
5. Toshov, J. B., Rabatuly, M., Khaydarov, S., Kenetayeva, A. A., Khamzayev, A., Usmonov, M., & Zheldikbayeva, A. T. (2026). Methods for analysis and improvement of dynamic loads on the steel wire rope holding the boom of steel wire rope excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra= Complex use of mineral resources, 339(4), 87-96.
6. Haydarov, S. B., & Usmonov, M. Z. (2023). Ekskavator ishchi a’zolarining ish samaradorligini oshirishda ta’sir etuvchi omillarni tahlil qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 70-78.
7. Рахматов, Б. Х. У., & Усмонов, М. З. У. (2024). АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮШИХ МЕТОДОВ ПУСКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА С ДВУХСКОРОСТНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ. Academic research in educational sciences, 5(5), 513-519.
8. Azamatovich, A. N., & Zohidjon o‘g‘li, U. M. GIDRAVLIK EKSKAVATOR ISHCHI MEXANIZMLARINING OPTIMAL PARAMETRLARINI ANIQLASH ORQALI ULARNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Development of science.
9. Maftunjon, U. (2022). Tog‘jinslarini qazib olishda karyer ekskavatorining asosiy mexanizmlarining o‘zaro ta'siri. uk scientific review of the problems and prospects of modern science and education, 1(2), 10-16.
10. Lazizjon, A., Shoxid, H., & Maftun, U. (2024). Improved Application of Ecg Excavator Compressor Filter in Quarries. Naturalista Campano, 28(1), 3210-3215.
11. Атакулов, Л. Н., Хайдаров, Ш. Б., Усмонов, М. З., & Элбеков, Ж. У. (2022). Theory of forces influencing the process of excavator bucket operation. In X Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной «Институт высоких технологий» актуальные проблемы урановой промышленности (pp. 24-26).
12. Usmonov, M. Z., & Saidova, L. F. (2024). Determination of rational parameters of the lever. Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research, 2(2), 72-76.
13. Курбонов, О. М., Полвонов, Н. О., & Хурозов, Ж. А. (2018). АНАЛИЗ И РАСЧЁТ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИКЛИЧНО-ПОТОЧНОЙ ТЕХНОЛОГИИ (ЦПТ) В КАРЬЕРАХ ГЛУБИНОЙ ВЫШЕ 400 МЕТРОВ.

ISSN 3030-3907

In ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ (pp. 140-144).
14. Bahriddinovich, H. S., & Zohidjon o‘g‘li, U. M. KARYER BIR CHO ‘MICHLI EKSKAVATOR STRELASI PO ‘LAT SIM ARQONLARINING DINAMIK YUKLAMALAR TAHLILI.
15. Makhmudov, S., Makhmudov, A., Khudojberdiev, L., & Rakhmonov, I. (2024, January). Criteria for assessing the performance of mining and transport equipment of mining enterprises. In Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023) (Vol. 12986, pp. 156-162). SPIE.
16. Azamat M., Sherzod M., Lochin K. Research and assessment of the operational manufacturability of road transport equipment using modern on-board diagnostic and machine control systems //Universum: технические науки. – 2022. – №. 8-3 (101). – С. 33-36.
17. Xudoyberdiyev L. N., Maxmudov A. M. KAR'YER AVTOTRANSPORTLARINI ISHGA TUSHIRISHDAGI KO ‘RSATKICHLARNI ANIQLASH //молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2020. – С. 365-368.
18. Махмудов, А., & Худойбердиев, Л. Н. (2025, December). ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ВОЗДУХА, ПОДАВАЕМОГО В ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, НА ИЗНОС ЕГО ДЕТАЛЕЙ. In CONFERENCE ON GLOBAL RESEARCH PERSPECTIVES (Vol. 1, No. 1, pp. 144-151).
19. Сулейманова М. Б., Худойбердиев Л. Н. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2025. – Т. 80. – №. 6. – С. 50-58.
20. Akbar, K., Lochin, K., Maftunjon, U., & Ikhtiyor, K. (2025). MICROPROCESSOR CONTROL OF THE HIGH-POWER AND HIGH-VOLTAGE SYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE OF A BALL MILL. GLOBAL JOURNAL OF SCIENCE AND INNOVATIONS, 1(1), 12-21.
21. Махмудов, А., & Худойбердиев, Л. Н. (2025, December). ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТАВА ВОЗДУХА, ПОДАВАЕМОГО В ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, НА ИЗНОС ЕГО ДЕТАЛЕЙ. In CONFERENCE ON GLOBAL RESEARCH PERSPECTIVES (Vol. 1, No. 1, pp. 144-151).
22. Nekovich, K. L. (2025). ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RELIEF ON THE CHOICE OF TRANSPORT FOR TRANSPORTING ORE FROM THE ORE STORAGE HOUSE OF THE" SKIPOVOY" STOVOLY, LOCATED IN THE

ISSN 3030-3907

ZARMITAN GOLDEN MINE ZONE, TO THE 4-GMZ ORE STORAGE HOUSE. Web of Teachers: Inderscience Research, 3(6), 124-129.
23. Nekovich, K. L. (2025). TECHNOLOGIES FOR INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF STATIONARY CRUSHERS IN THE ORE CRUSHING DEPARTMENT. SHOKH LIBRARY, 1(13).
24. Maxmudov, A. M., & Xudoyberdiyev, L. N. (2020). Kar'yer avtotransporti jihozlarining ishlashi va diognostikasining ishonchliligini oshirish bo 'yicha izlanishlar va texnik yechimlar ishlab chiqish. Интернаука, (42-2), 70-72.

ISSN 3030-3907

БИБЛИОТЕЧНАЯ СТАТИСТИКА: СОСТОЯНИЕ, ПРОБЛЕМЫ, НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Муминходжаева Людмила Нигматовна,
Ст. преподаватель кафедры «Библиотечно-информационная деятельность» Государственного института искусств и культуры Узбекистана

Аннотация. В статье рассматривается понятие «библиотечная статистика», выявляются ключевые проблемы, с которыми сталкиваются библиотеки при сборе и анализе статистических данных. Обсуждаются перспективы улучшения статистического учёта в библиотечном деле через внедрение современных цифровых технологий, развитие программных продуктов и стандартизированных решений, что позволит повысить эффективность библиотечных служб и улучшить качество обслуживания пользователей.

Ключевые слова: библиотечная статистика, сбор данных, автоматизация, новые технологии, искусственный интеллект, стандартизация, эффективность.

Annotatsiya. Maqolada "kutubxona statistikasi" tushunchasi koʻrib chiqiladi, statistik ma'lumotlarni toʻplash va tahlil qilishda kutubxonalar duch keladigan asosiy muammolar aniqlanadi. Zamonaviy raqamli texnologiyalarni joriy etish, dasturiy mahsulotlar va standartlashtirilgan yechimlarni ishlab chiqish orqali kutubxona ishlarida statistik hisobni yaxshilash istiqbollari muhokama qilinmoqda, bu esa kutubxona xizmatlari samaradorligini oshirish va foydalanuvchilarga xizmat koʻrsatish sifatini yaxshilashga imkon beradi.

Kalit soʻzlar: kutubxona statistikasi, ma'lumotlarni yigʻish, avtomatlashtirish, yangi texnologiyalar, sun'iy intellekt, standartlashtirish, samaradorlik.

Abstract. The article examines the concept of *library statistics* and identifies the key challenges that libraries face in the collection and analysis of statistical data. The prospects for improving statistical accounting in librarianship through the introduction of modern digital technologies, the development of software solutions, and standardized approaches are discussed. These measures are expected to enhance the efficiency of library services and improve the quality of user services.

Keywords: library statistics, data collection, automation, new technologies, artificial intelligence, standardization, efficiency.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях стремительных изменений, происходящих в современном мире информации, библиотеки столкнулись с необходимостью адаптироваться к новым реалиям. Это привело к тому, что они взяли на себя дополнительные обязанности, которые требуют обновленного подхода к

ISSN 3030-3907

статистике. Данная тема стала одной из ключевых на конференции Секции ИФЛА, прошедшей в Монреале в августе 2008 года. На этом мероприятии Клаудия Люкс, занимавшая в то время пост президента ИФЛА, представила инициативу по созданию Манифеста о библиотечной статистике. Этот документ был призван подчеркнуть важность статистических данных для библиотек, так как они служат важным инструментом, демонстрирующим значимость библиотек как для пользователей, так и для общества в целом [1].

Слово «статистика» со временем приобрело множество значений, и это сложно изменить. В контексте «библиотечной статистики» специалисты понимают «статистику» как определенную область деятельности, которая включает в себя научный подход к сбору, систематизации (группировке) и анализу числовых данных, связанных с библиотечной работой. Иными словами, «библиотечная статистика» представляет собой не просто набор цифр, а целую систему, занимающуюся сбором, обработкой и интерпретацией информации о функционировании библиотеки. Это позволяет делать выводы и принимать обоснованные решения, основываясь на фактических данных [5].

Многозначность термина «статистика» в общем смысле действительно существует, но если конкретизировать его значение, можно определить «библиотечную статистику» как научно-практическую дисциплину, работающую с количественными данными, относящимися к библиотечной деятельности. В стандарте OzDSt 3601:2022 «Статистика информационно-библиотечной деятельности» дано следующее определение: «под статистикой информационно-библиотечной деятельности понимается вид практической деятельности по сбору, группировке и обработке первичных статистических данных, характеризующих состояние и деятельность информационно-библиотечного учреждения, группы информационно-библиотечных учреждений, отдельных направлений информационно-библиотечной работы» [2].

Таким образом, статистика в контексте библиотек становится неотъемлемой частью их функционирования. Она позволяет библиотекам не только отслеживать свою работу, но и выявлять потребности пользователей, адаптировать свои услуги и ресурсы под изменяющиеся условия. В условиях современного общества, где информация становится все более важной, библиотеки должны использовать статистику для обоснования своих действий и демонстрации своей ценности.

Важность статистических данных для библиотек нельзя переоценить. Они помогают не только в управлении библиотечными ресурсами, но и в

ISSN 3030-3907

планировании будущей деятельности. Например, анализ посещаемости библиотек, количества выданных книг или использования электронных ресурсов позволяет выявить тенденции и предпочтения пользователей. Это, в свою очередь, может привести к улучшению качества обслуживания и расширению спектра предлагаемых услуг.

Кроме того, статистика является основой для научных исследований в области библиотечного дела. Она позволяет не только анализировать текущие тенденции, но и прогнозировать будущие изменения в библиотечном секторе. Важно отметить, что для эффективного использования статистики необходимо не только собирать данные, но и уметь их правильно интерпретировать. Это требует от библиотекарей наличия соответствующих знаний и навыков.

Таким образом, библиотечная статистика представляет собой важный инструмент, который помогает библиотекам адаптироваться к новым условиям и эффективно выполнять свои функции. Она не только служит основой для принятия управленческих решений, но и демонстрирует значимость библиотек в современном обществе. В условиях постоянных изменений в мире информации библиотеки должны активно использовать статистику для своего развития и улучшения качества обслуживания пользователей.

Изучение статистики в библиотечно-информационной деятельности стало важной темой для многих зарубежных авторов, которые исследовали различные аспекты этой области. Например, Раймонд Олт, известный своими работами по библиотечному менеджменту и статистике в Соединенных Штатах, внес значительный вклад в понимание того, как статистические данные могут быть использованы для улучшения управления библиотеками. В свою очередь, Давид В. Левис сосредоточился на метриках эффективности библиотек и их статистическом анализе, что также является ключевым аспектом в оценке работы библиотечных учреждений.

На российском пространстве вопросы библиотечной статистики активно исследовались такими учеными, как Н.М. Сикорская и Т.Я. Климова, которые написали ряд трудов, посвященных теории и методике библиотечной статистики. Г.И. Швецова-Водка также внесла свой вклад, освещая библиотечную деятельность с акцентом на статистический анализ, что позволяет глубже понять, как функционируют библиотеки в современных условиях. Н.А. Печуро занималась вопросами библиотечного менеджмента и статистики, что подчеркивает важность этих тем в контексте управления библиотечными ресурсами.

ISSN 3030-3907

Кроме того, В.А. Михайлова исследовала стандарты, касающиеся библиотечной статистики, что является важным аспектом для унификации и повышения качества статистических данных в этой области. Р.С. Мотульский защитил кандидатскую диссертацию на тему «Библиотечная статистика: современное состояние и пути совершенствования», что свидетельствует о научном интересе к данной теме и необходимости ее дальнейшего изучения.

В статье В.С. Ахмедовой и Д.Д. Ахмедова «Библиотечная статистика в Узбекистане: состояние, проблемы, векторы развития» [3] проведен анализ состояния информационно-библиотечной статистики в Узбекистане. Авторы выявили существующие проблемы и предложили возможные пути их решения, что подчеркивает важность статистики для развития библиотечного дела в стране.

Статистика в библиотечном деле играет крайне важную роль, особенно в условиях современного высокотехнологичного общества. Без качественного статистического обеспечения невозможно развитие ни одной сферы, включая библиотечное дело. Библиотеки, независимо от их типа - будь то публичные, учебные или специализированные учреждения, а также независимо от их статуса в иерархии (например, отдельные учреждения, городские, региональные или национальные библиотеки) - нуждаются в надежной и актуальной информации. Эта информация должна отражать текущее состояние ресурсов библиотечной сферы и результаты ее деятельности.

Государственные и общественные органы управления требуют точных данных о работе библиотек, чтобы принимать обоснованные решения. Эти решения могут существенно повлиять на финансирование, развитие и поддержку библиотечных учреждений. Таким образом, статистика становится не просто инструментом анализа, а важным фактором, определяющим будущее библиотек и их способность адаптироваться к изменяющимся условиям и требованиям общества. В условиях, когда информация становится основным ресурсом, библиотеки должны уметь не только собирать, но и эффективно использовать статистические данные для демонстрации своей ценности и значимости в жизни общества.

Статистика играет ключевую роль не только в управлении библиотеками, но и в их продвижении, позволяя учреждениям демонстрировать свою актуальность и значимость в условиях стремительной цифровизации и изменений в привычках пользователей. В современных реалиях, когда информация становится все более доступной, а запросы

ISSN 3030-3907

читателей меняются, необходимость в обновленной библиотечной статистике становится особенно актуальной. Эта статистика должна учитывать не только традиционные показатели, такие как количество читателей или выданных книг, но и новые аспекты, включая использование цифровых ресурсов, взаимодействие с пользователями в онлайн-пространстве и влияние библиотек на развитие местных сообществ.

В этом контексте манифест Международной федерации библиотечных ассоциаций и учреждений (ИФЛА) о библиотечной статистике стал значимым шагом в направлении систематизации данных и создания единой базы, которая поможет библиотекам адаптироваться к новым вызовам и продемонстрировать свою ценность в современном обществе. Такой подход позволит библиотекам не только лучше понимать потребности своих пользователей, но и эффективно планировать свои ресурсы и услуги, учитывая современные тенденции.

К началу XXI века, автоматизированные библиотечные информационные системы (АБИС) прочно заняли своё место на рынке, предлагая комплексное решение для автоматизации всех этапов традиционной библиотечной работы, предлагая комплексное решение для автоматизации всех этапов традиционной библиотечной работы. Однако не все АБИС обладают полным функционалом, необходимым для сбора и обработки статистических данных, требуемых для подготовки отчётности. Это существенный пробел, вынуждающий многие библиотеки, несмотря на использование современных АБИС, по-прежнему прибегать к ручному сбору большой части информации. Ситуация складывается из нескольких взаимосвязанных факторов, игнорировать которые невозможно Большинство АБИС, даже достаточно функциональные, не содержат встроенных модулей, предназначенных для автоматического сбора всех необходимых статистических показателей. Это существенно ограничивает возможности автоматизации и приводит к необходимости дополнительных ручных операций. Отсутствуют унифицированные подходы к сбору данных, что делает невозможным быстрое и быстрое получение нужной информации. Каждый разработчик АБИС ведёт своим путем, что порождает несовместимость данных и необходимость дополнительных усилий по их обработке и приведению к единому формату. Автоматизация не всегда охватывает все библиотечные процессы. Часто АБИС используются лишь для частичных операций, например, для каталогизации или выдачи книг, в то время как другие процессы, важные для формирования статистики, остаются в ручном режиме. Это фрагментарное применение АБИС приводит к

ISSN 3030-3907

неполной картине деятельности библиотеки. Подсчет количества пользователей, задействовавших специализированные ресурсы библиотеки, может требовать ручного обхода специализированных баз данных. Нестрогое соблюдение установленных технологических процессов в библиотеке, а также недостаточно четкие инструкции для библиотекарей, приводят к неточностям и неоднозначности, вводимых в базу данных сведений. Это усложняет статистическую обработку данных и может привести к искажению результатов. Отсутствие четкой регламентации по вводу данных повышает риски человеческого фактора и значительно увеличивает объем дополнительных работ по проверке и корректировке информации. Разные библиотекари могут по-разному интерпретировать один и тот же вид деятельности, что приводит к неоднородности статистических данных. При строгом соблюдении всех трех условий (полностью функциональная АБИС, автоматизация всех процессов и четкое соблюдение технологии), малые объемы первоначальных массивов, данных могут не позволить получить статистически значимые результаты. В таком случае, ручной сбор информации остается необходимым для получения достоверной картины. Это актуально для небольших библиотек, где объёмы деятельности ограничены. В таких случаях лучше использовать более простые и дешёвые методы, нежели инвестировать в сложные АБИС, не позволяющие с полной мерой реализовать свой потенциал. Идеальный сценарий разработки АБИС подразумевает заложение модулей сбора и алгоритмов обработки статистических данных. Эта функция должна быть подробно описана в системной документации, сопровождаемой исчерпывающими методическими рекомендациями по использованию [4]. Однако, реальность такова, что разработанные ранее, ориентировались на совершенно другие задачи. Современная ситуация в мире изменилась. В большинстве библиотек существуют электронные каталоги, охватывающие значительную часть фонда. На протяжении многих лет библиотекари планомерно вводят в компьютерные базы данные о текущих поступлениях всех видов документов, технологии и методика ввода данных отработаны и устоялись. В свете этих достижений к вопросу библиотечной статистики можно подходить с совершенно иных позиций. Теперь речь не о сборе данных как такового, а о качественной обработке уже имеющейся информации. Процесс регулярного сбора данных налажен, субъективный фактор, свойственный ручному сбору данных, сведён к минимуму. Настало время перейти к этапу проверки достоверности и углублённой обработки информации. И здесь появились новые подходы к анализу больших данных.

ISSN 3030-3907

Комплекс «Библиотечная статистика», разработанный компанией «Открытые библиотечные системы» для автоматизированной библиографической информационной системы (АБИС) «Руслан», является ярким примером инновационного подхода к обработке данных в библиотечном деле. Основная идея этого комплекса заключается в пакетной обработке баз данных, которые находятся на сервере «Руслан», с использованием специализированных модулей, предназначенных для этой цели.

Эти модули имеют уникальную способность формировать базы данных в формате гиперкубов, что позволяет значительно улучшить структуру и доступность информации. При этом стоит отметить, что данные хранятся в независимом от системы управления базами данных (СУБД) «Руслан» хранилище. Эта независимость обеспечивает высокую гибкость в работе с данными и позволяет библиотекам не зависеть от конкретной системы управления, что, в свою очередь, упрощает процесс интеграции и обмена данными.

Одним из ключевых преимуществ данного подхода является возможность значительно ускорить обработку больших объемов информации. Это становится возможным благодаря тому, что специализированные модули оптимизированы для выполнения сложных аналитических задач, что обеспечивает высокую эффективность анализа. Важно подчеркнуть, что хранилище данных, используемое в этом комплексе, является централизованным и независимым от основной системы, что в свою очередь повышает надежность и защищенность всей информации, находящейся в библиотеке.

Благодаря такой архитектуре, данные могут быть легко извлечены и представлены пользователю в самых различных форматах. Это может быть как традиционная табличная форма, так и более сложные визуализации, такие как графики и диаграммы. Все это позволяет библиотекарям и пользователям получать наглядное представление о сложной статистической информации, что особенно важно для анализа и интерпретации данных.

Система «Библиотечная статистика» предоставляет широкие возможности для построения отчетов, анализа трендов и выявления закономерностей в поведении читателей. Это позволяет библиотекарям не только отслеживать предпочтения пользователей, но и оценивать эффективность работы библиотеки в целом. Например, библиотекари могут получать информацию о спросе на различные типы документов, что дает возможность более эффективно управлять фондом библиотеки, а также

ISSN 3030-3907

планировать закупки новых изданий, исходя из реальных потребностей читателей.

Таким образом, комплекс «Библиотечная статистика» представляет собой мощный инструмент для анализа и обработки данных, который значительно упрощает работу библиотек и способствует повышению их эффективности. Он позволяет библиотекам лучше понимать своих пользователей и адаптироваться к изменяющимся условиям, что в конечном итоге ведет к улучшению качества обслуживания и удовлетворенности читателей. Комплекс «Библиотечная статистика» не просто инструмент для обработки данных, а настоящая платформа, которая преобразует эти данные в мощный ресурс для управления и стратегического планирования библиотечной деятельности. Он позволяет библиотекам не только собирать информацию, но и эффективно её анализировать, что в свою очередь открывает новые горизонты для принятия обоснованных управленческих решений. Одной из ключевых особенностей данного комплекса является использование независимого хранилища данных. Это предоставляет возможность интегрировать информацию из различных источников, что значительно расширяет функциональность системы. Например, библиотекари могут объединять данные о посещаемости библиотеки с информацией из социальных сетей, сведениями о проводимых мероприятиях и другими важными показателями. Такой многоаспектный подход к обработке информации позволяет получить более полное представление о деятельности библиотеки, что, в свою очередь, способствует более взвешенным и обоснованным управленческим решениям.

Разработчики комплекса «Библиотечная статистика» уделили особое внимание удобству и простоте использования системы. Интуитивно понятный интерфейс позволяет библиотекарям, не обладающим специальными техническими навыками, легко и эффективно работать с системой. Это значительно упрощает процесс получения необходимой информации и способствует более быстрому реагированию на изменения в библиотечной среде. В результате, комплекс становится не только мощным инструментом для анализа больших массивов данных, но и доступным ресурсом для всех сотрудников библиотеки.

С переходом от традиционного ручного сбора данных к автоматизированным процессам библиотечная инфраструктура делает значительный шаг вперед. Это не только оптимизирует рабочие процессы, но и повышает качество принимаемых решений, которые основываются на реальных, а не на субъективных показателях. Информация, полученная с

ISSN 3030-3907

помощью комплекса, может служить основой для стратегического планирования и оптимизации библиотечных услуг, что в конечном итоге приводит к улучшению обслуживания пользователей.

Однако, несмотря на все преимущества, с которыми сталкиваются библиотеки при внедрении комплекса «Библиотечная статистика», существует ряд вызовов, связанных с современными тенденциями цифровизации. Проблемы, возникающие в процессе сбора, анализа и интерпретации статистических данных, остаются актуальными. Тем не менее, новые технологии, такие как автоматизация сбора данных, использование искусственного интеллекта и аналитических платформ, открывают уникальные возможности для повышения качества статистики и увеличения её точности.

Важно подчеркнуть, что наиболее развитым и проработанным направлением в библиотечной статистике является статистика деятельности библиотек. К сожалению, на практике довольно сложно найти сводную статистическую информацию о деятельности всех библиотек в стране. Например, когда мы попытались выяснить общее количество библиотек в Узбекистане, мы столкнулись с тем, что данные представлены разрозненно на различных ресурсах. На сайте Национальной библиотеки Узбекистана имени Алишера Навои можно найти определенные сведения, однако они не охватывают всю необходимую информацию. Также существует Интегрированная информационная система «Статистика» на сайте Национального комитета Республики Узбекистан по статистике, где представлены данные о количестве информационных библиотечных центров, библиотек в школьных учреждениях и общее количество книг в фондах библиотек за период с 2010 по 2017 годы [4].

Тем не менее, даже эти источники не дают полной картины, так как информация часто оказывается фрагментарной и недостаточно актуальной. Например, данные о количестве библиотек могут варьироваться в зависимости от источника, что затрудняет оценку реального положения дел в библиотечном секторе страны. Важно, чтобы библиотеки начали активно собирать и обрабатывать статистическую информацию, которая могла бы отражать их деятельность в более широком контексте, включая не только количественные показатели, но и качественные аспекты, такие как удовлетворенность пользователей, влияние на образовательный процесс и развитие культурного пространства.

Компания «Инновационные автоматизированные системы», расположенная в Москве, Россия, активно сотрудничает с Национальной

ISSN 3030-3907

библиотекой Узбекистана имени Алишера Навои. Основное направление этого сотрудничества заключается в комплексной автоматизации библиотечной деятельности, что предполагает внедрение современного программного продукта под названием «Библио.PRO». Этот продукт был разработан высококвалифицированными специалистами компании и нацелен на оптимизацию работы библиотек.

Первоначальным этапом данного проекта станет адаптация программы «Библио.PRO» для автоматизации процессов сбора и консолидации статистических данных, касающихся работы информационно-библиотечных центров Национальной библиотеки Узбекистана. Это позволит значительно упростить процесс получения и обработки информации, что, в свою очередь, повысит эффективность работы библиотеки.

В дальнейшем планируется создание Корпоративного портала для Национальной библиотеки Узбекистана имени Алишера Навои. Этот портал станет важным инструментом для автоматизации как технологических, так и организационных процессов внутри библиотеки. Он будет разрабатываться с учетом специфики работы библиотеки и потребностей пользователей, что сделает его максимально удобным и функциональным.

Функционал портала будет поэтапно расширяться, охватывая все ключевые направления деятельности библиотек региона. Портал предоставит пользователям широкий спектр возможностей. В числе этих возможностей будет автоматизированный сбор и обработка статистической информации, что позволит библиотекарям оперативно получать актуальные данные о работе библиотеки. Также предусмотрен онлайн-мониторинг ключевых показателей, что даст возможность отслеживать эффективность работы и принимать обоснованные решения на основе полученной информации.

Кроме того, система будет включать автоматизированный сбор и обработку сведений о проводимых мероприятиях, что облегчит планирование и организацию различных событий. Важным элементом станет создание билетной системы, которая упростит процесс регистрации и учета участников мероприятий. Интеграция функционала автоматизированной библиотечной системы обеспечит более тесное взаимодействие между различными процессами, что повысит общую эффективность работы библиотеки. Также предусмотрен учет материально-технического обеспечения, что позволит библиотекам более эффективно управлять своими ресурсами.

ISSN 3030-3907

Таким образом, сотрудничество между «Инновационными автоматизированными системами» и Национальной библиотекой Узбекистана имени Алишера Навои открывает новые горизонты для автоматизации библиотечного дела, что в конечном итоге приведет к улучшению качества предоставляемых библиотечных услуг и повышению уровня обслуживания пользователей.

Создание единой и достоверной базы данных по библиотечной статистике станет важным шагом к улучшению управления библиотечными учреждениями и их продвижению в обществе. Это позволит библиотекам не только адаптироваться к новым вызовам, но и эффективно продвигать свои услуги, демонстрируя свою значимость в условиях быстро меняющегося мира.

Важно отметить, что успешное развитие библиотек в условиях глобальных изменений требует не только внедрения новых технических решений, но и комплексного подхода. Это включает в себя обучение персонала, обновление методов работы с данными и адаптацию к новым реалиям. В современном мире библиотеки должны быть готовы к изменениям и быстро реагировать на новые вызовы, что возможно только при наличии качественных инструментов, таких как комплекс «Библиотечная статистика». Подробнее о возможностях комплекса можно узнать в работах [4, 7, 8].

В настоящее время библиотечная статистика играет ключевую роль в оценке эффективности работы библиотек, выявлении их сильных и слабых сторон и в принятии обоснованных решений для дальнейшего развития. Системный подход к обработке данных и их анализу позволяет библиотекам не только адаптироваться к изменениям, но и активно развиваться, улучшая качество своих услуг и повышая уровень удовлетворенности пользователей. В конечном итоге, комплекс «Библиотечная статистика» становится незаменимым инструментом в арсенале современных библиотек, способствуя их успешной адаптации к вызовам времени и обеспечивая их устойчивое развитие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Манифест ИФЛА о библиотечной статистике. – URL: https://www.ifla.org/wp-content/uploads/2019/05/assets/statistics-and-evaluation/publications/library-statistics-manifesto-ru.pdf

2. Статистика информационно-библиотечной деятельности: Государственный стандарт Республики Узбекистан O‘zDSt 3601:2022. – (Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу).

ISSN 3030-3907

- URL: https://uznel.natlib.uz:444/FN/dl_image/uload/userfiles/files/3601ru.pdf. – официальный перевод с узбекского языка.
3. Ахмедова В.С. Библиотечная статистика в Узбекистане: состояние, проблемы, векторы развития / В.С. Ахмедова, Д.Д. Ахмедов // Вестник БАЕ. - 2019. - № 3. - С. 44-52.
4. Кедрин А. В. Комплекс «Библиотечная статистика» компании «Открытые библиотечные системы» – новые технологии для сбора и обработки данных [Электронный ресурс] / А. В. Кедрин, К. В. Поникаровский. – URL: http://www.gpntb.ru/libcom8/12.pdf.
5. Мотульский Р. С. Библиотечная статистика: проблемы и решения // Библиотечное дело XXI. – 2002. – №3. – С.28-64.
6. Национальный комитет РУз по статистике. – URL: https://siat.stat.uz/reports-filed/3173/table-data
1. 7. Поникаровский К. В. От библиотечной статистики к системам анализа эффективности [Электронный ресурс] / К. В. Поникаровский. – URL: http://www.unilib.neva.ru/dl/1807.pdf.
7. Поникаровский К. В. Комплекс "Библиотечная статистика" - новый взгляд на сбор и обработку данных [Электронный ресурс] / К. В. Поникаровский // Корпоративные библиотечные системы: технологии и инновации : тр. VI науч.-практ. конф. АРБИКОН, Санкт-Петербург (Россия), Хельсинки, Тампере (Финляндия), Стокгольм, Упсала (Швеция), 23-29 июня 2008. - СПб., 2008. - URL: http://www.unilib.neva.ru/dl/arbicon/24.pdf.

ISSN 3030-3907

УДК 661.725.68

ПРОТИВОИЗНОСНЫЕ ПРИСАДКИ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕТНЫХ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Фозилов Ҳ.С.
Бухарский государственный технический университет
Туробжонов С.М.
Ташкентский государственный технический университет.
Фозилов С.Ф.
Бухарский государственный технический университет,
Темиров А.Х.
Бухарский государственный технический университет,

Аннотация. Были исследованы причины необходимости введения противоизносных присадок в композицию дизельного топлива с низким содержанием серы. Указаны примеры химических соединений органического и неорганического происхождения, используемых в качестве компонента присадок, которые в процессе эксплуатации двигателя оказывают заметное снижение износа деталей и комплектующих. Было исследовано для достижения каких целей необходимо применение экологически чистых дизельных топлив.

Ключевые слова: дизельное топливо, смазывающие свойства, противоизносные присадки, подбор композиций присадок.

Annotatsiya. Kam oltingugurtli dizel yoqilg‘isi tarkibiga aşınmaya qarshi qo‘shimchalarni kiritish zarurati sabablari o‘rganildi. Qo‘shimchalarning tarkibiy qismi sifatida ishlatiladigan organik va noorganik kelib chiqadigan kimyoviy birikmalarning misollari keltirilgan, ular dvigatelning ishlashi paytida qismlar va tarkibiy qismlarning Aşınmasını sezilarli darajada kamaytiradi.ulosa. Kam oltingugurtli dizel yoqilg‘isi tarkibiga aşınmaya qarshi qo‘shimchalarni kiritis.

Kalit so‘zlar: dizel yoqilg‘isi, moylash xususiyatlari, aşınmaya qarshi qo‘shimchalar, qo‘shimchalar tarkibini tanlash.

Annotation. The reasons for the need to introduce anti-wear additives into the composition of diesel fuel with a low sulfur content were investigated. Examples of chemical compounds of organic and inorganic origin used as a component of additives that significantly reduce the wear of parts and components during engine operation are given. It was investigated to achieve what goals the use of environmentally friendly diesel fuels is necessary.

Keywords: diesel fuel, lubricating properties, anti-wear additives, selection of additive compositions.

ВВЕДЕНИЕ

ISSN 3030-3907

В нашей республике большое внимание уделяется модернизации технологий производства дизельного топлива, повышению его качественных показателей за счет использования промышленного вторичного сырья, в частности, присадок на основе местных отходов.

В настоящее время актуально получение дизельного топлива с улучшенными экологическими свойствами и ограниченным содержанием серы и ароматических углеводородов.

Также с ростом спроса на дизельное топливо все актуальнее становятся вопросы привлечения нетрадиционных ресурсов для увеличения его производства.

Обеспечение безопасности окружающей среды в мире стало одним из вопросов мирового значения, и в последние годы внимание уделяется созданию различных экологически чистых присадок при производстве дизельного топлива.

Важно локализовать источники сырья при переработке нефти и газа в нашей республике, синтезировать присадки для снижения количества высокомолекулярных парафинов в дизельном топливе, использовать присадки для улучшения его качества и эксплуатационных свойств.

В нашей республике большое внимание уделяется модернизации технологий производства дизельного топлива, повышению их качественных показателей за счет промышленного вторичного сырья, в частности за счет местных отходов. В настоящее время остро стоит вопрос получения дизельного топлива с улучшенными экологическими характеристиками и ограниченным содержанием серы и ароматических углеводородов в его составе. Также все более актуальными становятся вопросы увеличения спроса на дизельное топливо, привлечения нетрадиционных ресурсов с точки зрения увеличения объемов его производства. Обеспечение безопасности окружающей среды в мире также относится к числу вопросов глобальной важности, и в последние годы основное внимание уделяется созданию различных экологически чистых установок при производстве дизельного топлива. В нашей республике важно локализовать источники сырья для переработки нефти и газа, синтезировать добавки для снижения количества высокомолекулярных парафинов в составе дизельных топлив и улучшения их производства и качества, применять добавки для повышения эксплуатационных свойств.

В настоящее время необходимо разработать присадки к дизелных топлив из отечественного сырья с целью улучшения смазывающих свойств за счет снижения содержания серы с 500 ppm до 10 ppm в дизельных топливах

ISSN 3030-3907

стандартов Евро-5 и Евро-6, производимых на Бухарском нефтеперерабатывающем заводе.

Применение экологически чистых дизельных топлив привело не только к снижению вредных выбросов с выхлопными газами, но и к ряду проблем: выходу из строя топливных насосов из-за снижения смазочной способности топлив, увеличению коррозионной агрессивности топлив в связи с удалением в процессе гидроочистки поверхностно- активных веществ, способных к образованию защитной пленки. Молекулы этих гетероатомных соединений характеризуются высокой полярностью и поверхностной активностью. Они хемосорбируются на металле, образуя защитную пленку, которая препятствует непосредственному контакту и изнашиванию поверхности трения. В гидроочищенных топливах гетероатомные соединения подвергаются гидрогенолизу и содержатся в минимальных остаточных количествах в виде относительно инертных стабильных форм.

Нами был выявлен тот факт, что, если снизить содержание серы и полициклических ароматических углеводородов возможно лишь технологическим путем (гидроочистка, гидродеароматизация), то улучшить такие показатели качества, как цетановое число, смазывающая способность, окислительная стабильность и низкотемпературные свойства можно только за счет использования присадок. В дизельные топлива для достижения высокого качества необходимо вводить присадки различного функционального назначения: депрессорные, цетаноповышающие, противодымные, моющие, противоокислительные, диспергирующие, ингибиторы коррозии, противоизносные и многие другие. В частности, зарубежный опыт применения экологически безопасных дизельных топлив с содержанием серы не более 0,05 % свидетельствуют о необходимости введения в состав таких топлив противоизносных, антикоррозионных и антистатических присадок.

Депрессорные присадки в составе дизельных топлив все более широко применяются в сочетании с диспергаторами и инициаторами горения [2-3].

Результаты изучения эксплуатационных свойств топлив с новыми присадками, данные их испытаний и опыт применения выявили ряд проблем химмотологического характера, решение которых необходимо для обеспечения рационального, экономически эффективного и экологически безопасного применения современных топлив.

Было выяснено, что введение различного рода присадок в существующие композиции моторных топлив, нашедших широкое применение в двигателях, как дизельного, так и карбюраторного типов,

ISSN 3030-3907

приводит к ощутимому снижению экологической нагрузки на биологические системы городов. Помимо уменьшения загрязнений, выделяющихся в процессе сгорания и неполного сгорания автомобильных топлив, разрабатываются компоненты, позволяющие в разы сократить износ деталей самого двигателя, теряющих свою прочность в ходе эксплуатации. Таковыми дополнительными компонентами являются противоизносные присадки.

Известны композиции противоизносных присадок на основе органических соединений металлов, а также неорганических сложных солей щелочно-земельных (кальций, магний, барий), переходных металлов (молибден, свинец, цинк, медь), лантаноидов (церий). Так, противоизносная присадка представляет собой композицию на основе соединений кальция [4-6]:

- Алкилфенолят Ca - 20-25 %.
- Многозольный сульфонат Ca – 25-35 %.
- Диалкилдитиофосфат Zn – 8-12 %.
- Нафтенат Cu – 8-12 %.
- Нафтенат или алкилсалицилат Mg – 6-10 %.
- Стеарат Al – 0,5-1,5 %.
- Дизельное топливо (растворитель) – до 100 %. Разработана также топливная композиция и способ эксплуатации двигателя с воспламенением от сжатия [7-8].

Заявлено, что дизельное топливо, содержащее менее 5·10-3 % серы и 5·10-3 % конденсированных ароматических углеводородов, имеющих в качестве заместителя, по крайней мере, одну группу с атомом азота, присоединенным к атому углерода цикла: 1-аминонафталин, 1,2-диаминонафталин, 5-аминоиндол, 8-аминохинолин и пр. также обладает противоизносными свойствами [9].

Технический результат [10], достижение которого обеспечивает введение противоизносной присадки для малосернистого дизельного топлива, заключается в улучшении ее функциональных свойств; удовлетворении требований по эмульсионным характеристикам и отсутствии образования эмульсии «топливо-вода»; стабильности химического состава на базе синтетического сырья; высокими противоизносными свойствами в условиях совместного применения в малосернистом дизельном топливе с цетаноповышающей присадкой.

ISSN 3030-3907

ЛИТЕРАТУРА:

1. Григорьева О.С. Экологические аспекты применения дизельного топлива в современной технике / О.С. Григорьева, С.В. Вдовина // Материалы Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли». – Альметьевск : АГНИ, 2018. – Т. 2. – С. 118–122.
2. Григорьева О.С. Улучшение смазывающих свойств дизельного топлива введением присадок / О.С. Григорьева, С.В. Вдовина // Сборник тезисов XII Всероссийской научно-технической конференции «Актуальные проблемы развития нефтегазового комплекса России». – М. : РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, 2018. – С. 231–232.
3. Противоизносные свойства 2-метилентиобензил-4-алкилфенолятов в нефтепродуктах: Ch.A. 103: 194549(1990) / Ковтун Г.А., Жуковская Г.Б. // ДАН УССР, сер. Б: геол., хим., биол. – 1990. – № 2. – С. 46–48.
4. Состав топлива с улучшенными смазочными характеристиками: заявка Великобритания. № 2354254, 01.14-19П.208П / Чарльз Дуэйн; опубл. 26.06.2001, Бюл. № 7. 10 с.
5. Противоизносная присадка для малосернистого дизельного топлива: пат. RU 2529678 C1, заявка № 2013136407/04 / Котов С.В., Котова Н.С., Рудяк К.Б., Тимофеева Г.В., Тыщенко В.А.; опубл. 27.09.2014, Бюл. № 27. 11 с.
6. Fazilov H.S., Turabjanov S.M., Rajabov R.N. Obtaining higher fatty alcohols from industrial waste, and their application as lubricating additives for diesel fuels // “O‘zbekiston neft va gaz” ilmiy-texnika jurnali. 2022. №2. / aprel, iyun, iyul 41-45 b [02.00.00; №7].
7. Фозилов С.Ф., Латипов Х.Р., Ахмедова О.Б., Нуруллева З.В., Фозилов Ҳ.С.. Синтез и изучение многофункциональных присадок на основе местного вторичного сырья для улучшения смазывающих свойств дизелных топлив // Dynamics of the development of world science, Abstracts of V international Scientific and practical conference January 22-24 Vancouver, Canada, 2020. 1056-1060 p.
8. Фозилов С.Ф., Латипов Х.Р., Хотамов К.Ш., Мавлонов Ш.Б., Фозилов Ҳ.С.. Получение высших жирных спиртов на основе отходов и их примемение для смазывающих свойств дизелных топлив // Perspectives of world science and education, Abstracts of V international Scientific and practical conference Osaka, Japan 29-31 January, 2020. 790-794 p.
9. Фозилов Х.С., Мавлонова А.С., Ҳамроев Ш.Ғ., Рахимова М.Р., Фозилов С.Ф.. Противоизносные присадки в дизелное топливо и их развитие. “Sanoat

ISSN 3030-3907

injeneriyasining dolzarb muammolari” respublika ilmiy-amaliy anjumani. 20-22 oktabr 2021 yil. 376-377 б.

10. Фозилов Х.С., Мавлонов Б.А., Ахмедова Ш.У., Хамроев Ш.Г.. Исследование влияния содержания серы на смазывающие свойства дизелных топлив // “Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари” мавзусидаги Халқаро олимлар иштирокидаги Республика илмий-амалий анжумани материаллари. 10-11 март Тошкент. -2021. 264-265 б.

ISSN 3030-3907

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ГРУППЫ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Ибрагимов Ш.Ш.
Бухарский государственный технический университет
Девликамов Р.Н.
Бухарский государственный технический университет
Яхяев Н. Ш.
Бухарский государственный технический университет
Бабаев А.А.
Бухарский государственный технический университет

Аннотация. В данном работе приведены результаты исследование сложную коллоидную систему, состав и свойства которой сильно варьируются в зависимости от места и способа их образования. Различных видов нефтяных шламов нефтеперерабатывающих и добывающих отраслях. Анализирован групповой углеводородный и элементный состав грунтовых, придонных, резервуарных и промысловых нефтяных шламов. Эффективное извлечение воду и механических примесей из нефтяного шлама. Определены оптимальные параметры термохимического обезвоживания нефтяного шлама. Проведены лабораторные испытания опытного об- разца нефтяного шлама на Бухарском нефтеперерабатывающем заводе.

Ключевые слова: дисперсионных, унифицированных, асфальтеновых, шлам, высокомолекулярных, грунтовые, придонные, парафины, шламанакапителям, неорганических, органических.

Annotatsiya. Ushbu ishda murakkab kolloid tizimni o‘rganish natijalari keltirilgan, ularning tarkibi va xususiyatlari ularning shakllanish joyi va usuliga qarab juda katta farq qiladi. Qayta ishlash va qazib chiqarish sanoatidan turli xil neft shlamlari. Tuproq, tubi, rezervuar va dala neft shlamlarining guruh uglevodorod va yelementar tarkibi tahlil qilinadi. Neft shlamlaridan suv va mexanik aralashmalarni samarali qazib olish. neft shlamlari termokimyoviy suvsizlantirishning Optimal parametrlari aniqlandi. Buxoro neftni qayta ishlash zavodida neft shlamlarining yeksperimental namunasini laboratoriya sinovlari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: dispersiya, birlashtirilgan, asfalten, loy, yuqori molekulyar og‘irlik, zamin, pastki, kerosinlar, loy akkumulyatorlari, noorganik, organik.

Annotation. This paper presents the results of a study of a complex colloidal system, the composition and properties of which vary greatly depending on the location and method of their formation. Various types of oil sludge in the refining and extractive industries. The group hydrocarbon and elemental composition of

ISSN 3030-3907

ground, bottom, reservoir and field oil sludge is analyzed. Efficient extraction of water and mechanical impurities from oil sludge. Optimal parameters of thermochemical dewatering of oil sludge have been determined. Laboratory tests of an experimental sample of oil sludge at the Bukhara Oil Refinery have been carried out.

Key words: dispersion, unified, asphaltene, sludge, high molecular weight, ground, bottom, paraffins, sludge accumulators, inorganic, organic.

ВВЕДЕНИЕ.

Нефтесодержающии отходы представляет собой сложную коллоидную систему, состав и свойства которой сильно варьируются в зависимости от места и способа образования. Изменения состава таких многокомпонентных дисперсионных систем с течением времени в некоторой степени затрудняют разработку унифицированных методов их использования

В этом аспекте важным является разработка современных технологий переработки отходов для получения новых видов строительной продукции, повышение эффективности их использования, получение вторичного строительного продукты с высокими физико-химическими свойствами и резкого снижения потребности в импорте таких продуктов.

Эксперимент и анализ полученных результатов. Как выше сказанным можно применять нефтешламых зависимых от места и способа образования их представляют собой, состоящие главным образом из осмоленных высокомолекулярных нефтепродуктов, воды и минеральных примесей (песок, глина, окислы металлов и т.д.). При рассмотрении проблемы остаточных нефтеотходов необходимо изучение источников их образования, методов утилизации и переработки [1].

Остаточные и осмоленные нефтепродукты в дальнейшем – нефтешламы могут быть разделены на четыре основные группы в соответствии с условиями их образования [2]:

- грунтовые – образуются в результате проливов нефтепродуктов на почву в процессе производственных операций, либо при аварийных ситуациях – 4-5 %;

- придонные – образуются при оседании нефтеразливов на дне водоемов и шламбассейнов НПЗ – 6-5 %;

- резервуарного типа – образуются при хранении, перевозке нефтепродуктов в емкостях разной конструкции, в нефтебазах и терминалах – 2- 4 %;

- нефтеамбарные – выделенные при добыче нефтей после сепарирования и обезвоживания – 85-90 %. Нефтешлам нефтяных

ISSN 3030-3907

резервуаров образуется при расслаивании нефти и оседании на дно резервуара нефтяных осадков. Нефтешлам нефтяных резервуаров имеет пастообразное агрегатное состояние.

Состав и характеристики нефтяных осадков зависят от свойств нефти [3]. Нефтешламы мазутных резервуаров образуются при хранении мазута. По способу производства различают мазуты прямогонного и деструктивного происхождения. Нефтешлам, образующийся при хранении прямогонного мазута, имеет пастообразное агрегатное состояние [4].

Поэтому для разработки оптимального способа переработки нефтяного шлама состав его основных компонентов, а именно воды, дизельной фракции, минеральной части и смолы, также определялся по плотности нефтяного шлама на образец.

Тот факт, что химический состав нефтешламов зависит от их происхождения, характера применяемых на предприятиях технологий добычи и переработки, очевиден из таблицы 2.2. При этом в состав любого нефтешлама всегда входит углеводородная часть, вода и механические смеси, в которых процентное содержание каждого из них организаторы могут варьироваться в широких пределах, что требует индивидуального подхода к их оформлению [5].

Таблица.1

Состав нефтешлама, образующегося при добыче и переработке нефти

Места образующегося нефтешлама	**Процентные содержание воды, %**	**Процентные содержание твердых чистец, %**	**Процентные содержание Углеводородных фазы, %**
На нефти дабывающих месторождение			
Месторождение Хаудаг	16-42	13-40	12-38
Месторождение Миршоди	17-40	15-35	19-45
Месторождение Амударё	20-45	15-43	11-35
На нефтеперерабатывающих заводах			
Бухарский НПЗ	10-28	12-28	21-56
Ферганский НПЗ	20-35	15-33	25-51

ISSN 3030-3907

Жаркурганский НПЗ	15-30	20-45	19-50

Как видно из данных таблицы 1, состав компонентов в разных образцах варьируется в широких пределах. Вероятно, это связано с большим количеством времени хранения в емкостях для хранения, а также с процессом повторной загрузки NSH или их разлива. Также отчетливо видны различия в составе компонентов в разных слоях, которые могут возникать по одним и тем же причинам.

Анализ свойств фракций нефтяного шлама Бухарский НПЗ да показал, что их состав варьируется от 1% до 32% водной фракции в резервуарах для хранения нефти и нефтепродуктов на БНПЗ (объем 11320 м^3, площадь 6350 м^2), а также в шламанакапителям (объем 13500 м3, площадь 900 м^2). широкий диапазон, от 3500с до 36% от противоположных фракций кипения.

По этиму оценит састав нефтешлама на инфракрасный спектр - основан на зависимости интенсивности передаваемого инфракрасного излучения от его частоты. Как правило, инфракрасный спектр содержит ряд линий поглощения с точки зрения местоположения и относительной интенсивности, на основании которых делается вывод о структуре исследуемого образца. Такой подход стал возможен благодаря большому объему собранных экспериментальных данных: существуют специальные таблицы, которые связывают частоты поглощения с присутствием определенных молекул в образце. Также созданы базы данных IQ-спектров классов определенных соединений, которые позволяют автоматически сравнивать спектр неизвестного анализатора с ранее известными и таким образом определять наличие этого вещества [6].

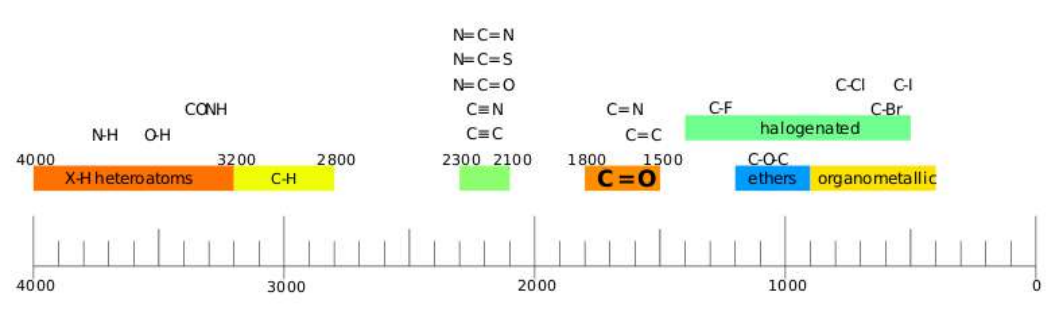


Рис.1. Список нескольких линий инфракрасного спектра.

Карбоксильная группа (- COOH) состоит из карбонильной группы (полоса C=O при 1700 см$^{-1}$) и гидроксильной группы (OH при 3500 см$^{-1}$), но в дополнение к этим линиям также будут присутствовать другие линии. Длина волны выражается в см$^{-1}$.

Инфракрасная спектроскопия является ценным аналитическим методом и используется для изучения структуры органических молекул,

ISSN 3030-3907

неорганических и координационных соединений, а также высокомолекулярных соединений (рис.1).

Колебательные спектры органических соединений обычно имеют сложную структуру и содержат большое количество линий различной формы и интенсивности. Наличие определенных пиков в определенной области спектральной линии указывает на наличие соответствующих функциональных групп в молекуле и было определено экспериментально. Однако не каждая группа полностью изолирована от колебаний остальной молекулы. Это приводит к некоторым изменениям частоты и интенсивности линий в зависимости от химического окружения функциональной группы.

Анализ ИК-спектров многих тысяч органических соединений позволил составить корреляционные таблицы, связывающие функциональные группы с частотой и интенсивностью колебаний. Однако, как правило, спектры органических соединений также содержат линии поглощения, которые не могут быть связаны конкретными колебаниями [7].

Для повышения точности результатов исследования был получен и проанализирован ИК-спектр веществ нефтешлама и соапстока.

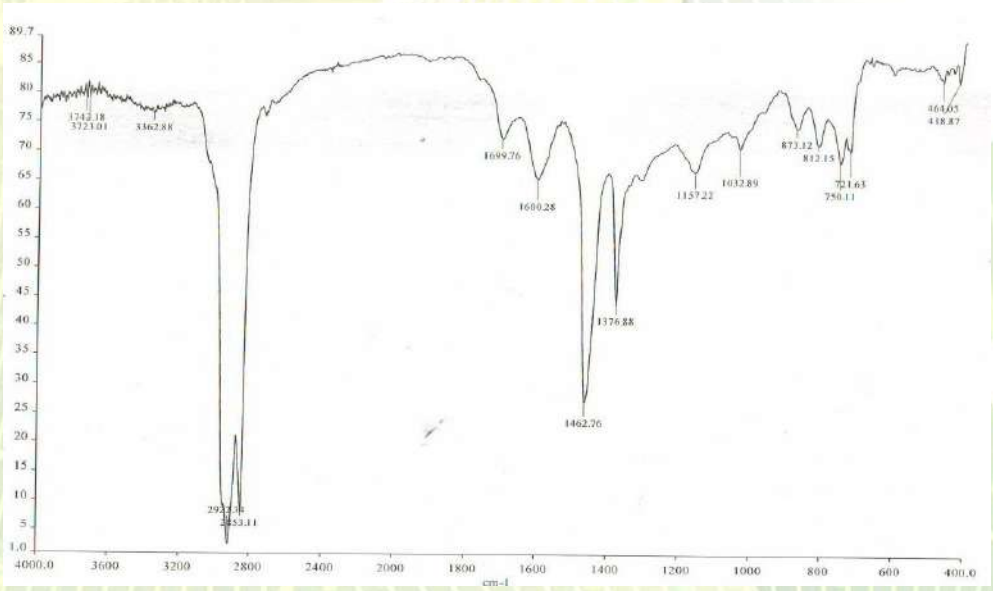


Рис.2. ИК-спектр веществ нефтешлама.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Для определения функциональной группы в составе горючих сланцев был проведен анализ методом ИК-спектр. Для определения количества механических примесей, асфальтенов, смол, масел и парафинов вторичного битума в экстракционной емкости устройства Сакслетта был использован адсорбционный метод. Были проанализированы правила использования в экспериментальных установках по изучению физико-механических свойств строительных и дорожных битумов, а также ГОСТ, и на основе таксонов инфракрасной спектроскопии было установлено, что

ISSN 3030-3907

нефтяные шлаки содержат связи, состоящие из карбоксильной группы (-COOH), карбонильной группы (полоса C=O при 1700 $см^{-1}$) и гидроксильную группу (включенную при 3500 $см^{-1}$).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шпербер Е.Р., Боковикова Т.Н., Шпербер Д.Р. Источники образования нефтешламов и методы их утилизации // Химия и технология топлив и масел. – 2011. – № 2. – С. 53-56.
2. Остаповец Б. А., Корчевский А. Н. Состав и свойства нефтяных шламов // Материалы конф. «Комплексные технологии обогащения полезных ископаемых». – Донецк, 2017. – С. 4-8.
3. Очилов А.А. Оғир нефтларнинг юқори турғун сув нефтли эмульсияларини парчалашда қўлланиладиган деэмульгаторлар композициясини ишлаб чиқиш: автореф. дис. техника фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD): 02.00.11. – Тошкент, 2020. – 20 б.
4. Алимов А.А., Мустафоев А.С., Байматова Г.А., Курбанов Р.Я. Асфальто-битум на основе промысловых нефтешламов // Региональная Центрально-азиатская Межд. конф. по химической технологии «ХТ'12». – М., 2012. – С. 225-228.
5. Яхяев Н.Ш. Термохимическое обезвоживание опытной партии нефтяного шлама с применением деэмульгатора // Universum: технические науки: Научный. журнал. – Москва: - 2021. - №6(87). – С. 53-55.
6. 6.Способ очистки нефтяных шламов и грунтов – патент РФ 2116265 – Зоркин В.А., ушуева Н.Н., Айсин Е.Х., 27.07.1998 г.
7. Яхяев Н.Ш. Technology of extraction of cubic residues by thermal oxidation of oil sludge // Universum: технические науки: Научный. журнал. – Москва: - 2023. - №2(107). – С. 45-49.

ISSN 3030-3907

CREATION OF INTELLECTUAL CONTROL SYSTEMS USING QUANTUM ALGORITHMS

Yakubova Noilakhon Sobirjonovna
Tashkent State Technical University
E-mail: noila.yakubova@gmail.ru
Ubaydulloyev Farrux Barakayevich
Tashkent State Technical University
Nasrullayeva Madina Sunnatilla qizi
Tashkent State Technical University
Tel: +998946853505

Abstract. This article studies the issues of synthesizing intelligent control systems in conditions of dynamic characteristics of technological processes, strong nonlinearity, and uncertainty of information arising from external and internal influences. Taking into account the variability of process parameters over time and the limited capabilities of classical control methods, effective models and algorithms aimed at improving the quality of control are developed. Particular attention is paid to optimizing the decision-making process, increasing the computational speed, and ensuring the system's adaptability using quantum algorithms and quantum computing principles. The results obtained show that the proposed approach is highly effective in ensuring stable and reliable control of technological objects in various operating modes.

Keywords: intelligent control systems, nonlinear technological processes, modeling, quantum algorithms, adaptive control, decision-making optimization, dynamic process modeling.

Annotatsiya. Ushbu maqolada texnologik jarayonlarning dinamik xususiyatlari, kuchli nochiziqliligi hamda tashqi va ichki ta'sirlar natijasida yuzaga keladigan ma'lumotlarning noaniqligi sharoitida intellektual boshqarish tizimlarini sintez qilish masalalari tadqiq etilgan. Jarayon parametrlarining vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchanligi va klassik boshqarish usullarining cheklangan imkoniyatlarini hisobga olgan holda, boshqarish sifatini oshirishga qaratilgan samarador modellar va algoritmlar ishlab chiqilgan. Bunda kvant algoritmlari va kvant hisoblash tamoyillaridan foydalangan holda qaror qabul qilish jarayonini optimallashtirish, hisoblash tezkorligini oshirish hamda tizimning moslashuvchanligini ta'minlashga alohida e'tibor qaratilgan. Olingan natijalar taklif etilgan yondashuv texnologik ob'ektlarning turli ish rejimlarida barqaror va ishonchli boshqarilishini ta'minlashda yuqori samaradorlikka ega ekanini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: intellektual boshqaruv tizimlari, nochiziqli texnologik jarayonlar, modellashtirish, kvant algoritmlari, moslashuvchan boshqaruv, qarorqabul qilishni optimallashtirish, dinamik jarayonlarni modellashtirish.

Аннотация. В данной статье исследуются вопросы синтеза интеллектуальных систем управления в условиях динамических характеристик технологических процессов, их выраженной нелинейности, а также неопределённости данных, возникающей под воздействием внутренних и внешних факторов. С учётом временной изменчивости параметров процесса и ограниченных возможностей классических методов управления разработаны эффективные модели и алгоритмы, направленные на повышение качества управления. Особое внимание уделено оптимизации процесса принятия решений, повышению вычислительной эффективности и обеспечению адаптивности системы на основе квантовых алгоритмов и принципов квантовых вычислений. Полученные результаты показывают, что предложенный подход обладает высокой эффективностью и обеспечивает устойчивое и надёжное управление технологическими объектами в различных режимах их функционирования.

Ключевые слова: интеллектуальные системы управления, нелинейные технологические процессы, моделирование, квантовые алгоритмы, адаптивное управление, оптимизация принятия решений, динамическое моделирование процессов.

INTRODUCTION.

The rapid development of modern industrial technologies has significantly increased the complexity of technological processes, particularly in terms of their dynamic behavior, strong nonlinear characteristics, and sensitivity to internal and external disturbances. In such environments, achieving high-quality and reliable control remains a challenging task, as process parameters often vary over time and available measurements are affected by uncertainty and noise. These factors substantially limit the effectiveness of classical control methods, which are typically designed under assumptions of linearity and precise system modeling [1,2].

Intelligent control systems have emerged as a promising alternative for addressing these challenges by incorporating adaptive, learning-based, and decision-oriented mechanisms into the control structure. However, the synthesis of intelligent control systems for nonlinear and uncertain technological processes requires advanced modeling and optimization techniques capable of handling high-dimensional data, complex interactions, and real-time decision-making

ISSN 3030-3907

requirements [3]. Conventional computational approaches often face limitations in terms of processing speed and scalability when applied to such problems.

Recent advances in quantum computing and quantum-inspired algorithms have opened new opportunities for improving the performance of intelligent control systems [4]. By exploiting the principles of quantum superposition, parallelism, and probabilistic computation, quantum algorithms offer the potential to accelerate optimization and decision-making processes that are computationally intensive for classical methods. This makes them particularly suitable for real-time control applications operating under dynamic and uncertain conditions.

In this context, the present study focuses on the synthesis of intelligent control systems that explicitly account for the nonlinear dynamics and uncertainty inherent in technological processes [5,6]. Effective models and algorithms are developed by integrating quantum algorithms into the control framework, with particular emphasis on enhancing decision-making efficiency, computational speed, and system adaptability. The proposed approach is evaluated across various operating modes, demonstrating its capability to ensure stable and reliable control performance under changing process conditions [7].

RESEARCH METHODS AND THE RECEIVED RESULTS

In the design of intelligent information and communication systems, several critical challenges arise due to the structural complexity of the systems, heterogeneity of hardware components, uncertainty in operational requirements, variability of external conditions, and the presence of multiple interacting factors[8,9]. These challenges complicate the system design process and limit the effectiveness of conventional control approaches. Therefore, the selection of appropriate network function structures and the determination of optimal weight parameters play a crucial role in the synthesis of intelligent control systems, particularly when based on the principles of quantum computing theory [10].

The application of quantum computing algorithms in process control enables high-speed solutions to numerous classical optimization and decision-making problems that are computationally complex or intractable using traditional methods. Moreover, quantum-based approaches provide new opportunities to obtain approximate or probabilistic solutions to problems that cannot be solved algorithmically within reasonable time constraints. As a result, quantum computing algorithms significantly enhance the adaptability, computational efficiency, and robustness of intelligent control systems operating under uncertain and dynamically changing conditions [11,12].

In the presence of uncertainties in the models, incomplete formalization of control decision-making processes, and situations where decision selection models

ISSN 3030-3907

are often expressed only at a qualitative level, effective control of complex technological objects can still be achieved. Such an approach enhances the robustness of the control system with respect to internal and external uncertainties, reduces subjectivity in decision-making, and improves the overall reliability of the system [13].

The formation of technological processes based on the proposed method makes it possible to represent control models of dynamic objects operating under uncertainty within a unified mathematical framework, enabling their systematic investigation and analysis. Moreover, this approach provides a solid theoretical basis for the development of efficient modeling and simulation algorithms, evaluation of object behavior under various operating modes, and synthesis of optimal control strategies [14,15].

In general, the algorithm for modeling information and communication systems can be represented by the following sequence:

$$M = \prec I, P, \Phi, X, Y, \Omega \succ,$$

where: I – is the model identifier; $P = P(x_1, x_2, ..., x_n)$ – is a unary logical predicate defined on the set X, $\Phi : X \to Y(XUY = Z)$ – represents a description expressing a set of properties of the modeled algorithm; $X = \{x_1, x_2, ..., x_n\}$ - denotes the input variables of the computational model; $Y = \{y_1, y_2, ..., y_n\}$ - denotes the output variables of the computational model; $Z = \{z_1, z_2, ..., z_n\}$ - is the set of variables; Ω- is the set of identifiers, X and Y is the domain of ordered pairs of identifiers and their corresponding values, which together define the application domain of the model.

In general, the algorithm for constructing a quantum fuzzy network is as follows:

1. **Normalization.** The intersection of relations $P_1,\ldots,P_k$, is determined using the following formula to obtain: $Q_1 = R_1 \cap R_2 \cap ... \cap R_k$.

2. For Q_1, according to the following algorithm, the set of non-dominated alternatives is determined. First, the inverse matrix Q_1^{-1} is defined as: $\mu_{Q_1^{-1}}(x, y) = \mu_{Q_1}(x, y)$.

3. Then, for each element of the matrix, the corresponding element of the matrix K_1 is subtracted.If the result is negative, it is replaced by zero, i.e.,: $\mu_{Q_1^0}(x, y) = \max(0, \mu_{Q_1^{-1}}(x, y) - \mu_{Q_1}(x, y))$.

For the matrix Q_1^0, the maximum value $r(x_i), i = 1,2,...,n$ is determined for each row, where i=1,2,…,n. The obtained values are then subtracted from unity. As a result,

ISSN 3030-3907

$\mu_{Q_1^{НД}}(x_i)$ the membership degrees of the non-dominated alternatives are obtained: $\mu_{Q_1^{НД}}(x_i)=1-r(x_i), i=1,2,\ldots,n$.

Thus, the set of non-dominated alternatives is represented as a fuzzy set whose elements $x_1, x_2,\ldots,x_n$ are characterized by their corresponding membership degrees $\mu_{Q_1^{НД}}(x_i)$

This fuzzy set can be expressed in the following form: $\mu_i(x_i)=\{\mu_1(x_1)/x_1, \mu_2(x_2)/x_2,\ldots,\mu_n(x_n)/x_n\}$

3. For the set of non-dominated alternatives P, the main non-dominated relation P^{ND} is determined in the same manner [16,17]. The obtained membership functions: $\mu_{R^{НД}}(g_1), \mu_{R^{НД}}(g_2),\ldots,\mu_{R^{НД}}(g_k)$ are ranked according to the criteria $l_1, l_2,\ldots,l_k$ and are denoted accordingly. For each criterion, the corresponding weight coefficients are defined as follows:

$$t_i=\frac{l_i}{\sum_{j=1}^{k} l_j}, i=1,2,\ldots,k$$

.

4. The elements of the matrix Q_2 are calculated using the following formula:

$$\mu_{Q_1}(x,y)=\sum_{m=1}^{k} t_m \mu_{R_m}(x,y)$$

.

5. The non-dominated set $Q_2^{НД}$ is determined using the algorithms described above:

$$\mu_{Q_2^{НД}}(x_i)=\{\mu_{Q_2^{НД}}(x_1)/x_1, \mu_{Q_2^{НД}}(x_2)/x_2,\ldots,\mu_{Q_2^{НД}}(x_n)/x_n\}.$$

6. The final relation is constructed as the intersection $Q=Q_1^{НД}\cap Q_2^{НД}$:

$$Q=\left\{\frac{\min(\mu_{Q_1^{НД}}(x_1);\mu_{Q_2^{НД}}(x_1))}{x_1},\ldots,\frac{\min(\mu_{Q_1^{НД}}(x_n);\mu_{Q_2^{НД}}(x_n))}{x_n}\right\}=\{\mu_Q(x_1)/x_1,\ldots,\mu_Q(x_n)/x_n\}.$$

.

The alternatives with the maximum membership degree in the set Q are considered to be rationally selected. In the development of technological process control systems, particular attention is paid to the creation of highly efficient methods for information processing and control action generation. Eliminating such problems requires the development of process control models capable of operating under complex uncertainty conditions, taking into account changes in external environmental characteristics as well as stochastic and random disturbances. Therefore, it becomes necessary to develop a quantum fuzzy control model that enables effective process control under uncertainty [18,19].

In this context, the dynamics of a technological process control system can be represented in the form of state equations as follows:

ISSN 3030-3907

$$x_{k+1} = F(x_k, u_k), k = \overline{0, N}; \qquad x_k \in X, u_k \in U,$$

where *X*- denotes the state space, *U*- represents the set of admissible control inputs, and *F* is the state transition function, which in the general case has a nonlinear form:

$$F : X \times U \to X.$$

For dynamic systems characterized by various types of uncertainty, the state transition function can be represented in the form of a quantum fuzzy relation as follows:

$$F : X \times U \times X \to [0,1].$$

In this case, all partially undefined coefficients and all variables influencing the process are represented through the membership function $\mu(x_{k+1}/x_k, u_k)$.

The proposed approach provides a unified mathematical framework for the synthesis of intelligent control systems operating under nonlinear dynamics and uncertainty. By incorporating quantum fuzzy relations and non-dominated decision-making mechanisms, the method reduces subjectivity in control decisions and improves robustness against internal and external disturbances. In addition, the use of weighted criteria and quantum-inspired aggregation enhances computational efficiency and system adaptability, ensuring stable and reliable control performance of complex technological processes across various operating conditions [20].

CONCLUSION. In this study, an intelligent control approach based on quantum algorithms was developed for modeling and controlling complex technological processes operating under nonlinear dynamics and uncertainty. The use of quantum algorithms in the selection and synthesis of mathematical control models proved to be effective in representing the structured relationships among system variables. This approach enhances the accuracy of decision-making, improves computational efficiency, and increases the adaptability of the control system. The obtained results demonstrate that the proposed method ensures stable and reliable control performance across various operating modes, making it a promising solution for advanced technological process control applications.

REFERENCES

1. Usmanov, K., Eshbobaev, J., & Yakubova, N. (2023). Modeling and Optimization of the Ammonium Solution Extraction Process. Engineering Proceedings, 56(1), 198.

2. Frank Tabakin, Bruno Juliб-Dнaz, ”QCMPI: A parallel environment for quantum computing”, Computer Physics Communications №180, p. 948. 2009.

ISSN 3030-3907

3. Сидиков, И. Х., Усманов, К. И., Якубова, Н. С., & Казахбаев, С. А. (2020). НЕЧЕТКОЕ СИНЕРГЕТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ СИСТЕМ. Journal of Advances in Engineering Technology, (2), 16-19.
4. L.Lace. Enlarging gap between quantum and deterministic query complexities. Proceedings of Baltic DB&IS 2004, vol. 2, Riga, Latvia, pp. 81.-91. .
5. Sidikov, I. K., Usmanov, K. I., Yakubova, N. S., & Kazakhbaev, S. A. (2020). Fuzzy synergetic control of nonlinear systems. Journal of Advances in Engineering Technology,(2), 16-19.
6. Усманов, К. И., Сарболаев, Ф. Н., Исломова, Ф. К., & Якубова, Н. С. (2020). Адаптивно нечеткое синергетическое управление многомерных нелинейных динамических объектов. Universum: технические науки, (3-1 (72)), 24-28.
7. Litvintseva L. V., Ulyanov I.S., Ulyanov S. V., Ulyanov S. S. Quantum fuzzy inference for knowledge base design in robust intelligent controllers // Computer and Systems Sciences Intern. – 2007. – Vol. 46. – № 6. – Pp. 908-961.
8. Litvintseva L.V., Ulyanov S.S., Takahashi K. et all. Intelligent robust control design based on new types of computation. Pt 1 // New soft computing technology of KB-design of smart control simulation for nonlinear dynamic systems. – Milan: Note del Polo (Ricerca), Universita degli Studi di Milano, 2004. – Vol. 60..
9. Yakubova, N. S., & Abdurasulova, G. E. (2023). Study of fuzzy controllers in intelligent control systems based on quantum computing. Universum: technical sciences: electron. scientific magazine.
10. Venegas-Andraca S. E. Quantum Walks for Computer Scientists. Synthesis Lectures on Quantum Computing, Morgan Claypool, 2008, 133 p.
11. Metodi T. S., Faruque A. I., Chong F. T. Quantum Computing for Computer Architects. Synthesis Lectures on Computer Architecture, Morgan Clay-pool, 2011, 203 p.
12. Yakubova, N. S. (2023). Synthesis of the control system of complex dynamic objects based on quantum computing methods. Descendants of Muhammad al-Khorazmi. Scientific-practical and information-analytical journal.(2023-y.).
13. Cirac J.I., Zoller P., “Goals and opportunities in quantum simulation”, Nature Physics, 8 (2010), 264–266.
14. Yakubova, N. S. (2023). Application of quantum algorithms in the synthesis of dynamic objects. Chemical Technology. Control and Management, 6, 61-67.
15. S. Rastegar, R. Araújo, J. Sadati, and J. Mendes, “A novel robust control scheme for LTV systems using output integral discrete-time synergetic control theory,” Eur. J. Control, vol. 34, pp. 39–48, 2017, doi: 10.1016/j.ejcon.2016.12.006.

ISSN 3030-3907

16. Якубова, Н. С., & Абдурасулова, Г. Э. (2023). Исследование нечетких регуляторов в системах интеллектуального управления на основе квантовых вычислений. Universum: технические науки, (3-1 (108)), 22-25.
17. Usmanov, K. I. (2022). SYNERGISTIC INTELLIGENT CONTROL OF NONLINEAR DYNAMIC OBJECTS. Journal of Advances in Engineering Technology, (1), 10-13.
18. Sidikov, I. X., Usmanov, K. I., Yakubova, N. S., & Kazaxbayev, S. A. (2020). Nechetkoye sinergeticheskoye upravleniye neli-neynix sistem. Journal of Advances in Engineering Technology, 2.
19. Ablayev F., Ablayev M. On the concept of cryptographic quantum hashing. Laser Phys. Lett., 2015, vol. 12, no. 12, art. 125204, pp. 1–5. doi: 10.1088/1612-2011/12/12/125204.
20. Usmanov, K. I., Islamova, F. K., & Yakubova, N. S. (2023). DEVELOPMENT OF A MATHEMATICAL MODEL OF THE DIESEL FUEL HYDROTREATMENT PROCESS. Universum: technical sciences: electron. scientific journal, 2, 107.

ISSN 3030-3907

НЕФТЯНЫЕ ПЕСКИ

Турсунов Баходир Жунайдуллаевич
Азиатский международный университет

Аннотация. Нефтяные пески представляют собой один из важнейших нетрадиционных источников углеводородного сырья, отличающийся высокой вязкостью и сложностью добычи. В статье рассматриваются физико-химические свойства нефтяных песков, их геологическое строение и основные методы извлечения битума. Особое внимание уделяется современным технологиям переработки, экологическим аспектам разработки месторождений и экономической целесообразности использования нефтяных песков в условиях растущего спроса на энергетические ресурсы. Показано, что при рациональном подходе и внедрении инновационных технологий нефтяные пески могут играть значительную роль в обеспечении энергетической безопасности.

Ключевые слова: нефтяные пески, битум, нетрадиционные углеводороды, методы добычи, переработка, экологические проблемы, энергетические ресурсы.

Annotation. Oil sands are one of the most important unconventional sources of hydrocarbon raw materials, characterized by high viscosity and complexity of extraction. This article examines the physicochemical properties of oil sands, their geological structure, and the main methods of bitumen recovery. Special attention is paid to modern processing technologies, environmental aspects of field development, and the economic feasibility of using oil sands under conditions of growing energy demand. It is shown that, with a rational approach and the implementation of innovative technologies, oil sands can play a significant role in ensuring energy security.

Keywords: oil sands, bitumen, unconventional hydrocarbons, extraction methods, processing, environmental issues, energy resources.

Annotatsiya. Neft qumlari uglevodorod xom ashyosining eng muhim noan'anaviy manbalaridan biri bo‘lib, yuqori yopishqoqligi va qazib olishning murakkabligi bilan ajralib turadi. Maqolada neft qumlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari, ularning geologik tuzilishi va bitumni qazib olishning asosiy usullari ko‘rib chiqiladi.ulosa. Neft qumlari uglevodorod xom ashyosining eng noan'anaviy manbalaridan biri bo‘lib, yuqori yopishqoqligi va olishning murakkabligi bilan ajralib turadi. Maqolada neft qumlarining fizik-kimyoviy xususiyatlari, ularning geologik tuzilishi va bitumni qazib olishning asosiy usullari ko‘rib chiqiladi. Zamonaviy qayta ishlash texnologiyalariga, konlarni qazib olishning ekologik jihatlariga va energiya resurslariga talab ortib borayotgan sharoitda neft qumlaridan

ISSN 3030-3907

foydalanishning iqtisodiy maqsadga muvofiqligiga alohida e'tibor qaratilmoqda. Oqilona yondashuv va innovatsion texnologiyalarni joriy etish bilan neft qumlari energiya xavfsizligini ta'minlashda muhim rol o‘ynashi mumkinligi ko‘rsatilgan.
Kalit so‘zlar: neft qumlari, bitum, noan'anaviy uglevodorodlar, qazib olish usullari, qayta ishlash, ekologik muammolar, energiya resurslari.

ВВЕДЕНИЕ

Нефтяные пески, битуминозные пески или, более технически, битумные пески, являются типом нетрадиционной нефтяной залежи.

Нефтяной песок - или свободный песок или частично объединенный песчаник, содержащий естественную смесь песка, глины и воды, насыщаемой с плотной и чрезвычайно вязкой формой нефти, технически называемой битумом (или в разговорной речи смола из-за ее подобной внешности, аромата и цвета). О естественных залежах битума сообщают во многих странах, но в особенности находят в чрезвычайно больших количествах в Канаде. Другие большие запасы расположены в Казахстане и России. Предполагаемые международные залежи нефти - больше, чем; оценки включают депозиты, которые не были обнаружены. Доказанные запасы битума содержат приблизительно 100 миллиардов баррелей, и полные естественные запасы битума оценены в международном, которого, или 70,8%, находятся в Альберте, Канада.

Запасы нефтяных песков, как только недавно полагали, были частью запасов нефти в мире, поскольку более высокие цены на нефть и новая технология позволяют прибыльное извлечение и обработку. Нефть, произведенная из песков битума, часто упоминается как нетрадиционный нефтяной или сырой битум, чтобы отличить его от жидких углеводородов, произведенных из традиционных нефтяных скважин.

Сырой битум, содержавшийся в канадских нефтяных песках, описан Национальным энергетическим Советом Канады как «очень вязкая смесь углеводородов, более тяжелых, чем пентаны, который, в ее естественном состоянии, не является обычно восстанавливаемым по коммерческому уровню через хорошо, потому что это слишком толстое, чтобы течь». Сырой битум - толстая, липкая форма сырой нефти, настолько тяжелая и вязкая (гуща), что это не будет течь, если не нагрето или растворено более легкими углеводородами, такими как легкий конденсат сырой нефти или природного газа. При комнатной температуре это во многом как холодная патока. World Energy Council (WEC) определяет натуральный битум как «нефть, имеющую вязкость, больше, чем 10000 сантипуазов при условиях водохранилища и серьезности APIAPI на меньше чем 10 ». Пояс Ориноков Венесуэле иногда

ISSN 3030-3907

описывается как нефтяные пески, но эти депозиты небитумные, попадая вместо этого в категорию необработанной нефти или дополнительной необработанной нефти из-за их более низкой вязкости. Натуральный битум и дополнительная необработанная нефть отличаются по степени, которой они были ухудшены от оригинальных обычных масел бактериями. Согласно WEC, у дополнительной необработанной нефти есть «серьезность API на меньше чем 10 и вязкость водохранилища не больше, чем 10000 сантипуазов».

Согласно исследованию, заказанному правительством Альберты и проводимому Jacobs Engineering Group, выбросы сырья нефтяного песка на 12% выше, чем от обычной нефти.

Эксплуатация битумных депозитов и просачивается, относится ко времени Палеолитических времен. Самое раннее известное использование битума было Неандертальцами приблизительно 40000 лет назад. Битум был найден, придерживаясь каменных инструментов, используемых Неандертальцами на местах в Сирии. После прибытия Человека разумноголюди использовали битум для строительства зданий и гидроизоляции лодок тростника среди другого использования. В древнем Египте использование битума было важно в подготовке египетских мумий.

В древние времена битум был прежде всего месопотамским товаром, используемым шумерами и вавилонянами, хотя это было также найдено в Леванте и Персии. Область вдоль Тигрских и Евфратских рек была замусорена сотнями чистых утечек битума. Mesopotamians использовал битум для гидроизолирующих лодок и зданий. В Европе они были экстенсивно добыты около французского города Печелбронн, где процесс разделения пара использовался в 1742.

Битуминозные пески имени были применены к битумным пескам в последнем 19-м и в начале 20-го века. Люди, которые видели битумные пески во время этого периода, были знакомы с большими суммами остатка смолы, произведенного в городских районах как побочный продукт изготовления каменноугольного газа для городского нагревания и освещения. Слово «смолит», чтобы описать эти, натуральный битум вносит, действительно неправильное употребление, с тех пор, химически разговор, смола - сделанное человеком вещество, произведенное разрушительной дистилляцией органического материала, обычно уголь.

С тех пор каменноугольный газ был почти полностью заменен природным газом в качестве топлива и битумом, как материал для мощения дорог был заменен асфальтом нефтепродукта. Естественный битум

ISSN 3030-3907

химически более подобен, чтобы асфальтировать, чем к битуму, и термин *нефтяные пески*(или oilsands) более обычно используется промышленностью в областях производства, чем *битуминозные пески,* потому что синтетическая нефть произведена от битума, и из-за чувства, что терминология *битуминозных песков* менее политически приемлема для общественности. Нефтяные пески - теперь альтернатива обычной сырой нефти.

Ранние исследователи

В Канаде Первые народы Страны использовали битум от, просачивается вдоль рек Атабаски и Клеаруотера к плащу их каноэ березовой коры с ранних доисторических времен. Канадские нефтяные пески сначала стали известными европейцам в 1719, когда уроженец кри по имени Ва-Па-Су принес образец торговцу мехом Hudsons Bay Company Генри Келси, который прокомментировал его в его журналах. Торговец мехом Питер Понд плыл вниз на реке Клеаруотера в Атабаску в 1778, видел депозиты и написал «весен битума, которые текут вдоль земли». В 1787 торговец мехом и исследователь Александр Маккензи на пути в Северный Ледовитый океан видели нефтяные пески Атабаски и прокомментировали, «Приблизительно в 24 милях от вилки (рек Атабаски и Клеаруотера) некоторые битумные фонтаны, в которые полюс 20 футов длиной может быть вставлен без наименьшего сопротивления».

Коммерческие возможности обширных нефтяных песков Канады были поняты рано канадскими правительственными исследователями. В 1884 Роберт Белл из Геологической службы Канады прокомментировал, «Берега Атабаски предоставят неистощимую поставку топлива..., материал происходит в таких огромных количествах, которыми... может быть найдено прибыльное средство добычи нефти». В 1915 Сиднейские Эли федерального Филиала Шахт экспериментировали с методами разделения и использовали материал, чтобы проложить дороги в Эдмонтоне, а также в других местах. В 1920 химик Карл Кларк из Научного совета Альбертыначал экспериментировать с методами, чтобы извлечь битум из нефтяных песков и, в 1928, он запатентовал первый коммерческий процесс разделения горячей воды.

Коммерческое развитие началось в 1923, когда бизнесмен Роберт Фицсиммонс начал бурить нефтяные скважины в Bitumount, к северу от Форт-МакМюррея, но получил неутешительные результаты с обычным бурением. В 1927 он создал International Bitumen Company и в 1930 построил небольшой завод разделения горячей воды, основанный на дизайне Кларка.

ISSN 3030-3907

Он произвел о битума в 1930 и отправил его баржей и рельсом в Эдмонтон. У битума от шахты было многочисленное использование, но большая часть из него привыкла к водонепроницаемым крышам. Затраты были слишком высоки, и Фицсиммонс обанкротился. В 1941 компания была переименована в Oil Sands Limited и попыталась сгладить технические проблемы, но никогда не была очень успешна. Это прошло несколько смен собственника, и в 1958 закрылось постоянно. В 1974 Bitumount стал Альбертой Провинциальное Историческое место.

В 1930 бизнесмен Макс Болл создал Canadian Oil Sand Product, Ltd, которая позже стала Маслами Abasand. Он построил завод разделения, способный к обработке 250 тонн нефтяных песков в день, который открылся в 1936 и произвел среднее число нефти. Завод сгорел дотла в конце 1941, но был восстановлен в 1942 с еще большей мощностью. В 1943 канадское правительство взяло под свой контроль завод Abasand согласно военному закону о Мерах и запланировало расширить его далее. Однако в 1945 завод сгорел дотла снова, и в 1946 канадское правительство оставило проект, потому что потребность в топливе уменьшилась с концом войны. Место Abasand - также Историческое место Альберты.

Самые большие нефтяные пески в мире находятся в Венесуэле и Канаде. Геология депозитов в этих двух странах обычно довольно подобна. Они - обширная необработанная нефть, дополнительная необработанная нефть и/или залежи битума с нефтью, более тяжелой, чем 20°API, найденный в основном в неуплотненных песчаниках с подобными свойствами. «Неуплотненный» в этом контексте означает, что у песков есть высокая пористость, никакое значительное единство и предел прочности близко к нолю. Пески насыщаются с нефтью, которая препятствовала тому, чтобы они объединились в твердый песчаник.

Величина ресурсов в этих двух странах находится на заказе 3,5 к 4 триллионам баррелей (550 - 650 миллиардов кубических метров) оригинальной нефти в месте (OOIP). Нефть в месте - не обязательно запасы нефти, и сумма, которая может быть произведена, зависит от технологического развития. Быстрые технические разработки в Канаде в 1985-2000 периодов привели к методам, таким как помогшийся с паром дренаж силы тяжести (SAGD), который может возвратить намного больший процент OOIP, чем обычные методы. Правительство Альберты оценивает, что с современной технологией, 10% ее битума и необработанной нефти могут быть восстановлены, который дал бы ему приблизительно 200 миллиардов баррелей (32 миллиарда м) запасов извлекаемой нефти.

ISSN 3030-3907

Венесуэла оценивает свою извлекаемую нефть в 267 миллиардах баррелей (42 миллиарда м). Это помещает Канаду и Венесуэлу в той же самой лиге как Саудовская Аравия, имея три самых больших запаса нефти в мире.

Нефтяные пески Western Canadian Sedimentary Basin (WCSB) были сформированы в результате формирования канадских Скалистых горТихоокеанским сверхподталкиванием Пластины по североамериканской Пластине, поскольку это продвинулось в с запада, неся раньше большие цепи островов, которые теперь составляют большую часть Британской Колумбии. Столкновение сжало равнины Альберты и подняло Скалистые горы по равнинам, формируя канадские Скалистые горы. Этот горный процесс строительства похоронил слои осадочной породы, которые лежат в основе большей части Альберты очень глубоко, создавая высокие температуры недр, и производя гигантскую скороварку, которая преобразовала кероген в глубоко похороненных органическо-богатых сланцах к легкой нефти и природному газу. Эти материнские породы были подобны американским так называемым битуминозным сланцам, кроме последнего никогда не хоронились достаточно глубоко, чтобы преобразовать кероген в них в жидкую нефть.

Сверхподталкивание также наклонило пласты осадочной породы предмелового периода, лежащие в основе большинства недр Альберты, снизив горные формирования в юго-западной Альберте до глубокого около Скалистых гор, но к нулевой глубине на северо-востоке, где они зажали против магматических пород Канадского щита, который обнажение на поверхности. Этот наклон не очевиден на поверхности, потому что получающаяся траншея была заполнена в разрушенным материалом с гор. Легкая нефть мигрировала-падение через гидродинамический транспорт из Скалистых гор на юго-западе к Канадскому щиту на северо-востоке после сложного несоответствия предмелового периода, которое существует в формированиях под Альбертой. Полное расстояние нефтяной миграции с юго-запада на северо-восток было о. На мелких глубинах осадочных формирований в северо-восточном, крупном микробном биологическом распаде, поскольку приблизилась нефть, поверхность заставила нефть становиться очень вязкой и неподвижной. Почти вся остающаяся нефть найдена на далеком севере Альберты в Среднем меловом периоде (115 миллионов лет) залежи сланца ила песка, над которыми лежат густые сланцы, хотя большие количества необработанной нефти легче, чем битум найдены в Поясе Необработанной нефти вдоль границы Альберты-Саскачевана, простирающейся в Саскачеван и приближающейся к границе Монтаны.

ISSN 3030-3907

Обратите внимание на то, что, хотя смежный с Альбертой, у Саскачевана нет крупных залежей битума, только большие водохранилища необработанной нефти> 10°API.

Самая большая канадская залежь нефтяных песков, нефтяные пески Атабаски находятся в Формировании Макмеррея, сосредоточенном на городе Форт-МакМюррей, Альберте. Это обнажения на поверхности (нулевая глубина похорон) о севере Форт-МакМюррея, где огромные шахты нефтяных песков были установлены, но являются глубоким юго-востоком Форт-МакМюррея. Только 3% области нефтяных песков, содержащей приблизительно 20% извлекаемой нефти, могут быть произведены поверхностной горной промышленностью, таким образом, остающиеся 80% должны будут быть произведены, используя скважины на месте. Другие канадские депозиты между глубоким и потребуют производства на месте.

У Восточного венесуэльского Бассейна есть структура, подобная WCSB, но в более коротком масштабе. Расстояние нефть мигрировала-падение от Сьерра горного фронта Оринтэйл до нефтяных песков Ориноко, где это зажимает против магматических пород Щита Гайаны, только о. Гидродинамические условия нефтяного транспорта были подобны, материнские породы, похороненные глубоко повышением гор Горной цепи Оринтэйл, произвели легкую нефть, которая переместила-падение к югу, пока это постепенно не останавливалось увеличением вязкости, вызванным biodgradation около поверхности. Депозиты Ориноко - рано Третичныепоследовательности сланца ила песка (на 50 - 60 миллионов лет), над которыми лежат непрерывные густые сланцы, во многом как канадские депозиты.

В Венесуэле существует диапазон нефтяных песков Пояса Ориноко от глубокого и никаких поверхностных обнажений. Депозит о длинном востоке на запад и широком севере на юг, намного меньше, чем объединенная область, покрытая канадскими депозитами. В целом канадские депозиты найдены по намного более широкой области, имеют более широкий диапазон свойств и имеют более широкий диапазон типов водохранилища, чем венесуэльские, но геологические структуры и включенные механизмы подобны. Основные отличия - то, что нефть в песках в Венесуэле менее вязкая, чем в Канаде, позволяя часть его быть произведенной обычными методами бурения, но ни один из него не приближается к поверхности как в Канаде, означая, что ни один из него не может быть произведен, используя поверхностную горную промышленность. Канадские депозиты должны

ISSN 3030-3907

будут почти все быть произведены, добывая или используя новые нетрадиционные методы.

Есть многочисленные залежи нефтяных песков в мире, но самое большое и самое важное находятся в Канаде и Венесуэле с меньшими депозитами в Казахстане и России. Суммарный объем нетрадиционной нефти в нефтяных песках этих стран превышает запасы обычной нефти во всех других объединенных странах. Обширные залежи битума - более чем 350 миллиардов кубических метров (2,2 триллиона баррелей) нефти в месте - существуют в канадских областях Альберты и Саскачевана. Если только 30% этой нефти могли бы быть извлечены, это могло бы удовлетворить все нужды Северной Америки больше 100 лет. Эти депозиты представляют многочисленную нефть, но не дешевую нефть. Они требуют, чтобы передовая технология добыла нефть и транспортировала его в нефтеперерабатывающие заводы.

Большинство канадских нефтяных песков находится в трех крупных депозитах в северной Альберте. Они - нефтяные пески Атабаски-Wabiskawсеверной северо-восточной Альберты, Холодные депозиты Озеравосточной северо-восточной Альберты и депозиты Пис-Ривер северо-западной Альберты. Между ними они покрывают — область, более крупная, чем Англия — и содержат приблизительно сырого битума в них. Приблизительно 10% нефти в месте, или, как оценивает правительство Альберты, восстанавливаемые по текущим ценам, используя современную технологию, которая составляет 97% канадских запасов нефти и 75% полных североамериканских нефтяных запасов. Хотя депозит Атабаски - единственный в мире, у которого есть области, достаточно мелкие к моему от поверхности, все три области Альберты подходят для производства, используя методы *на месте*, такие как циклическая паровая стимуляция (CSS) и пар помог дренажу силы тяжести (SAGD).

Нефтяные пески Атабаски простираются вдоль реки Атабаски и являются самой большой естественной залежью битума в мире, содержа приблизительно 80% общего количества Альберты и единственный, подходящий для поверхностной горной промышленности. С современной нетрадиционной технологией нефтедобычи по крайней мере 10% этих депозитов, или о, как полагают, экономически восстанавливаемые, делая полные доказанные запасы Канады третьим по величине в мире, после обычной нефти Саудовской Аравии и нефтяных песков Ориноко Венесуэлы.

Нефтяные пески Атабаски более или менее сосредоточены вокруг отдаленного северного города Форт-МакМюррей. Они - безусловно самая

ISSN 3030-3907

большая залежь битума в Канаде, вероятно содержащей более чем 150 миллиардов кубических метров (900 миллиардов баррелей) нефти в месте. Битум очень вязкий и часто более плотный, чем вода (10°API или 1 000 кг/м). Нефть насыщала диапазон песков от гущи в местах, и нефтяная насыщенность в богатых нефтью зонах находится на заказе 90%-го битума в развес.

Река Атабаска прорубает сердце депозита, и следы необработанной нефти с готовностью наблюдаются как черные окраски на речных берегах. Так как части песков Атабаски достаточно мелки, чтобы быть поверхностно-добываемыми, они были самыми ранними, чтобы видеть развитие. Исторически, битум использовался местным кри и коренными народамиДолины к плащу их каноэ. Нефтяные пески Атабаски сначала привлекли внимание европейских торговцев мехом в 1719, когда Ва-па-су, торговец кри, принес образец битумных песков к посту Bay Company Гудзона на Йоркской Фабрике на Гудзоновом заливе.

В 1778 Питер Понд, торговец мехом для конкурирующей North West Company, был первым европейцем, который будет видеть депозиты Атабаски. В 1788 торговец мехом и исследователь Александр Маккензи от Hudson Bay Company, который позже обнаружил реку Маккензи и маршруты и к арктическим и к Тихоокеанским Океанам, описали нефтяные пески в мельчайших подробностях. Он сказал, «В приблизительно от вилки (рек Атабаски и Клеаруотера) некоторые битумные фонтаны, в которые полюс длинных может быть вставлен без наименьшего сопротивления. Битум находится в жидком государстве и, когда смешано с резиной, смолистое вещество, собранное с ели обыкновенной, это служит, чтобы засорить каноэ индийцев». в 1883 Г.К. Хоффман из Геологической службы Канады попытался отделить битум от нефтяного песка с использованием воды и сообщил, что это отделилось с готовностью. В 1888 Роберт Белл из Геологической службы Канады сообщил Комитету Сената, что «Доказательства... указывают на существование в долинах Атабаски и Маккензи самой обширной нефтяной области в Америке, если не мир». В 1926 Карл Кларк из университета Альберты запатентовал процесс разделения горячей воды, который был предшественником сегодняшних тепловых процессов извлечения. Однако это был 1967, прежде чем первая крупномасштабная коммерческая операция началась с открытия Большой канадской шахты Нефтяных песков Sun Oil Company Огайо.

Сегодня ее компания преемника, Suncor Energy (больше не связанный с Маслом для загара), является крупнейшей нефтяной компанией в Канаде.

ISSN 3030-3907

Кроме того, другие компании, такие как Royal Dutch Shell, ExxonMobil и различные государственные нефтяные компании развивают нефтяные пески Атабаски. В результате Канада - теперь безусловно крупнейший экспортер нефти в Соединенные Штаты.

Меньший Wabasca (или Wabiskaw) нефтяные пески лежат выше западного края нефтяных песков Атабаски и накладываются на них. Они, вероятно, содержат более чем 15 миллиардов кубических метров (90 миллиардов баррелей) нефти в месте. Депозит похоронен от глубокого и располагается от гущи. Во многих регионах богатое нефтью формирование Wabasca лежит над столь же богатым нефтью формированием Макмеррея, и в результате два накладывающихся нефтяных песка часто рассматривают как одну залежь нефтяных песков. Однако два депозита постоянны отделенный минимумом глиняного сланца и ила. Битум в Wabasca столь же очень вязкий как это в Атабаске, но находится слишком глубоко, чтобы быть добытым поверхностью, таким образом, производственные методы на месте должны использоваться, чтобы произвести сырой битум.

ВЫВОДЫ

Нефтяные пески представляют собой важный альтернативный источник углеводородного сырья, особенно в условиях сокращения запасов традиционной нефти. Они состоят из смеси песка, воды, глины и битума, извлечение которого требует применения сложных и энергоёмких технологий. Несмотря на высокую себестоимость добычи, развитие инновационных методов переработки и совершенствование оборудования делают освоение нефтяных песков всё более экономически целесообразным.В то же время разработка нефтяных песков сопровождается серьёзными экологическими проблемами, включая нарушение ландшафтов, значительное потребление воды и выбросы парниковых газов. Поэтому в современных условиях особое внимание уделяется внедрению экологически безопасных технологий, рекультивации территорий и снижению негативного воздействия на окружающую среду. Таким образом, нефтяные пески могут рассматриваться как перспективный, но требующий ответственного и научно обоснованного подхода источник энергетических ресурсов.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. ТУРСУНОВ, Б., & ТАШПУЛАТОВ, Д. (2018). ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБОГАЩЕНИЯ РУД В КАРЬЕРЕ КАЛЬМАКИР. In Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений (pp. 165-168).

ISSN 3030-3907

2. Турсунов, Б. Ж., Ботиров, Т. В., Ташпулатов, Д. К., & Хайруллаев, Б. И. (2018). ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОЦЕССА РУДООТДЕЛЕНИЯ В КАРЬЕРЕ МУРУНТАУ. In Инновационные геотехнологии при разработке рудных и нерудных месторождений (pp. 160-164).
3. Турсунов, Б. Ж. (2021). АНАЛИЗ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.Scientific progress, 2(4), 669-674.
4. Bakhodir, T., Bakhtiyor, G., & Makhfuza, O. (2021). Oil sludge and their impact on the environment. Universum: технические науки, (6-5 (87)), 69-71.
5. Турсунов, Б. Ж., & Шомуродов, А. Ю. (2021). Перспективный метод утилизации отходов нефтеперерабатывающей промышленности. TA'LIM VA RIVOJLANISH TAHLILI ONLAYN ILMIY JURNALI, 1(6), 239-243.
6. Турсунов, Б. Д., & Суннатов, Ж. Б. (2017). Совершенствование технологии вторичного дробления безвзрывным методом. Молодой ученый, (13), 97-100.
7. Турсунов, Б. Ж., & Алланазаров, Г. О. (2019). Перспективные технологии производства по улучшению качества бензина. Теория и практика современной науки, (3 (45)), 305-308.
8. Junaydullayevich, T. B., & Zamirovich, A. B. (2023). QUALITATIVE CHARACTERISTICS OF A FUEL BRIQUETTE OBTAINED BASED ON LICORICE ROOT AND A BINDING MIXTURE. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, (11-12), 63-68.
9. Junaydullaevich, T. B. (2025). NEFTNI QAYTA ISHLASHDA XOSIL BO ‘LADIGAN CHIQINDILARNI ILG ‘OR TEXNOLOGIYALAR ORQALI UTILIZATSIYA QILISH. ИКРО журнал, 15(01), 571-576.
10. Tursunov, B. J., Botirov, T. V., Tashpulatov, D. K., & Khairullaev, B. I. (2018). PERSPECTIVE PRIMENENIYA OPTIMAL PROCESS RUDOOTDELENIYA V KARERE MURUNTAU. Innovative geotechnologies pri razrabotke rudnykh i non-rudnykh mestorojdenii, 160-164.

ISSN 3030-3907

RADON MONITORING TIZIMLARIDA METROLOGIK IZCHILLIK VA UNING O‘LCHASH ISHONCHLILIGINI TA’MINLASHDAGI ROLI

Ismoilov M.T.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Mahmudov G.B.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Sayfulin R.R.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Raxmatov D.I.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Qalandarov A.F.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Annotatsiya. Metrologik izchillik radon monitoringi natijalarining ishonchliligi, aniqligi va o‘zaro taqqoslanishini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Radonning inson salomatligiga, xususan o‘pka saratoni rivojlanishiga salbiy ta’siri radon kontsentratsiyasini aniq o‘lchash zaruratini yuzaga keltiradi. Ushbu maqolada radon monitoring tizimlarida metrologik izchillik tushunchasi tahlil qilinib, uning o‘lchash ishonchliligiga ta’siri baholanadi. Tadqiqot kalibrlash zanjirlari, sifatni ta’minlash mexanizmlari va xalqaro me’yoriy hujjatlar tahliliga asoslangan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, puxta tashkil etilgan metrologik izchillik tizimi o‘lchash noaniqligini kamaytiradi va radon monitoringi natijalarining ishonchliligini oshiradi. Olingan xulosalar milliy radon monitoring tizimlarini takomillashtirish va radiatsion xavfsizlikni ta’minlashda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar. Radon monitoringi, metrologik izchillik, o‘lchash ishonchliligi, kalibrlash zanjiri, sifatni ta’minlash.

Аннотация. Метрологическая прослеживаемость является ключевым фактором обеспечения достоверности, точности и сопоставимости результатов радонового мониторинга. Негативное влияние радона на здоровье человека, в частности его роль в развитии рака лёгких, обусловливает необходимость точного измерения концентрации радона. В данной статье рассматривается роль метрологической прослеживаемости в системах радонового мониторинга и оценивается её влияние на надёжность измерений. Исследование основано на анализе калибровочных цепей, механизмов обеспечения качества и международных нормативных документов. Результаты показывают, что хорошо организованная система метрологической прослеживаемости позволяет снизить неопределённость измерений и повысить надёжность данных радонового мониторинга. Полученные выводы могут быть использованы при совершенствовании

ISSN 3030-3907

национальных систем мониторинга радона и обеспечении радиационной безопасности.

Ключевые слова. Радоновый мониторинг, метрологическая прослеживаемость, надёжность измерений, калибровочная цепь, обеспечение качества.

Annotation. Metrological traceability is a fundamental requirement for ensuring the reliability, accuracy, and comparability of radon monitoring results. The adverse impact of radon on human health, particularly its contribution to lung cancer risk, necessitates precise measurement of radon concentration. This paper analyzes the role of metrological traceability in radon monitoring systems and evaluates its influence on measurement reliability. The study is based on the analysis of calibration chains, quality assurance mechanisms, and international regulatory frameworks. The results demonstrate that a well-established metrological traceability system significantly reduces measurement uncertainty and enhances the reliability of radon monitoring data. The findings provide practical guidance for improving national radon monitoring systems and strengthening radiation protection measures.

Keywords. Radon monitoring, metrological traceability, measurement reliability, calibration chain, quality assurance.

KIRISH.

Radon — yer qobig‘ida tabiiy ravishda mavjud bo‘lgan uran va radiy izotoplarining parchalanishi natijasida hosil bo‘ladigan radioaktiv gazdir. U rangsiz, hidsiz va ta’msiz bo‘lib, bino ichki muhitida to‘planish xususiyatiga ega. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti va boshqa xalqaro tashkilotlar tadqiqotlariga ko‘ra, radon chekishdan keyin o‘pka saratonining eng asosiy sabablaridan biri hisoblanadi. Shu sababli, radon kontsentratsiyasini aniqlash va monitoring qilish radiatsion xavfsizlik hamda jamoat salomatligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Radon monitoringi natijalarining ishonchliligi, aniqligi va taqqoslanishi bevosita o‘lchash jarayonlarining metrologik ta’minotiga bog‘liq. Xususan, o‘lchash natijalarining metrologik izchilligi (traceability) ularning milliy yoki xalqaro etalonlarga uzluksiz va hujjatlashtirilgan kalibrlash zanjiri orqali bog‘langanligini anglatadi. Metrologik izchillik mavjud bo‘lmagan holatlarda turli hududlar, laboratoriyalar yoki o‘lchash tizimlari tomonidan olingan radon ma’lumotlarini solishtirish qiyinlashadi, bu esa xavfni baholash va boshqarish jarayonlarida xatolarga olib kelishi mumkin.

So‘nggi yillarda ko‘plab mamlakatlarda milliy radon monitoring dasturlari ishlab chiqilib, radon bilan bog‘liq xavflarni kamaytirishga qaratilgan chora-

ISSN 3030-3907

tadbirlar amalga oshirilmoqda. Ushbu dasturlarning samaradorligi radon o‘lchashlarining ishonchliligi va izchilligiga bevosita bog‘liq bo‘lib, bu esa metrologik infratuzilmani mustahkamlash zaruratini yuzaga keltiradi. Ayniqsa, radon kalibrlash kameralari, etalon o‘lchash vositalari va akkreditatsiyalangan laboratoriyalar ushbu tizimning muhim tarkibiy qismlari hisoblanadi.

Shuningdek, zamonaviy radon monitoringida past narxli sensorlar, avtomatlashtirilgan tizimlar va fuqarolik fanlari asosidagi yondashuvlarning kengayib borayotgani kuzatilmoqda. Bu holat monitoring qamrovini kengaytirishga xizmat qilsa-da, o‘lchash natijalarining metrologik izchilligini ta’minlash masalasini yanada dolzarb etadi. Turli texnologiyalar asosida olingan ma’lumotlarni yagona ishonchli tizimga integratsiya qilish faqat puxta tashkil etilgan metrologik izchillik orqali amalga oshirilishi mumkin.

Mazkur maqolaning maqsadi radon monitoring tizimlarida metrologik izchillik tushunchasini tahlil qilish va uning o‘lchash ishonchliligiga ta’sirini baholashdan iborat. Tadqiqot doirasida kalibrlash zanjirlari, sifatni ta’minlash mexanizmlari va xalqaro amaliyotlar ko‘rib chiqilib, milliy radon monitoring tizimlarini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy va amaliy xulosalar ishlab chiqiladi.

ADABIYOTLAR SHARHI. So‘nggi yillarda radon monitoringi va uning metrologik ta’minoti masalalari bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar sezilarli darajada kengaydi. Radonning inson salomatligiga, xususan o‘pka saratoni rivojlanishiga salbiy ta’siri aniqlangach, radon kontsentratsiyasini aniq va ishonchli o‘lchash masalasi xalqaro miqyosda dolzarb ilmiy muammoga aylandi. Tadqiqotlarning aksariyatida radon o‘lchash natijalarining ishonchliligi kalibrlash jarayonlari va metrologik izchillik darajasi bilan chambarchas bog‘liqligi ta’kidlanadi [1-3].

Bir qator ilmiy ishlarda radon o‘lchash asboblarini kalibrlash uchun qo‘llaniladigan radon kalibrlash kameralari va etalon tizimlarining roli keng yoritilgan. Ushbu tadqiqotlar radon kalibrlash kameralari nazorat qilinadigan va qayta takrorlanadigan radon muhitini yaratishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shuningdek, kalibrlash kameralari konstruktsiyasi, hajmi va muhit parametrlarini boshqarish imkoniyatlari o‘lchash noaniqligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan [4-5].

Radon o‘lchashlarida metrologik izchillik masalasi ko‘plab xalqaro standart va me’yoriy hujjatlarda o‘z aksini topgan. Jumladan, ISO 11665 standarti radon va uning parchalanish mahsulotlarini o‘lchash bo‘yicha umumiy talablar va metodlarni belgilab beradi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) tomonidan ishlab chiqilgan tavsiyalar radon monitoringi natijalarining ishonchliligini ta’minlashda metrologik yondashuvlarning ahamiyatini alohida ta’kidlaydi. Ushbu

ISSN 3030-3907

hujjatlarda o‘lchash natijalarining taqqoslanishi va ishonchliligi uchun izchil kalibrlash zanjirlarini yaratish zarurligi qayd etilgan [6-8].

Xalqaro tajribada laboratoriyalararo solishtirishlar va qiyoslash sinovlari radon o‘lchashlarining metrologik sifatini baholashning muhim vositasi sifatida qaraladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bunday solishtirishlarda muntazam ishtirok etuvchi laboratoriyalar o‘lchash natijalarida kamroq og‘ish va pastroq noaniqlikka erishadi. Bu holat sifatni ta’minlash tizimlari va izchillik zanjirlarining samaradorligini tasdiqlaydi.

Shuningdek, ayrim ilmiy ishlarda radon monitoringida past narxli sensorlar va avtomatlashtirilgan o‘lchash tizimlaridan foydalanish istiqbollari ko‘rib chiqilgan. Mazkur yondashuvlar monitoring qamrovini kengaytirish imkonini bersa-da, ularning metrologik izchilligi va ishonchliligi masalasi hali to‘liq hal etilmagan. Shu sababli, ko‘plab mualliflar bunday texnologiyalarni an’anaviy etalon va kalibrlash tizimlari bilan uyg‘unlashtirish zarurligini ta’kidlaydilar [9-10].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mavjud tadqiqotlarning aksariyati radon o‘lchash asboblari, kalibrlash usullari yoki muhit parametrlarining alohida jihatlariga qaratilgan. Biroq, metrologik izchillikni milliy radon monitoring tizimlari darajasida kompleks baholashga bag‘ishlangan ishlar yetarli emas. Ayniqsa, xalqaro standartlar, kalibrlash infratuzilmasi va sifatni ta’minlash mexanizmlarining o‘zaro uyg‘unlashuvi masalasi chuqur tadqiq etilmagan [11-12].

Shu bois, mazkur tadqiqot radon monitoring tizimlarida metrologik izchillik masalasini tizimli ravishda tahlil qilishga qaratilgan bo‘lib, mavjud ilmiy bo‘shliqni to‘ldirish va o‘lchash ishonchliligini oshirishga xizmat qiluvchi ilmiy xulosalar ishlab chiqishni maqsad qiladi [13].

1-jadval.

Radon monitoringi bo‘yicha adabiyotlar sharhining umumiy tahlili

Manba	**Yo‘nalish**	**Asosiy xulosa**
WHO	Radon va sog‘liq	Radon o‘lchashlarining ishonchliligi sog‘liqni muhofaza qilishda muhim
ISO 11665	O‘lchash va kalibrlash	Metrologik izchillik o‘lchash natijalarining taqqoslanishini ta’minlaydi
Ilmiy maqolalar	Kalibrlash kameralari	Kamera turi va sharoitlari o‘lchash aniqligiga ta’sir qiladi
Laboratoriyalararo sinovlar	Sifatni ta’minlash	Izchil kalibrlash noaniqlikni kamaytiradi

ISSN 3030-3907

Zamonaviy tadqiqotlar	Arzon sensorlar	Qamrov kengayadi, ammo izchillik muammolari mavjud

METODOLOGIYA Mazkur tadqiqot radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlash masalasini tahlil qilishga qaratilgan bo‘lib, sifat va miqdoriy yondashuvlarni birlashtirgan kompleks metodologiyaga asoslanadi. Tadqiqotning metodologik asosi xalqaro metrologik amaliyotlar, standartlar va sifatni ta’minlash tamoyillariga muvofiq ishlab chiqildi.

Tadqiqot jarayonida radon o‘lchash tizimlarining metrologik izchilligi quyidagi asosiy bosqichlar orqali baholandi: o‘lchash vositalarini kalibrlash zanjirini tahlil qilish, sifatni ta’minlash mexanizmlarini o‘rganish va o‘lchash natijalarining barqarorligini baholash. Bunda milliy va xalqaro darajada qo‘llaniladigan kalibrlash kameralari, etalon o‘lchash vositalari hamda laboratoriya amaliyotlari tahlil qilindi.

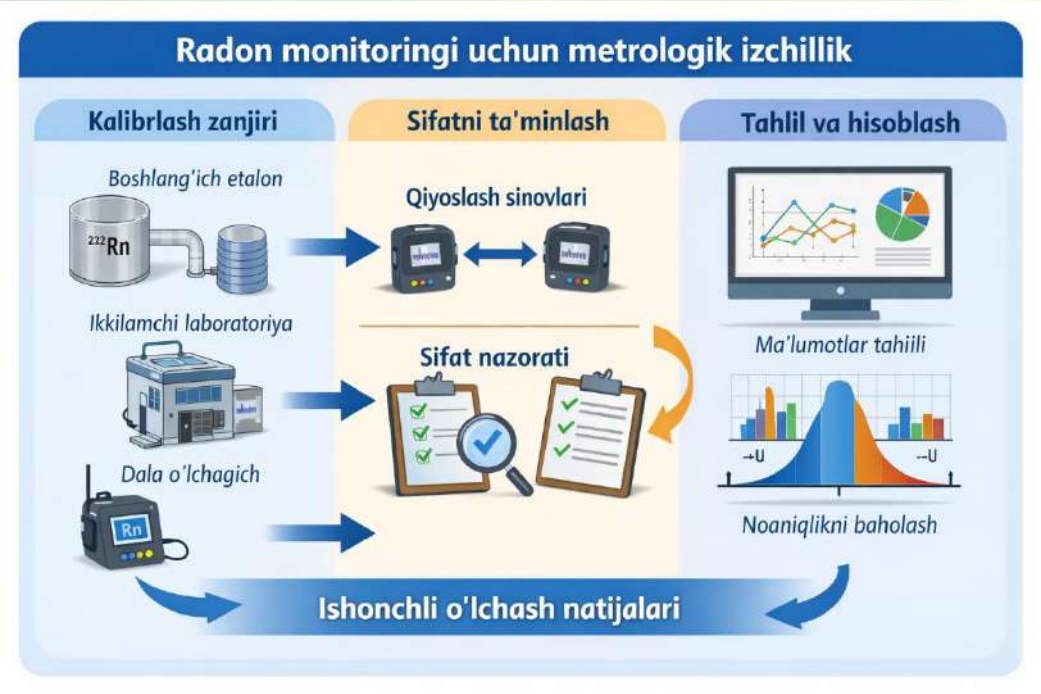
Radon monitoringida keng qo‘llaniladigan faol va passiv o‘lchash vositalari tadqiqot obyekti sifatida tanlandi. Ushbu asboblarning kalibrlanish holati va izchillik darajasi mavjud me’yoriy hujjatlar asosida baholandi. Kalibrlash jarayonlari hujjatlashtirilgan va takrorlanuvchan bo‘lishi uchun nazorat qilinadigan sharoitlarda amalga oshirildi [2, 14-15].

O‘lchash natijalarining ishonchliligini baholashda statistik tahlil usullaridan foydalanildi. Xususan, o‘rtacha qiymat, standart og‘ish va nisbiy noaniqlik kabi ko‘rsatkichlar asosida o‘lchashlarning takrorlanishi va barqarorligi aniqlanib, turli sharoitlarda olingan natijalar o‘zaro taqqoslandi. Ushbu yondashuv o‘lchash natijalarining metrologik sifatini miqdoriy baholash imkonini berdi.

Shuningdek, atrof-muhit omillarining ta’sirini aniqlash maqsadida harorat, nisbiy namlik va atmosfera bosimi kabi parametrlar monitoring qilindi. Ushbu omillarning o‘zgarishi o‘lchash natijalaridagi og‘ishlar bilan solishtirilib, ularning metrologik izchillikka ta’siri baholandi. Barcha o‘lchashlar xalqaro tavsiyalarda belgilangan diapazonlar doirasida olib borildi.

Tadqiqot natijalarini umumlashtirishda qiyosiy tahlil usuli qo‘llanilib, turli metrologik yondashuvlar va amaliyotlarning afzalliklari hamda cheklovlari aniqlandi. Mazkur metodologik yondashuv radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni mustahkamlash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun ishonchli ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi [5, 16-17].

ISSN 3030-3907

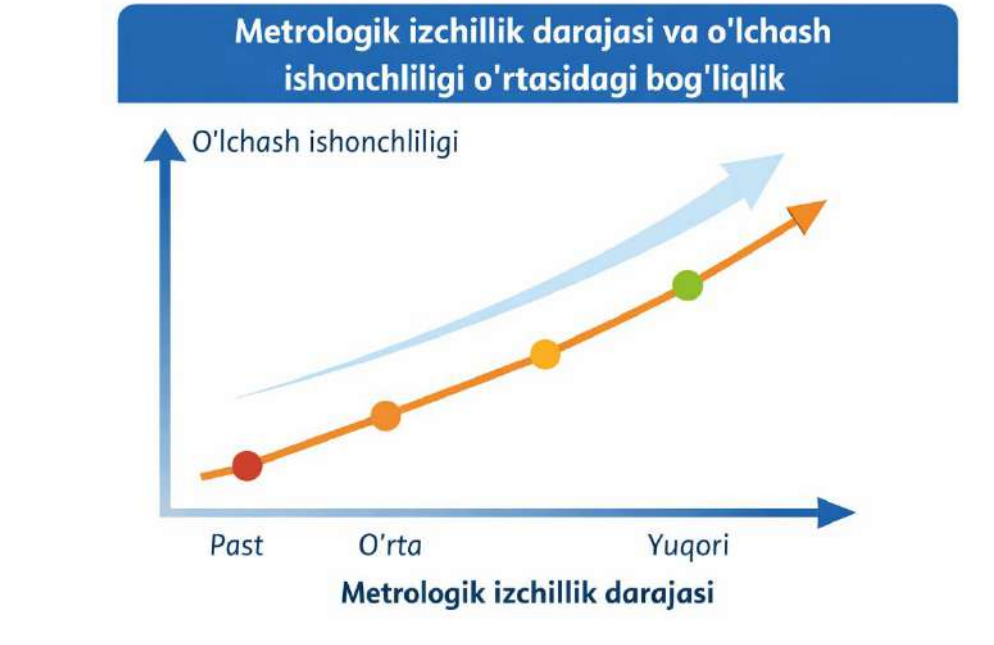


1-rasm. Radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlashning umumiy sxemasi

NATIJALAR. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlash o‘lchash ishonchliligi va barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. O‘lchash jarayonlari turli sharoitlarda va bir nechta takroriy sikllar asosida amalga oshirilib, olingan natijalar statistik jihatdan tahlil qilindi.

1-rasmda radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlashning umumiy sxemasi keltirilgan bo‘lib, unda etalonlardan boshlab amaliy o‘lchash vositalarigacha bo‘lgan kalibrlash zanjiri aks ettirilgan. Ushbu sxema metrologik izchillikning barcha bo‘g‘inlari o‘zaro uzviy bog‘langanligini va har bir bosqich o‘lchash natijalarining yakuniy aniqligiga ta’sir ko‘rsatishini yaqqol namoyon etadi.

ISSN 3030-3907

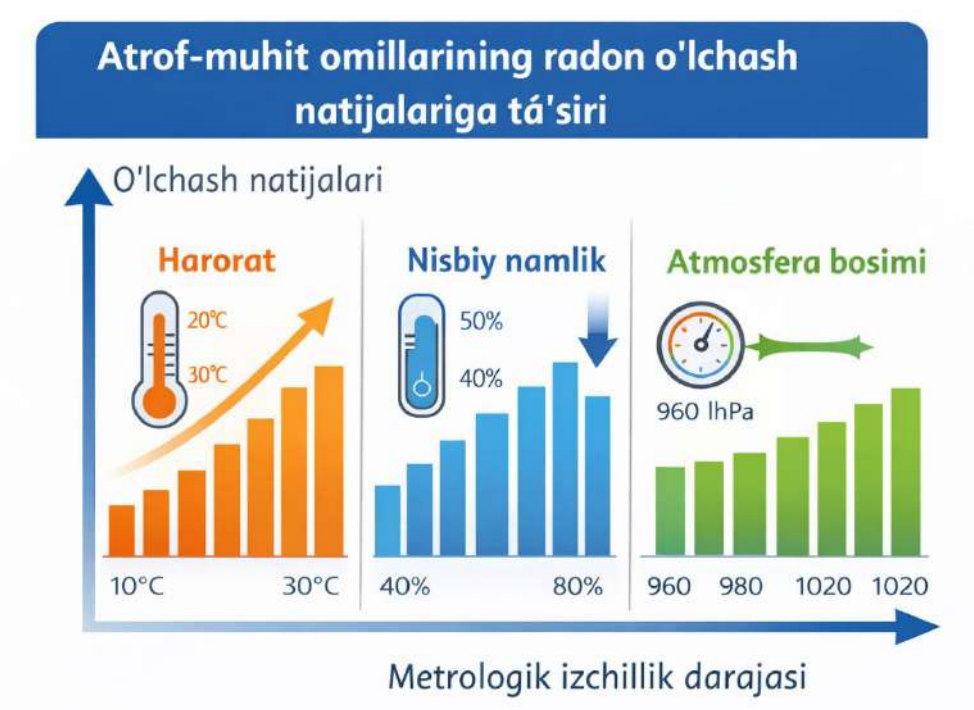


2-rasm. Metrologik izchillik darajasi va o‘lchash ishonchliligi o‘rtasidagi bog‘liqlik

O‘lchash barqarorligi bo‘yicha olingan natijalar 2-rasmda grafik ko‘rinishda taqdim etilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, metrologik izchillik darajasi oshgani sari o‘lchash ishonchliligi ham ortib boradi. Ayniqsa, kalibrlash zanjiri to‘liq hujjatlashtirilgan va standartlarga mos tashkil etilgan tizimlarda o‘lchash natijalari eng yuqori barqarorlikka ega ekanligi kuzatildi. Bu holat metrologik izchillikning o‘lchash takrorlanishi va aniqligini oshirishdagi muhim rolini tasdiqlaydi.

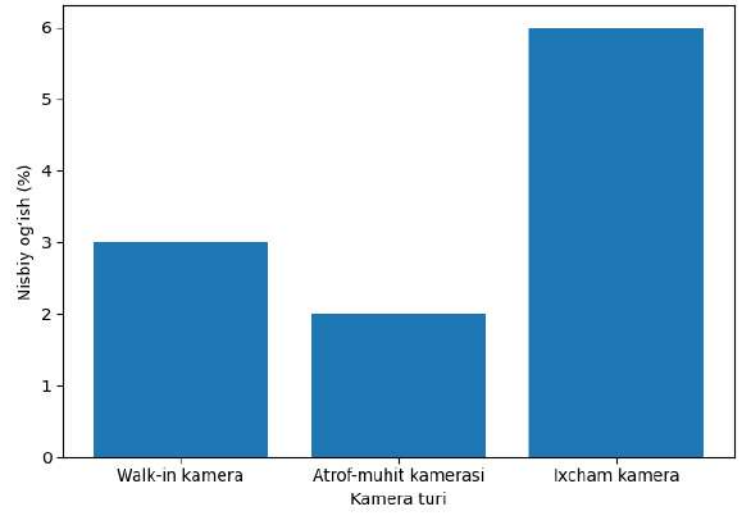
Atrof-muhit omillarining ta’siri 3-rasmda keltirilgan grafik orqali baholandi. Natijalarga ko‘ra, harorat va nisbiy namlik o‘zgarishlari radon o‘lchash natijalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Haroratning belgilangan diapazonda barqaror saqlanishi detektor sezgirligidagi siljishlarni kamaytirgan bo‘lsa, nisbiy namlikning nazorat qilinishi passiv detektorlar javobidagi o‘zgaruvchanlikni sezilarli darajada pasaytirdi. Atmosfera bosimi ta’siri nisbatan kichik bo‘lsa-da, ixcham o‘lchash tizimlarida u ham hisobga olinishi zarurligi aniqlandi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Atrof-muhit omillarining (harorat, nisbiy namlik va atmosfera bosimi) radon o‘lchash natijalariga ta’siri

Radon monitoring tizimlarida qo‘llaniladigan turli texnik yechimlarning taqqoslanishi 4-rasmda keltirilgan. Grafik natijalari shuni ko‘rsatadiki, ilg‘or metrologik ta’minotga ega tizimlarda o‘lchash og‘ishlari minimal qiymatlarga ega bo‘lib, nisbiy noaniqlik past darajada saqlanadi. Aksincha, metrologik izchillik yetarli darajada ta’minlanmagan tizimlarda o‘lchash og‘ishlari yuqoriroq bo‘lib, natijalarning taqqoslanishi qiyinlashadi.



4-rasm. Radon kalibrlash kamerasi turlariga qarab o‘lchash natijalarining nisbiy og‘ishi

Umuman olganda, grafik va rasm ko‘rinishida olingan natijalar radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlash o‘lchash ishonchliligi va barqarorligini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi. Ushbu natijalar milliy radon

ISSN 3030-3907

monitoring tizimlarini takomillashtirish va sifatli radiatsion nazoratni ta’minlash uchun muhim ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

MUHOKAMA. Mazkur tadqiqot natijalari radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlash o‘lchash ishonchliligi va barqarorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Olingan grafik va rasm natijalari metrologik izchillik darajasi oshgani sari o‘lchash natijalarining takrorlanishi va aniqligi sezilarli darajada yaxshilanishini tasdiqlaydi. Bu holat radon monitoringi bo‘yicha ilgari e’lon qilingan tadqiqotlar xulosalari bilan mos keladi.

2-rasmda keltirilgan bog‘liqlik tahlili metrologik izchillik va o‘lchash ishonchliligi o‘rtasida musbat korrelyatsiya mavjudligini ko‘rsatdi. Kalibrlash zanjiri to‘liq va hujjatlashtirilgan tizimlarda o‘lchash natijalari eng yuqori barqarorlikka ega bo‘ldi. Bu esa milliy va xalqaro darajada etalonlar bilan uzluksiz bog‘lanish o‘lchash noaniqligini kamaytirishda muhim omil ekanligini tasdiqlaydi.

Atrof-muhit omillarining ta’siri bo‘yicha olingan natijalar (3-rasm) harorat va nisbiy namlik radon o‘lchash jarayonida eng sezilarli ta’sirga ega ekanligini ko‘rsatdi. Ushbu omillar yetarli darajada nazorat qilinmagan holatlarda o‘lchash natijalarida tizimli og‘ishlar yuzaga kelishi mumkin. Atmosfera bosimining ta’siri nisbatan kichik bo‘lsa-da, ayniqsa ixcham o‘lchash tizimlarida uni e’tibordan chetda qoldirmaslik lozimligi aniqlandi.

4-rasmda taqdim etilgan natijalar radon kalibrlash kameralarining konstruktiv xususiyatlari o‘lchash og‘ishlariga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatdi. Katta hajmli walk-in kameralar va muhitni nazorat qiluvchi kameralarda o‘lchash natijalari nisbatan barqaror bo‘lgan bo‘lsa, ixcham kameralarda nisbiy og‘ishlar yuqoriroq qiymatlarga ega bo‘ldi. Bu holat kamera hajmi va muhitni boshqarish imkoniyatlari o‘lchash ishonchliligini belgilovchi asosiy omillar ekanligini ko‘rsatadi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlash faqatgina kalibrlash bosqichi bilan cheklanib qolmasligi kerak. Atrof-muhit parametrlarini doimiy monitoring qilish, sifatni ta’minlash mexanizmlarini joriy etish va o‘lchash natijalarini hujjatlashtirish ham umumiy tizimning ajralmas qismi hisoblanadi. Ushbu yondashuv o‘lchash natijalarining uzoq muddatli taqqoslanishini ta’minlashga xizmat qiladi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni kuchaytirish orqali o‘lchash ishonchliligini sezilarli darajada oshirish mumkinligini ko‘rsatdi. Mazkur xulosalar kalibrlash laboratoriyalari va radon monitoringi bilan shug‘ullanuvchi tashkilotlar uchun amaliy ahamiyatga ega

ISSN 3030-3907

bo‘lib, zamonaviy radiatsion xavfsizlik tizimlarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

XULOSA. Mazkur tadqiqot radon monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlash o‘lchash ishonchliligi va barqarorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini tasdiqladi. O‘tkazilgan tahlillar natijasida radon o‘lchash jarayonlarida izchil kalibrlash zanjiriga ega bo‘lgan tizimlar yuqori aniqlik va takrorlanish bilan ajralib turishi aniqlandi. Bu holat radon monitoringi natijalarining uzoq muddatli taqqoslanishini va ularning amaliy ahamiyatini oshiradi.

Tadqiqot davomida olingan grafik va rasm natijalari metrologik izchillik darajasi oshgani sari o‘lchash ishonchliligi ham ortib borishini ko‘rsatdi. Ayniqsa, kalibrlash kameralari va etalon o‘lchash vositalari bilan uzviy bog‘langan monitoring tizimlarida o‘lchash og‘ishlari minimal darajaga tushishi kuzatildi. Atrof-muhit omillarining nazorat qilinishi, xususan harorat va nisbiy namlikning barqaror saqlanishi, o‘lchash natijalaridagi tizimli xatolarni kamaytirishda muhim rol o‘ynaydi.

Radon kalibrlash kameralarining turli turlarini taqqoslash shuni ko‘rsatdiki, katta hajmli va muhitni boshqarish imkoniyatlari keng bo‘lgan kameralarda o‘lchash natijalari nisbatan barqaror bo‘ladi. Ixcham kameralarda esa konstruktiv va ekspluatatsion cheklovlar sababli o‘lchash noaniqligi yuqoriroq bo‘lishi mumkin. Bu holat kalibrlash tizimini tanlashda texnik imkoniyatlar va qo‘llanilish sohasini hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi.

Mazkur tadqiqot natijalari milliy radon monitoring tizimlarini takomillashtirish uchun muhim ilmiy-amaliy tavsiyalar beradi. Xususan, metrologik izchillikni ta’minlovchi infratuzilmani rivojlantirish, akkreditatsiyalangan kalibrlash laboratoriyalari faoliyatini kengaytirish hamda sifatni ta’minlash tizimlarini joriy etish o‘lchash ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

Kelgusidagi tadqiqotlar radon monitoringida qo‘llaniladigan yangi detektor texnologiyalari, uzoq muddatli kuzatuv sharoitlari va avtomatlashtirilgan monitoring tizimlarida metrologik izchillikni ta’minlash masalalariga qaratilishi maqsadga muvofiqdir. Bu esa radiatsion xavfsizlikni yanada kuchaytirish va radon bilan bog‘liq xavflarni samarali boshqarishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. World Health Organization. (2009). *WHO handbook on indoor radon: A public health perspective*. WHO Press.
2. Bochicchio, F. (2017). Radon epidemiology and health effects. *Radiation Protection Dosimetry*, 177(1–2), 1–8.

ISSN 3030-3907

3. Nazaroff, W. W., & Nero, A. V. (2009). *Radon and its decay products in indoor air*. Wiley.
4. International Organization for Standardization. (2019). *ISO 11665: Measurement of radioactivity in the environment — Air: Radon-222*. ISO.
5. International Bureau of Weights and Measures. (2012). *International vocabulary of metrology (VIM)*. BIPM.
6. European Commission. (2014). *EU Basic Safety Standards Directive*.
7. Federal Office for Radiation Protection (BfS). (2020). *Radon calibration and measurement quality assurance*.
8. Bochicchio, F., et al. (2018). Intercomparison exercises in radon metrology. *Radiation Measurements*, 116, 1–7.
9. Miles, J. C. H. (2016). Calibration and traceability in radon measurements. *Journal of Radiological Protection*, 36(2), 1–15.
10. EMPIR. (2021). *traceRadon: New metrology for radon at the environmental level*.
11. ISO/IEC. (2017). *ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
12. Bochicchio, F., & Tommasino, L. (2015). Quality assurance in radon monitoring. *Radiation Protection Dosimetry*, 167(1–3), 1–6.
13. Jumaev O. et al. Enhancing abrasion resistance testing for linoleum and rubber products: A proposal for improved device operation //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 525. – С. 05012.
14. Raxmatov D., Qalandarov A. The importance of metrology and measurements in the application of drip irrigation in horticulture //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 390. – С. 04027.
15. Уринов Ш. Р. и др. Прогнозирование устойчивости бортов карьера с учетом временного фактора //Journal of Advances in Engineering Technology Vol. – 2021. – Т. 1. – №. 3.
16. Jumaev O. A. et al. Microcontroller device for increasing the accuracy of PID regulators //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2023. – Т. 2872. – №. 1. – С. 120051.
17. Ботиров Т. В. и др. Разработка программного обеспечения системы нечеткого управления для биореактора //WORLD OF SCIENCE. – 2023. – С. 18-20.

ISSN 3030-3907

RADON KALIBRLASH KAMERALARINING ISHLASH TARTIBLARI VA ULARNING O‘LCHASH BARQARORLIGIGA TA’SIRINI TAHLIL QILISH

Jumayev O.A.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Ismoilov M.T.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Mahmudov G.B.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Sayfulin R.R.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Raxmatov D.I.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Qalandarov A.F.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Annotatsiya. Atrof-muhitni nazorat qilish, radiatsiyadan himoyalanish va aholi salomatligini saqlash maqsadida foydalaniladigan radon o‘lchov asboblarining aniqligini va ishonchliligini ta’minlashda radon kalibrlash kameralari hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bu kameralarning ishlash tartiblari, shuningdek, atrof-muhit va texnik ko‘rsatkichlar o‘lchash barqarorligiga va umuman metrologik ishonchlilikka sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu tadqiqot radon kalibrlash kameralarining ishlash tartiblarini tahlil qilish va ularning nazorat qilinadigan sharoitlarda radon o‘lchovlari barqarorligiga ta’sirini baholashni maqsad qilgan. Tadqiqot aralash usullar yondashuviga asoslanadi. Bu yondashuv kalibrlash kameralari tuzilishining sifat jihatidan tahlilini harorat, namlik va havo bosimi kabi turli atrof-muhit ko‘rsatkichlari sharoitida o‘lchash barqarorligini miqdoriy baholash bilan uyg‘unlashtiradi. Detektorning ishlashiga va o‘lchash noaniqligiga ta’sir etuvchi asosiy omillarni aniqlash maqsadida turli xil radon kalibrlash kameralari va ularning ishlash tartiblari o‘rganib chiqildi.

Kalit so‘zlar. Radon kalibrlash kamerasi, o‘lchash barqarorligi, ish rejimlari, atrof-muhitni nazorat qilish, detektorni kalibrlash, metrologik ishonchlilik

Аннотация. Камеры калибровки радона имеют решающее значение для обеспечения точности и надежности измерительных приборов радона, используемых для контроля окружающей среды, радиационной защиты и охраны здоровья населения. Режимы работы этих камер, а также параметры окружающей среды и технические характеристики оказывают существенное влияние на стабильность измерений и метрологическую надежность в целом. Данное исследование направлено на анализ режимов работы камер

ISSN 3030-3907

калибровки радона и оценку их влияния на стабильность измерений радона в контролируемых условиях. Исследование основано на подходе комбинированных методов. Этот подход сочетает качественный анализ конструкции калибровочных камер с количественной оценкой устойчивости измерений в условиях различных параметров окружающей среды, таких как температура, влажность и давление воздуха. С целью определения основных факторов, влияющих на работу детектора и погрешность измерений, были изучены различные калибровочные камеры для радона и режимы их функционирования.

Ключевые слова. Радоновая калибровочная камера, стабильность измерений, режимы работы, контроль окружающей среды, калибровка детектора, метрологическая надежность

Annotation. Radon calibration chambers play a crucial role in ensuring the accuracy and reliability of radon measurement instruments used in environmental monitoring, radiation safety, and public health protection. The operational modes of these chambers, along with environmental and technical parameters, significantly influence measurement stability and overall metrological reliability. This study aims to analyze the operational modes of radon calibration chambers and to assess their impact on the stability of radon measurements under controlled conditions. The research is based on a mixed-methods approach that combines qualitative analysis of calibration chamber designs with quantitative evaluation of measurement stability under varying environmental parameters, including temperature, humidity, and air pressure. Different types of radon calibration chambers and operational regimes were examined to identify key factors affecting detector performance and measurement uncertainty.

Keywords. Radon calibration chamber, measurement stability, operational modes, environmental control, detector calibration, metrological reliability

KIRISH.

Radon — tabiiy ravishda hosil bo‘ladigan radioaktiv gaz bo‘lib, inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug‘diradi; xususan, u chekishdan keyin o‘pka saratonining asosiy sabablaridan biri hisoblanadi. Shu bois, bino ichki muhitida va atrof-muhitda radon kontsentratsiyasini aniq o‘lchash radiatsion himoya va ekologik monitoringning muhim vazifasidir. Radon o‘lchashlarining ishonchliligi asosan radon detektorlari va o‘lchash asboblarining to‘g‘ri kalibrlanishiga bog‘liq bo‘lib, bu jarayon odatda maxsus radon kalibrlash kameralarida amalga oshiriladi.

Radon kalibrlash kameralari nazorat qilinadigan va barqaror radon muhitini hosil qilish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ular radon o‘lchash qurilmalarini aniq kalibrlash, sinovdan o‘tkazish va sifat nazoratini ta’minlaydi. Ushbu kameralar

ISSN 3030-3907

hajmi, konstruksiyasi va ishlash tamoyillariga koʻra farqlanadi: katta hajmli “walk-in” tipidagi inshootlardan tortib ixcham va koʻchma tizimlargacha boʻlgan variantlar mavjud. Keng qoʻllanilishiga qaramay, kalibrlash kameralari ichida oʻlchash barqarorligini saqlash koʻplab ekologik va ekspluatatsion omillar ta’siri sababli murakkab masala boʻlib qolmoqda.

Radon kalibrlash kameralarining uzluksiz ta’sir rejimi, bosqichma-bosqich kontsentratsiya boshqaruvi va adaptiv tartibga solish kabi ish rejimlari radon kontsentratsiyasining bir xilligi va barqarorligiga bevosita ta’sir koʻrsatadi. Bundan tashqari, harorat, nisbiy namlik va atmosfera bosimi kabi muhit parametrlari detektorlarning javobiga hamda oʻlchash noaniqligiga sezilarli darajada ta’sir qilishi mumkin. Ushbu omillar yetarli darajada nazorat qilinmasa, tizimli xatolarga va kalibrlash natijalarining oʻzaro taqqoslanish qobiliyati pasayishiga olib keladi.

Oldingi tadqiqotlarda radon kalibrlash kameralarining texnik konstruksiyasi batafsil yoritilgan boʻlsa-da, ularning ish rejimlarini tizimli tahlil qilish va ushbu rejimlarning oʻlchash barqarorligiga birgalikdagi ta’siri yetarlicha oʻrganilmagan. Ayniqsa, muhitni boshqarish mexanizmlari bilan detektorlar ishlash xususiyatlari oʻrtasidagi oʻzaro bogʻliqlik chuqur tahlil qilinmagan. Bu holat kalibrlash kameralarining ishlashini metrologik nuqtayi nazardan kompleks baholash zarurligini koʻrsatadi.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi radon kalibrlash kameralarining ish rejimlarini tahlil qilish va ularning radon oʻlchashlarining barqarorligiga ta’sirini baholashdan iborat. Tadqiqot doirasida oʻlchashlarning takrorlanishi va noaniqligiga ta’sir etuvchi asosiy omillar aniqlanadi hamda ishonchli kalibrlash uchun optimal ish sharoitlari belgilab beriladi. Olingan natijalar kalibrlash amaliyotlarini takomillashtirish, oʻlchash aniqligini oshirish va radon monitoringi tizimlarining metrologik ta’minotini mustahkamlashga xizmat qilishi kutiladi.

ADABIYOTLAR SHARHI. Soʻnggi tadqiqotlarda radon kalibrlash kameralari radon oʻlchash tizimlarining metrologik ta’minotidagi asosiy elementlar ekanligi alohida ta’kidlanadi. Ularning asosiy vazifasi radon detektorlarini kalibrlash, sinovdan oʻtkazish va ishlash samaradorligini baholash uchun nazorat qilinadigan hamda qayta takrorlanadigan radon muhitini yaratishdan iborat. Avvalgi ilmiy ishlarda kalibrlash jarayonlaridagi noaniqliklar uzoq muddatli radon monitoringi natijalariga sezilarli ta’sir koʻrsatishi, buning oqibatida xavfni notoʻgʻri baholash va samarasiz kamaytirish (mitigatsiya) strategiyalariga olib kelishi mumkinligi koʻrsatilgan.

Ilmiy adabiyotlarda radon kalibrlash kameralarining turli xil turlari tavsiflangan boʻlib, ularga katta hajmli walk-in tipidagi kameralar, qattiq radon manbali kichik kameralar, miniatyura kameralar hamda muhitni nazorat qiluvchi

ISSN 3030-3907

kameralar kiradi. Katta walk-in kameralar odatda bir vaqtning o‘zida bir nechta asboblarni kalibrlash uchun qo‘llaniladi va muhit parametrlarini aniq boshqarish imkonini beradi. Aksincha, ixcham va miniatyura kameralar ko‘proq ko‘chma va dala sharoitlarida ishlatish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, hajmining kichikligi va havo oqimini boshqarishning soddaligi sababli nisbatan past barqarorlikka ega bo‘lishi mumkin.

Bir qator tadqiqotchilar muhit parametrlarining radon o‘lchash aniqligiga ta’sirini o‘rganganlar. Haroratning o‘zgarishi radonning diffuziya jarayonlariga va detektorlarning sezgirligiga ta’sir qilishi ma’lum. Nisbiy namlik esa, ayniqsa, faollashtirilgan ko‘mir va alfa-trek detektorlari kabi passiv o‘lchash vositalarining javobida muhim rol o‘ynaydi. Atmosfera bosimi o‘zgarishlari nisbatan kamroq ta’sir ko‘rsatsa-da, yetarlicha hisobga olinmasa, radon kontsentratsiyasi va detektor javobida sezilarli og‘ishlarga olib kelishi mumkin.

So‘nggi yillarda radon kalibrlash kameralarining ish rejimlariga bo‘lgan e’tibor yanada ortdi. Uzoq vaqt davomida barqaror radon kontsentratsiyasini saqlab turuvchi uzluksiz ish rejimlari detektorlarni kalibrlash va o‘zaro solishtirishda keng qo‘llaniladi. Bosqichma-bosqich va impulsli ish rejimlari esa radon darajasini boshqariladigan tarzda o‘zgartirish imkonini berib, detektor javobini tavsiflash va dinamik sinovlarda qo‘llaniladi. So‘nggi paytlarda barqarorlik va bir xillikni oshirish maqsadida qayta aloqa asosida ishlovchi va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini o‘z ichiga olgan adaptiv ish rejimlari taklif etilmoqda [1].

Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarning aksariyati alohida texnik jihatlarga e’tibor qaratib, ish rejimlari va muhitni boshqarish tizimlarining o‘lchash barqarorligiga birgalikdagi ta’sirini kompleks tarzda baholamagan [2]. Xususan, havo oqimini tartibga solish, muhit parametrlarini nazorat qilish va detektorlarning ishlash xususiyatlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik yetarli darajada o‘rganilmagan. Bu cheklovlar texnik konstruksiya va ekspluatatsion strategiyani birgalikda hisobga oluvchi integrallashgan metrologik tahlil zarurligini ko‘rsatadi [3].

1-jadval.

Radon kalibrlash kameralari turlarining qiyosiy tahlili

Kamera turi	**Hajm oralig‘i**	**Asosiy qo‘llanilish sohasi**	**Muhitni boshqarish darajasi**	**Murakkablik darajasi**
inshoot	10 m^3 dan yuqori	Bir nechta detektorlarni kalibrlash	Keng qamrovli	Yuqori

ISSN 3030-3907

Muhrlangan kamera	0,5–5 m^3	Kundalik kalibrlash	O‘rtacha	O‘rtacha
Ixcham kamera	0,5 m^3 dan kichik	Dala sharoitida kalibrlash	Asosiy	Past



1-rasm. Kalibrlashning standart protokoli blok-sxemasi

METODOLOGIYA. Mazkur tadqiqotda radon kalibrlash kameralarining konstruktiv xususiyatlarini sifat jihatdan tahlil qilish va o‘lchash barqarorligini miqdoriy baholashni birlashtirgan aralash (mixed-methods) tadqiqot yondashuvi qo‘llanildi. Bunday yondashuv radon o‘lchash samaradorligiga ta’sir etuvchi ham konstruktiv, ham ekspluatatsion omillarni har tomonlama baholash imkonini beradi. Metodologiya xalqaro miqyosda qabul qilingan metrologik amaliyotlar va sifatni ta’minlash tamoyillariga muvofiq ishlab chiqildi.

Tadqiqot doirasida radon kalibrlash kameralarining uchta asosiy ish rejimi ko‘rib chiqildi:

— Uzluksiz rejim, bunda radon kontsentratsiyasi uzoq muddatli kalibrlash jarayonlari davomida doimiy darajada saqlanadi;

— Bosqichma-bosqich rejim, bunda turli sharoitlarda detektor javobini baholash maqsadida radon kontsentratsiyasi diskret tarzda o‘zgartiriladi;

ISSN 3030-3907

— Adaptiv rejim, bunda radon kontsentratsiyasi va atrof-muhit parametrlarini real vaqt rejimida tartibga solish uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari qo‘llaniladi.

Mazkur ish rejimlari laboratoriya amaliyotida keng qo‘llaniladigan an’anaviy hamda ilg‘or kalibrlash strategiyalarini ifodalashi uchun tanlandi.

O‘lchash barqarorligi harorat, nisbiy namlik va atmosfera bosimi kabi asosiy muhit parametrlarining nazorat qilinadigan o‘zgarishlari sharoitida baholandi. Harorat detektor sezgirligiga issiqlik ta’sirini kamaytirish maqsadida oldindan belgilangan diapazonda saqlab turildi [4]. Nisbiy namlik darajalari faol va passiv radon detektorlariga bo‘lgan ta’sirini aniqlash uchun mos ravishda sozlandi. Atmosfera bosimi esa o‘lchash natijalaridagi og‘ishlar bilan bog‘liq ehtimoliy korrelyatsiyalarni aniqlash maqsadida uzluksiz monitoring qilindi [5].

Tadqiqotda kalibrlash laboratoriyalarida keng qo‘llaniladigan faol va passiv turdagi radon o‘lchash asboblarining vakil namunalari tanlab olindi. Har bir ish rejimi uchun kalibrlash ta’sirlari bir xil sharoitlarda amalga oshirilib, natijalarning o‘zaro taqqoslanishi ta’minlandi. O‘lchash ma’lumotlari bir nechta ta’sir sikllari davomida yig‘ilib, takrorlanish va barqarorlik darajasi baholandi. O‘lchash samaradorligini miqdoriy ifodalash uchun o‘rtacha og‘ish, standart og‘ish va nisbiy noaniqlik kabi statistik ko‘rsatkichlardan foydalanildi [4].

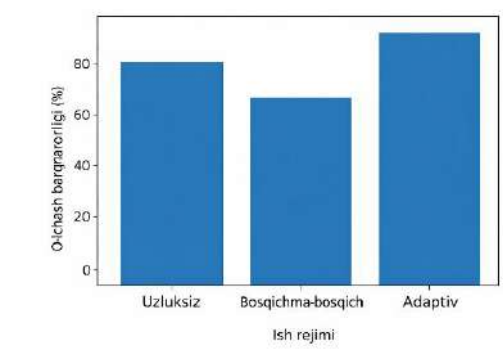
Yig‘ilgan ma’lumotlar qiyosiy va statistik tahlil usullari yordamida qayta ishlanib, o‘lchash barqarorligi takroriy kalibrlash sikllari bo‘yicha o‘zgaruvchanlikni tahlil qilish orqali baholandi [6]. Ish rejimlari o‘rtasidagi farqlar o‘lchash noaniqligini minimal darajaga tushiruvchi konfiguratsiyalarni aniqlash maqsadida solishtirildi. Ushbu tahliliy yondashuv obyektiv qiyoslashni ta’minlash va amaliy tavsiyalar ishlab chiqish uchun mustahkam ilmiy asos yaratishga xizmat qiladi.

NATIJALAR. Eksperimental tahlil natijalari radon kalibrlash kameralarining ish rejimi o‘lchashlarning barqarorligi va takrorlanishiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi. Uzluksiz, bosqichma-bosqich va adaptiv ish rejimlarini qiyosiy baholash natijasida o‘lchash og‘ishlari va noaniqligi bo‘yicha aniq farqlar aniqlanib, bu holat ish rejimini tanlashning muhimligini tasdiqladi [7].

Uzluksiz ish rejimida radon kontsentratsiyasi uzoq muddatli ta’sir davrlarida nisbatan barqaror saqlanib turdi. O‘lchash natijalari past darajadagi o‘zgaruvchanlikni ko‘rsatib, standart og‘ish qiymatlari ruxsat etilgan metrologik chegaralar doirasida qoldi. Ushbu rejim uzoq muddatli barqarorlik asosiy talab bo‘lgan holatlarda, xususan, detektorlarni kundalik kalibrlash va ularni o‘zaro solishtirish jarayonlarida samarali ekanligi bilan ajralib turdi [8].

ISSN 3030-3907

Bosqichma-bosqich ish rejimida radon kontsentratsiyasining o‘lchangan qiymatlarida, ayniqsa kontsentratsiya darajalari o‘rtasidagi o‘tish bosqichlarida, nisbatan yuqori o‘zgaruvchanlik kuzatildi. Ushbu rejim detektor javobining dinamik xususiyatlarini tavsiflash uchun foydali bo‘lsa-da, qisqa muddatli tebranishlarning ortishi qayd etildi. Bu tebranishlar asosan kamera ichidagi havo oqimining vaqtinchalik qayta taqsimlanishi va muvozanat holatining kechikib o‘rnatilishi bilan izohlanadi. Shunga qaramay, har bir bosqichda barqarorlashuvga erishilgach, o‘lchash natijalari qoniqarli takrorlanishni namoyon etdi.

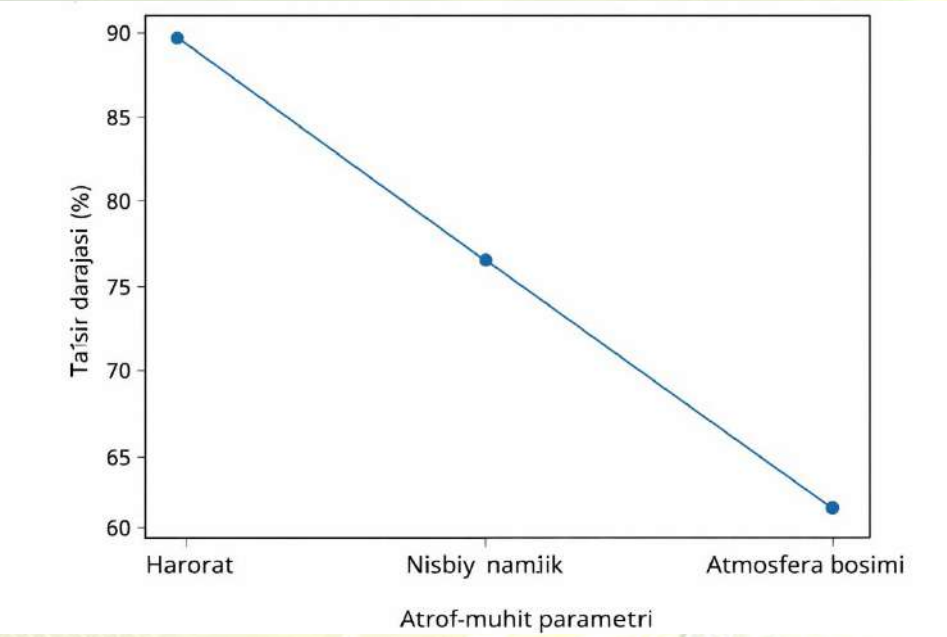


2-rasm. Ish rejimlari bo‘yicha o‘lchash barqarorligi.

Adaptiv ish rejimi o‘lchash barqarorligi nuqtayi nazaridan eng yuqori umumiy samaradorlikni ko‘rsatdi. Radon kontsentratsiyasi va atrof-muhit parametrlarini avtomatlashtirilgan tarzda boshqarish tizimlari tizimli og‘ishlar va tasodifiy tebranishlarni sezilarli darajada kamaytirdi. Adaptiv rejimda ishlovchi kameralar radonning fazoviy taqsimlanishida yaxshiroq bir xillikni hamda parametrlar o‘zgartirilgandan so‘ng tezroq barqarorlashuvni ta’minladi. Natijada, nisbiy o‘lchash noaniqligi uzluksiz va bosqichma-bosqich rejimlarga nisbatan doimiy ravishda past bo‘ldi [9–10].

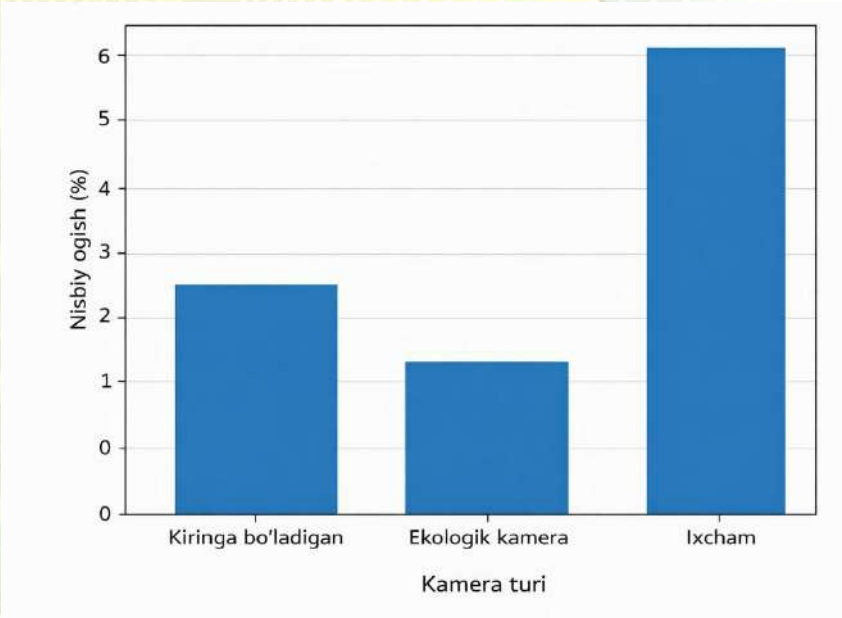
Atrof-muhit parametrlari barcha ish rejimlarida muhim rol o‘ynadi. Haroratning nazorat ostida saqlanishi detektor sezgirligining siljishini minimallashtirdi, nisbiy namlikning barqaror darajalari esa passiv detektorlar javobidagi o‘zgaruvchanlikni kamaytirdi [11-12].

ISSN 3030-3907



3-rasm. Atrof-muhit parametrlarining o‘lchash barqarorligiga ta’siri.

Atmosfera bosimining o‘zgarishlari nisbatan kichikroq, ammo o‘lchanadigan ta’sir ko‘rsatdi; bu holat ayniqsa havo hajmi cheklangan ixcham kameralarda yaqqolroq namoyon bo‘ldi. Umuman olganda, ilg‘or muhitni boshqarish tizimlari bilan jihozlangan kameralar yuqori darajadagi o‘lchash barqarorligini ta’minladi.



4-rasm. Kamera turlari bo‘yicha o‘lchash og‘ishlari.

2-Jadval.

Atrof-muhit parametrlarining ta’siri

Parametr	Nazorat diapazoni	Ta’sir darajasi
Harorat	20–24 °C	Yuqori
Nisbiy namlik	40–60 %	O‘rtacha

ISSN 3030-3907

Atmosfera bosimi	980–1020 hPa	Past

MUHOKAMA. Ushbu tadqiqot natijalari radon kalibrlash kameralarida o‘lchash barqarorligini ta’minlashda ish rejimini tanlash muhim hal qiluvchi omil ekanligini tasdiqladi. Adaptiv ish rejimlarining yuqori samaradorligi zamonaviy kalibrlash inshootlarida avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va qayta aloqa (feedback) mexanizmlarini joriy etish muhimligini ko‘rsatadi. Ushbu xulosalar atrof-muhitni tartibga solish va havo oqimini optimallashtirish radon o‘lchashlarining ishonchliligini oshirishdagi rolini ta’kidlovchi avvalgi tadqiqotlar natijalari bilan mos keladi.

An’anaviy uzluksiz ish rejimlari bilan solishtirganda, adaptiv rejimlar, ayniqsa atrof-muhit sharoitlari o‘zgaruvchan bo‘lgan holatlarda, yuqori moslashuvchanlik va barqarorlikni ta’minlaydi. Adaptiv tizimlarda kuzatilgan barqarorlashuv vaqtining qisqarishi va o‘lchash noaniqligining kamayishi ularni yuqori aniqlik talab etiladigan kalibrlash vazifalari hamda ilg‘or ilmiy tadqiqotlar uchun ayniqsa maqbul qiladi. Biroq, bunday tizimlarni joriy etish yuqori texnik murakkablik va boshlang‘ich investitsiyalarning oshishini talab etadi, bu esa ularning keng miqyosda tatbiq etilishini cheklashi mumkin.

Bosqichma-bosqich ish rejimlarida kuzatilgan yuqori darajadagi o‘zgaruvchanlik ushbu yondashuvdan foydalanishda protokollarni puxta ishlab chiqish zarurligini ko‘rsatadi. O‘tkinchi ta’sirlarni kamaytirish va ma’lumotlar ishonchliligini ta’minlash uchun yetarli barqarorlashuv davrlari va real vaqt rejimidagi monitoring muhim ahamiyatga ega. Ushbu qiyinchiliklarga qaramay, bosqichma-bosqich rejim detektorlarning xususiyatlarini aniqlash va dinamik sharoitlarda ularning ishlashini sinovdan o‘tkazishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Metrologik nuqtayi nazardan, ish rejimi va atrof-muhitni boshqarish o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir alohida ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari harorat va namlikning barqaror boshqarilishi, qo‘llanilayotgan ish strategiyasidan qat’i nazar, o‘lchashlarning takrorlanishini sezilarli darajada yaxshilashini ko‘rsatdi. Ushbu holat sifatni ta’minlash dasturlari doirasida atrof-muhit parametrlarini kompleks monitoring qilish va hujjatlashtirish zarurligini yana bir bor tasdiqlaydi.

Mazkur tadqiqot yagona eksperimental asosda ish rejimlarini tizimli ravishda solishtirish orqali mavjud ilmiy bilimlar bazasini boyitadi. Avvalgi ishlardan farqli ravishda, bunda asosan kamera konstruksiyasi yoki detektor samaradorligiga emas, balki ish strategiyasi va atrof-muhitni boshqarishning o‘lchash barqarorligiga qo‘shma ta’siriga e’tibor qaratilgan. Olingan xulosalar radon o‘lchashlarining aniqligi va ishonchliligini oshirishga intilayotgan kalibrlash laboratoriyalari uchun bevosita amaliy ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Ushbu tadqiqot radon kalibrlash kameralarining ish rejimlari o‘lchash barqarorligi va metrologik ishonchlilikni ta’minlashda hal qiluvchi rol o‘ynashini ko‘rsatdi. Uzluksiz, bosqichma-bosqich va adaptiv ish rejimlarini tizimli taqqoslash natijasida ish strategiyasini tanlash o‘lchashlarning takrorlanishi, noaniqligi va detektorlar ishlash samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, atrof-muhit sharoitlari yetarli darajada nazorat qilinganda, uzluksiz ish rejimlari kundalik kalibrlash vazifalari uchun yetarli barqarorlikni ta’minlaydi. Bosqichma-bosqich ish rejimlari qisqa muddatli o‘zgaruvchanlikni oshirsa-da, yetarli barqarorlashuv davrlari ta’minlangan holda detektor javobini tahlil qilish va dinamik sinovlar uchun muhim ahamiyatga ega bo‘lib qoladi. Tahlil qilingan yondashuvlar orasida adaptiv ish rejimlari radon kontsentratsiyasi va atrof-muhit parametrlarini avtomatlashtirilgan boshqarish hisobiga eng yuqori darajadagi o‘lchash barqarorligini namoyon etdi.

Harorat va nisbiy namlik kabi atrof-muhit omillari detektor javobi va o‘lchash natijalarining izchilligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Ushbu parametrlarni samarali boshqarish va uzluksiz monitoring qilish tizimli og‘ishlarni kamaytiradi hamda kalibrlash aniqligini oshiradi. Atmosfera bosimining ta’siri nisbatan kichik bo‘lsa-da, ayniqsa ixcham kalibrlash kameralarida uni e’tibordan chetda qoldirmaslik lozim.

Tadqiqot natijalari zamonaviy radon kalibrlash inshootlarida ilg‘or atrof-muhitni boshqarish tizimlari va adaptiv ish strategiyalarini joriy etish muhimligini ko‘rsatadi. Amaliy jihatdan, olingan xulosalar kalibrlash laboratoriyalariga o‘lchash ishonchliligini oshirish uchun ish rejimlarini optimallashtirish bo‘yicha aniq yo‘riqnoma beradi. Ilmiy nuqtayi nazardan esa, mazkur ish radon kalibrlash jarayonlarining metrologik asoslarini chuqurlashtiradi va standartlashtirilgan hamda barqaror kalibrlash tartiblarini ishlab chiqishni qo‘llab-quvvatlaydi.

Kelgusidagi tadqiqotlar ushbu tahlilni turli kamera geometriyalari, detektor texnologiyalari va uzoq muddatli ekspluatatsiya sharoitlariga kengaytirishga qaratilishi mumkin. Bunday izlanishlar radon o‘lchashlarining metrologik bazasini yanada mustahkamlashga va radiatsion himoya amaliyotlarini doimiy takomillashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Chambers, D.B., Chauhan, N., Waker, A.J. (2019). Performance characteristics of walk-in radon calibration facilities. Health Physics, 116(4), 523-531.
2. Environmental Protection Agency. (2021). National Radon Proficiency Program: Calibration chamber requirements and protocols. EPA 402-R-21-001.
3. Уринов Ш. Р. и др. Прогнозирование устойчивости бортов карьера с

ISSN 3030-3907

учетом временного фактора //Journal of Advances in Engineering Technology Vol. – 2021. – Т. 1. – №. 3.
4. Jumaev O. A. et al. Microcontroller device for increasing the accuracy of PID regulators //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2023. – Т. 2872. – №. 1. – С. 120051.
5. Ferreira, A.C., Azevedo, J.P., Silva, L.M. (2020). Development of compact radon calibration chambers using solid radium sources. Radiation Protection Dosimetry, 191(2), 145-153.
6. Ботиров Т. В. и др. Разработка программного обеспечения системы нечеткого управления для биореактора //world of science. – 2023. – С. 18-20.
7. International Atomic Energy Agency. (2020). Calibration of radon and radon decay product measuring instruments. IAEA Technical Reports Series No. 474.
8. Khan, S.M., Pearson, M.D., Roper, A.R. (2021). Quality assurance protocols for radon measurement programs. Journal of Radiological Protection, 41(3), R45-R67.
9. George, A.C. (2015). An overview of instrumentation for measuring environmental radon and radon progeny. Radiation Protection Dosimetry, 167(1-3), 207-213.
10. Hoffmann, W., Becker, K., Steinhausler, F. (2018). Environmental radon measurement techniques. Journal of Environmental Radioactivity, 192, 328-337.
11. Jumaev O. et al. Enhancing abrasion resistance testing for linoleum and rubber products: A proposal for improved device operation //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – Т. 525. – С. 05012.
12. Raxmatov D., Qalandarov A. The importance of metrology and measurements in the application of drip irrigation in horticulture //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 390. – С. 04027.

ISSN 3030-3907

AVTOMOBIL QISMLARINI BO‘YOQLASHDA IKKI PURKAGICHLI ROBOT TIZIMINING SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Xolmurotov Botirjon Tursinboyevich,
Andijon davlat texnika instituti, dotsent, t.f.f.d. (PhD)
E-mail: xolmurotovbotirjon@gmail.com
Muxammadali Umurzaqov Maxmud o‘g‘li
Andijon Davlat Texnika Instituti, Robototexnika yo‘nalishi, 2-kurs magistranti
E-mail: mumurzakov1998@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada avtomobil qismlarini bo‘yoqlashda qo‘llaniladigan sanoat robotlarining samaradorligini oshirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Andijon shahrida joylashgan “Uz-Koram Kompani” MChJ ning 2-bo‘yoqlash uchastkasida mavjud bir purkagichli Yaskawa Motoman robotlari tahlil qilingan va amaldagi mavjud yuzaga kelayotgan sifat muammolari o‘rganilgan. Ikki purkagichli tizimi tahlil qilingan va uning iqtisodiy samaradorligi hisoblab chiqilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ikki purkagichli tizim bo‘yoqlash vaqtini, sifat nuqsonlarini kamaytiradi.

Kalit so‘zlar: sanoat roboti, bo‘yoqlash jarayoni, ikki purkagichli tizim, Yaskawa Motoman, avtomobil qismlari, sifat nazorati, iqtisodiy samaradorlik.

Abstract. The article addresses the issue of improving the efficiency of industrial robots used for painting automotive components. An analysis was conducted on the existing single-gun Yaskawa Motoman robots at the 2 painting shop of “Uz-Koram Kompani” LLC, located in the city of Andijan, and the current recurring quality problems were studied. A dual-gun system was analyzed and its economic efficiency was calculated. The research results demonstrated that the dual-gun system reduces painting time and minimizes quality defects.

Keywords: industrial robot, painting process, two-nozzle system, Yaskawa Motoman, automotive parts, quality control, economic efficiency.

Аннотация. В статье рассматривается вопрос повышения эффективности промышленных роботов, применяемых для окраски автомобильных деталей. На участке окраски №2 ООО «Uz-Koram Kompani», расположенного в городе Андижан, был проведен анализ существующих роботов Yaskawa Motoman с одним распылителем и изучены возникающие текущие проблемы с качеством. Была проанализирована система с двумя распылителями и рассчитана ее экономическая эффективность. Результаты исследования показали, что система с двумя распылителями сокращает время окраски и уменьшает количество дефектов качества.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: промышленный робот, процесс покраски, двухсопловая система, Yaskawa Motoman, автомобильные детали, контроль качества, экономическая эффективность.

KIRISH.

Zamonaviy avtomobil sanoatida ishlab chiqarish jarayonlarini robotlashtirish va avtomatlashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Bo‘yoqlash jarayoni avtomobil qismlarini ishlab chiqarishning eng mas'uliyatli bosqichlaridan biri hisoblanadi, chunki u tayyor mahsulotning tashqi ko‘rinishi va sifatini belgilaydi. O‘zbekiston Respublikasida avtomobil sanoatining jadal rivojlanishi mahalliy ishlab chiqaruvchi korxonalar oldiga yuqori sifat standartlariga erishish va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish vazifalarini qo‘ymoqda[1].

“Uz-Koram Kompani” MChJ O‘zbekistonning yetakchi avtomobil qismlari ishlab chiqaruvchi korxonalaridan biri bo‘lib, 1995-yildan beri xalqaro standartlar asosida faoliyat yuritmoqda. Korxonaning 2-bo‘yoqlash uchastkasida 2008-yildan beri Yaskawa Motoman seriyali sanoat robotlari ishlatib kelinmoqda. Dastlabki bosqichda konveyor tezligi normal holatda bo‘lgan va har bir robotda bitta T-AGHV avtomatik purkagich o‘rnatilgan.

Mazkur tadqiqotning maqsadi mavjud Yaskawa Motoman robotlariga ikkinchi purkagich o‘rnatish orqali bo‘yoqlash jarayonining samaradorligini oshirish va sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash imkoniyatlarini ilmiy asoslashdan iborat. Tadqiqot vazifalari: ikki purkagichli tizimning texnik parametrlarini aniqlash, robot dasturlarini optimallashtirish, sifat ko‘rsatkichlarini taqqoslash va iqtisodiy samaradorlikni hisoblashni o‘z ichiga oladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLARNING TAHLILI

Sanoat robotlarini bo‘yoqlash jarayonlarida qo‘llash bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Chen va hamkasblari tomonidan amalga oshirilgan tadqiqotda robotlashtirish bo‘yoq materiallarini 20-30% tejash imkonini berishi va sifat ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilashi isbotlangan. Robotlar inson operatorlariga qaraganda ancha aniqroq va bir xilda ishlaydi, bu esa defektlar sonini kamaytirishga olib keladi[2].

Yaskawa Electric Corporation tomonidan nashr etilgan texnik hujjatlarda Motoman seriyali robotlarning bo‘yoqlash jarayonlari uchun optimallashtirilganganligi ta'kidlangan. Ushbu robotlar maxsus algoritmlar bilan jihozlangan bo‘lib, ular purkagichning ochilish va yopilish vaqtini optimallashtiradi hamda robot tezligi o‘zgarganda ham bir xil bo‘yoq qalinligini ta'minlaydi.

Ko‘p purkagichli tizimlar bo‘yicha tadqiqotlar ko‘rsatadiki, ikkita yoki undan ortiq purkagichdan foydalanish bir necha afzalliklarga ega. Birinchidan,

ISSN 3030-3907

bo‘yoqlash maydonini kengaytirish orqali robot harakatlar sonini kamaytirish mumkin. Ikkinchidan, murakkab geometriyaga ega qismlarni bo‘yoqlashda turli burchaklar ostida bo‘yoq sepish imkoniyati paydo bo‘ladi[3]. Uchinchidan, ishlab chiqarish tsikl vaqtini qisqartirish orqali unumdorlikni oshirish mumkin.

Avtomobil sanoatida bo‘yoqlash sifatiga qo‘yiladigan talablar General Motors tomonidan ishlab chiqilgan GMW standartlari majmuasida belgilangan. GMW15777 standarti bo‘yoq yuzasining to‘lqinsimon shakli (orange peel) bo‘yicha maksimal to‘lqin balandligi 30 mikron bo‘lishi kerakligini belgilaydi. GMW3044 standarti esa bo‘yoq qalinligi va yopishish testlari bo‘yicha talablarni o‘z ichiga oladi.

Chang muammosi bilan bog‘liq tadqiqotlar ionlashtirish jarayonining muhimligini ko‘rsatadi. Plastik qismlar ishqalanish natijasida statik elektr zaryadi hosil qiladi va bu zaryad chang zarralarini jalb etadi. Samarali ionlashtirish uchun kamida 180 sekund vaqt zarur, ammo konveyor tezligining oshishi bilan bu vaqt qisqaradi va bu muammoni kuchaytiradi.

Iqtisodiy samaradorlik bo‘yicha tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, robotlashtirish loyihalarining o‘zini qoplash muddati odatda 2-4 yil oralig‘ida bo‘ladi. Asosiy tejamkorlik manbalarini qayta ishlash xarajatlarini kamaytirish, material isrofini kamaytirish va ishlab chiqarish quvvatini oshirish tashkil etadi[4].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot “Uz-Koram Kompani” MChJ ning 2-bo‘yoqlash uchastkasida o‘tkazildi. Tadqiqot ob'ekti sifatida Yaskawa Motoman MPP3500 modeli roboti tanlandi, chunki ushbu model base coat va clear coat kameralarida qo‘llaniladi va eng yuqori sifat talablariga javob berishi kerak.

Ikki purkagichli tizimni loyihalashda quyidagi metodologiya qo‘llanildi:

1. Texnik parametrlarni aniqlash:

Ikkinchi purkagichning o‘rnatilish joyini aniqlash uchun robot kinematikasi va ish zonasi tahlil qilindi. Yaskawa MotoSim simulyatsiya dasturidan foydalanib, turli konfiguratsiyalar sinovdan o‘tkazildi. Optimal variant sifatida ikkinchi purkagichni birinchisidan 250 mm masofada, 15° burchak ostida o‘rnatish tanlandi.

2. Robot dasturlarini qayta ishlab chiqish:

INFORM III dasturlash tili yordamida yangi trayektoriyalar ishlab chiqildi. Ikki purkagichli tizimda robot trayektoriyasi sezilarli soddalashdi - gorizontal o‘tishlar soni 6-8 tadan 3-4 taga kamaydi. Har bir o‘tishda ikkala purkagich bir vaqtning o‘zida ishlaydi va 400 mm kenglikdagi maydonni qoplaydi[5].

3. Sifat nazorati metodologiyasi:

ISSN 3030-3907

Sifat koʻrsatkichlarini baholash uchun GMW standartlari asosida test dasturi ishlab chiqildi. Har bir konfiguratsiya uchun 100 dona namuna qism boʻyoqlandi va quyidagi parametrlar oʻlchandi:

- Orange peel: Wave-scan asbobidan foydalanib toʻlqin balandligi oʻlchandi;
- Boʻyoq qalinligi: Ultrasonic thickness gauge bilan 9 nuqtada oʻlchov amalga oshirildi;
- Chang zarralari: Vizual inspeksiya orqali 1 mm dan katta zarralar sanaladi;
- Qoplash bir xilligi: Yaltiroqlik oʻlchagich (glossmeter) yordamida 60° burchakda yaltiroqlik darajasi oʻlchandi;

4. Iqtisodiy tahlil metodologiyasi:

Investitsiya xarajatlari va kutilayotgan tejamkorlik quyidagi komponentlar asosida hisoblandi:

- Toʻgʻridan-toʻgʻri xarajatlar: purkagichlar, oʻrnatish, dasturlash;
- Bilvosita xarajatlar: ishlab chiqarish toʻxtashi, xodimlar oʻqitish;
- Tejamkorlik manbalari: qayta ishlash kamayishi, material tejamkorligi, ishlab chiqarish quvvati oshishi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Ikki purkagichli tizimning pilot loyihasi MPP3500 modelida amalga oshirildi. Ikkinchi T-AGHV purkagich maxsus ishlab chiqilgan bracket yordamida robot effektor qismiga oʻrnatildi. Ikkala purkagich orasidagi masofa 250 mm, burchak 15° ga teng.

Robot trayektoriyasining optimallashtirilishi:

Bir purkagichli tizimda bamper kabi 1200 mm kenglikdagi detallarni boʻyoqlash uchun robot 8 marta gorizontal oʻtish amalga oshirishi kerak edi. Ikki purkagichli tizimda bu 4 martaga kamaydi. Har bir purkagich 200 mm kenglikdagi fan shaklini hosil qiladi va ikkisi birgalikda 400 mm maydonni qoplaydi (30 mm overlap hisobga olingan holda).

Robot tezligi 580 mm/s dan 480 mm/s ga kamaytirildi. Bu sekinroq tezlik boʻyoqning yaxshiroq yoyilishini ta'minlaydi va orange peel muammosini kamaytiradi. Ammo ikkita purkagich parallel ishlayotgani uchun umumiy boʻyoqlash vaqti sezilarli qisqardi.

Sifat koʻrsatkichlari taqqoslash: 100 dona qism boʻyoqlanadi va sifat parametrlari oʻlchanadi. Bunda oldingi holatda hamda yangi usul bilan boʻyoqlashdagi qismlarni sifat tahlili oʻtkaziladi hamda taqqoslanadi.

Ikki purkagichli tizim orange peel muammosini 13% kamaytirilishi kutilmoqda. Bu sekinroq robot tezligi va qisqa boʻyoqlash vaqti natijasida erishiladi[6].

ISSN 3030-3907

Bo‘yoq materiallarining iste'moli: Ikki purkagichli tizim paradoksal natija berishishi kutiladi - ikkita purkagich ishlatilayotganiga qaramay, bo‘yoq iste'moli kamayadi. Buning sababi:

- Qisqa robot trayektoriyasi: kamroq boshlanish/to‘xtatish nuqtalari;
- Optimal overlap: 30 mm o‘rniga 25 mm yetarli hisoblanadi;
- Aniqroq nishonga olish: ikki purkagich bir-birini to‘ldiradi.

Ikki purkagichli tizimga o‘tishning iqtisodiy samaradorligi investitsiya xarajatlari va kutilayotgan tejamkorlik asosida baholandi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O‘tkazilgan tadqiqot ikki purkagichli tizimga o‘tishning texnik va iqtisodiy jihatdan asoslanganligini ko‘rsatdi. Asosiy xulosalar:

Texnik samaradorlik:

1. Bo‘yoqlash vaqti qisqarishi;
2. Robot harakatlar soni kamayishi;
3. Sifat nuqsonlari kamayishi;
4. Bo‘yoq materiallarini tejash tashkil etadi

Sifat yaxshilanishi:

1. Orange peel muammosi kamayishi;
2. Chang muammosi kamayishi;
3. Chala sepilish muammosi kamayishi;
4. Birinchi marta sifat (FTQ) oshishi.

Amaliy tavsiyalar:

1. Bosqichma joriy etish, bu kelajakda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavflarni kamaytiradi.
2. Xodimlar o‘qitish: Texnik xizmat ko‘rsatish xodimlari va operatorlar uchun maxsus o‘quv dasturi tuzish. Ikki purkagichli tizim yanada murakkab va professional yondashuv talab qiladi.
3. Preventive maintenance: Ikkinchi purkagich qo‘shilishi bilan texnik xizmat ko‘rsatish hajmi oshadi. Profilaktik texnik xizmat ko‘rsatish jadvalini qayta ko‘rib chiqish va Yaskawa kompaniyasi bilan texnik yordam shartnomasi tuzish tavsiya etiladi.
4. Kelajakdagi rivojlanish: 3-4 yildan keyin adaptiv purkagichli tizimga o‘tish imkoniyatlarini o‘rganish. Texnologiya rivojlanishi bilan yanada samarali yechimlar paydo bo‘ladi.

Ilmiy hissa:

Ushbu tadqiqot O‘zbekiston sharoitida sanoat robotlarini takomillashtirish bo‘yicha birinchi amaliy tajribalardan biridir. Olingan natijalar boshqa avtomobil qismlari ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun ham qo‘llanilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Kelajak tadqiqot yo‘nalishlari:

1. Sun'iy intellekt algoritmlarini qo‘llash orqali robot trayektoriyasini real vaqtda optimallashtirish
2. Sezgir tizimlar yordamida bo‘yoq qalinligini avtomatik nazorat qilish
3. Turli xil purkagich kombinatsiyalarini taqqoslash (fan nozzle, rotary nozzle)
4. Energiya samaradorligini yanada oshirish imkoniyatlarini o‘rganish

Umuman olganda, ikki purkagichli tizimga o‘tish “Uz-Koram Kompani” MChJ uchun strategik jihatdan to‘g‘ri qaror hisoblanadi. Bu nafaqat hozirgi sifat muammolarini hal qiladi, balki kelajakda ishlab chiqarish hajmini yanada oshirish uchun zamin yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. M. Umurzaqov, “Yangi O‘zbekistonning istiqbolli yoshlari” mavzusida talabalar ilmiy-amaliy anjuman - Modernizing Painting Robots at “Uz-Koram Kompani” LLC, 2024 yil 11-16-noyabr AndMI.
2. B. Xolmurotov, M. Umurzaqov, “Development of science” ilmiy jurnali – Avtomobillarning plastik qismlarini ishlab chiqaruvchi korxonalarda bo‘yoq sepuvchi robotlarning ish samaradorligini takomillashtirish, 2025/4.
3. M. Umurzaqov, “Ilmli yoshlar – Yangi O‘zbekiston tarqqiyot poydevori” mavzusida respublika talabalar ilmiy-texnik anjumani VI-Sho‘ba materiallar to‘plami, “Yaskawa motoman PX2850 va PX2900 robotlarning bo‘yoq sepish samaradorligi” 2025.
4. Chen, H., Xi, N., & Sheng, W. (2008). Robotic Spray Painting: System Design and Industrial Applications. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 5(3), 425-434.
5. Yaskawa Electric Corporation. (2020). Motoman MPP Series Paint Robots Technical Manual. Kitakyushu, Japan: Yaskawa Electric Corporation.
6. General Motors Company. (2019). GMW15777: Appearance Evaluation of Automotive Exterior Panels. Detroit: GM Worldwide Engineering Standards.

ISSN 3030-3907

TO‘G‘RI TO‘RTBURCHAK SHAKLLI EGILUVCHAN ANIZOTROP PLASTINKANING SONLI HISOBI TAHLILI

Eshqarayeva Narxol G‘uzarovna
Associate professor, PhD, Karshi State University
E-mail: 1970narxol@gmail.com
Gulliyeva Guliza Botirovna
Master’s student, Karshi State University
E-mail: gulliyevaguliza17@gmail.com
Sayfiyeva Muxlisa Fazliddin qizi
Master’s student, Karshi State University
E-mail: sayfiyevamuxlisa753@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada to‘g‘ri to‘rtburchak shaklga ega bo‘lgan egiluvchan anizotrop plastinkaning egilish jarayoni sonli usullar asosida tahlil qilingan. Tadqiqot masalasi klassik plastinkalar nazariyasi doirasida qo‘yilib, plastinkaning geometrik o‘lchamlari, chegaraviy shartlari, materialning anizotrop mexanik xossalari hamda tashqi yuklamaning ta’siri kompleks ravishda hisobga olingan. Anizotrop plastinkaning mexanik xatti-harakati elastiklik nazariyasining asosiy qonunlariga tayangan holda modellashtirilib, uning egilishi to‘rtinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama yordamida matematik jihatdan ifodalangan. Maqolada mazkur differensial tenglamani yechish uchun mos sonli usul tanlanib, hisoblash algoritmi ishlab chiqilgan va uning barqarorligi hamda aniqligi tahlil qilingan. Sonli tajribalar orqali plastinkaning maksimal egilishi, deformatsiya taqsimoti va yuklama o‘zgarishiga bog‘liq holatlari o‘rganilgan. Olingan natijalar plastinkaning anizotrop xossalari egilish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi hamda turli geometrik va mexanik parametrlar ta’sirini baholash imkonini beradi. Tadqiqot natijalari anizotrop plastinkalardan tashkil topgan muhandislik konstruksiyalarini loyihalash va ularning mustahkamlik hamda deformatsion xususiyatlarini baholashda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: plastinka, anizatropiya, differensial tenglama, plastinka egilishi, yuklama.

Abstract. In this article, the bending process of a rectangular flexible anisotropic plate is analyzed using numerical methods. The research problem was posed within the framework of classical plate theory, taking into account the geometric dimensions of the plate, boundary conditions, anisotropic mechanical properties of the material, and the influence of external loads. The mechanical behavior of an anisotropic plate is modeled based on the basic laws of elasticity theory, and its bending is mathematically expressed using a fourth-order partial differential equation. In the article, an appropriate numerical method for solving this

ISSN 3030-3907

differential equation was selected, a computational algorithm was developed, and its stability and accuracy were analyzed. Numerical experiments have been conducted to study the maximum deflection of the plate, the distribution of deformation, and the dependence of load changes. The obtained results show the anisotropic properties of the plate.

Keywords: plate, anisotropy, differential equation, plate deflection, load.

Аннотация. В данной статье на основе численных методов проанализирован процесс изгиба гибкой анизотропной пластины прямоугольной формы. Задача исследования была поставлена в рамках классической теории пластин, с комплексным учетом геометрических размеров пластин, граничных условий, анизотропных механических свойств материала и влияния внешней нагрузки. Механическое поведение анизотропной пластины моделируется на основе основных законов теории упругости, а ее изгиб математически описывается дифференциальным уравнением в частных производных четвертого порядка. В статье выбран подходящий численный метод для решения этого дифференциального уравнения, разработан вычислительный алгоритм и проанализированы его устойчивость и точность. С помощью численных экспериментов были изучены случаи, связанные с максимальным изгибом пластины, распределением деформации и изменением нагрузки. Полученные результаты показывают анизотропные свойства пластины.

Ключевые слова: пластинка, анизотропия, дифференциальное уравнение, изгиб пластинки, нагрузка.

KIRISH

Ma’lumki, Hozirgi vaqtda egiluvchan plastinkalar texnikaning har xil sohalarida, qurilishda va shunga o‘xshash ko‘pgina sohalarda keng qo‘llanilmoqda. Ular samolyot va raketa, qurilish inshootlarida, kemasozlik, mashinasozlik va boshqa sohalarning muhim konstruktiv elementi hisoblanadi. Plastinkasimon konstruksiyalarning qo‘llanilishi bevosita texnik talablarga yoki iqtisodiy, texnologik va boshqa shunga o‘xshash tadbiqlar bilan bog‘langan. Kundalik amaliyot bunday konstruksiyalarni hisoblashda uzluksiz ravishda yangi masalalarni keltirib chiqaradi. Bu esa plastinkalar nazariyasida chiziqlilik va nochiziqlilikni e’tiborga olgan holda hisoblashlarning ishonchliligini ta’minlashga yuqori talablar qo‘yadi.

To‘g‘ri to‘rtburchak shaklli egiluvchan anizotrop plastinka mexanik xossalari koordinata yo‘nalishlariga bog‘liq bo‘lgan yupqa konstruktiv elementdir. Bunday plastinkalarda elastiklik modullari va Puasson koeffitsiyentlari izotrop holatdan farqli ravishda yo‘nalishga bog‘liq bo‘ladi. Masalan, plastinkaning tashqi

ISSN 3030-3907

yuklama (masalan, bir tekis taqsimlangan bosim) ta’sirida egilish jarayonini aniqlashga qaratiladi.

Ushbu maqolada, qalinligi bo‘yicha yuqori sirtda qo‘yilgan aralash chegaraviy shartlarda o‘zgaruvchan elastiklik xossasiga ega anizotrop plastinkalarning kuchlanish – deformasion holatini aniqlash masalasi qaralgan[1].

Maqolada, anizotrop holatda murakkab shaklga ega bo‘lgan anizotrop plastinkalarning turlari va chegaraviy shartlari keng ko‘rib chiqilgan[2-3]. Ushbu ishda izotrop plastinkalarning egilish masalasini yechish uchun uning matematik modeli va hisoblash algoritmini ishlab chiqish va shu asosda dasturlar majmuasini yaratish hamda yangi sinf masalalarni yechilgan[5]. Dessirtatsiyada Anizotrop plastinkalarning egilish masalasini yechish uchun uning matematik modeli va hisoblash algoritmini ishlab chiqish va shu asosda dasturlar majmuasini yaratish hamda yangi sinf masalalarni yechilgan[6].

MATEMATIK MODEL

Klassik Kirchhoff–Love plastinkalar nazariyasi doirasida anizotrop plastinkaning egilishi to‘rtinchi tartibli xususiy hosilali differensial tenglama quydagicha ifodalangani:

$$D_x \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 \omega}{\partial x^2 \partial y^2} + D_y \frac{\partial^4 \omega}{\partial y^4} = q \qquad (1)$$

Ushbu tenglama plastinkaning egilish momentlari va egilish funksiyasi o‘rtasidagi bog‘lanishni aks ettiradi. Analitik yechim faqat ayrim sodda holatlar uchun mavjud bo‘lgani sababli, umumiy holatda sonli usullar qo‘llaniladi. Ushbu masalaga Navie usulini qo‘llab, plastinka teng taqsimlangan yuklanish ta’sirida deb faraz qilingan.

Bu yerda,

$$D_x = \frac{E_x' h^3}{12} \quad D_y = \frac{E_y' h^3}{12} \quad D_1 = \frac{E'' h^3}{12} \quad D_{xy} = \frac{Gh^3}{12}$$

D_x, D_y, D_1, D_{xy} - silindirik bikrliklar.

E, G - yung moduli.

h - plastinka qalinligi.

$H = D_1 + 2D_{xy}$.

Kontur bo‘yicha sharnirli suyangan plastinkaga quydagi chegaraviy shartlar qo‘yilgan:

$$x = 0 \ va \ x = a \ da \ \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = 0. \qquad (2)$$

$$y = 0 \ va \ y = b \ da \ \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = 0. \qquad (3)$$

ISSN 3030-3907

SONLI MODELLASHTIRISH

Koordinatalar boshini plastinka burchagida joylashtiramiz. Plastinkaning o‘lchami x o‘qi yo‘nalishi bo‘yicha a ga, y o‘qi yo‘nalishi bo‘yicha b ga teng (1) tenglama yechimini sinuslar bo‘yicha ikki karrali trigonometrik qator ko‘rinishida izlab topiladi:

$$\omega(x,y)=\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}A_{mn}\sin\left(\frac{m\pi x}{a}\right)\sin\left(\frac{n\pi y}{b}\right) \qquad (4)$$

Bu yerda A_m o‘zgarmas sonlar, qator koeffisentlari;

m va *n*-butun musbat sonlar: *1,2,3,…*

(4) formulani (1)-formulaga qo‘yilgan va $\omega(x,y)$ ni koeffisentlarini aniqlangan.

$$D\left(\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}\left(\left(\frac{m\cdot\pi}{a}\right)^4+\left(\frac{n\cdot\pi}{b}\right)^4+2\cdot\left(\frac{m\cdot n\cdot\pi^2}{a\cdot b}\right)\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot x}{b}\right)\right)\right)=$$

$$D\left(\sum_{m}\sum_{n}\left(\left(\frac{m^2}{a}+\frac{n^2}{b}\right)\cdot\pi^4\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot x}{b}\right)\right)\right)=$$

$$D\pi^4\cdot\left(\sum_{m}\sum_{n}\left(\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot x}{b}\right)\right)\right)=q(x,y) \qquad (5)$$

(3.5) tenglamaning chap tomoniga kiruvchi qator koeffisentlarini aniqlash uchun bu tenglamanining o‘ng qismini ham trigonometrik qatorga yoyish kerak bo‘ladi. Yuklamani $0\le x\le a$, $0\le y\le b$ to‘g‘ri burchakli sohada sinuslar bo‘yicha ikki karrali Furye trigonometrik qatori ko‘rinishida ifodalanadi.

$$q(x,y)=\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}C_{mn}\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot y}{b}\right) \qquad (6)$$

Bu qator koeffisentlari Matematik analizda ma’lum bo‘lgan formula bo‘yicha aniqlanadi.

$$C_{mn}=\frac{4}{a\cdot b}\cdot\int_0^a\int_0^b q(x,y)\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot y}{b}\right)dxdy \qquad (7)$$

(6) qatorni (4) tenglamaga qo‘yib, quydagilarni olinadi.

$$D\pi^4\cdot\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}A_{mn}\cdot\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot y}{b}\right)=\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}C_{mn}\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot y}{b}\right)$$

Ikkita qator o‘zaro teng hisoblangan , ularning mos hadlari o‘zaro teng bo‘lsa, qator koeffisentlarini quydagi ko‘rinishga keladi:

$$A_{mn}=\frac{4}{D\pi^4 ab\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}\int_0^a\int_0^b q(x,y)\cdot\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot y}{b}\right)dxdy \qquad (8)$$

Integrallagandan keyin quydagi hosil bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

$$A_{mn}=\frac{4\cdot q}{D\pi^4\cdot a\cdot b\cdot\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}\cdot\int_0^a\sin\frac{m\pi x}{a}dx\int_0^b\sin\frac{n\pi y}{b}dy$$

$$A_{mn}=\frac{4\cdot q}{D\pi^4\cdot a\cdot b\cdot\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}\cdot\frac{a}{m\cdot\pi}\cdot\left(-\cos\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\Big|_0^a\right)\cdot\frac{b}{n\cdot\pi}\cdot\left(-\cos\left(\frac{n\cdot\pi\cdot x}{a}\right)\Big|_0^b\right)=$$

$$=\frac{4\cdot q}{D\pi^6\cdot m\cdot n\cdot\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}\cdot(-2)\cdot(-2)=\frac{16\cdot q}{D\pi^6\cdot m\cdot n\cdot\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}\qquad(9)$$

Integrallagandan keyin quydagi hosil bo‘ladi.

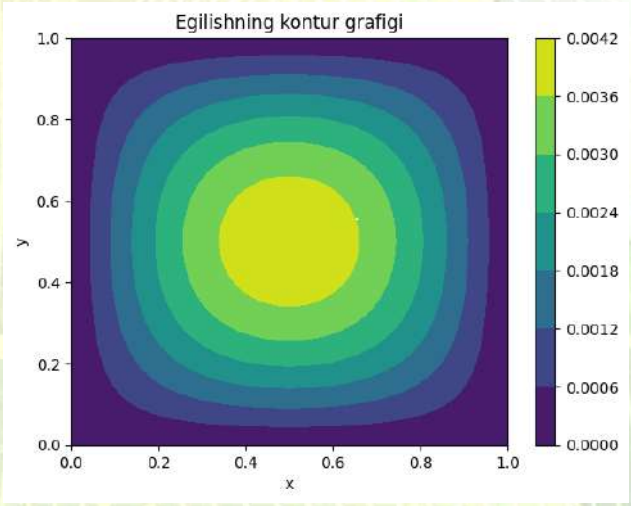
Bu koeffisentlarning (4) qatorga qo‘yib egilishlar funksiyasi ifodasini topiladi.

$$\omega(x,y)=\frac{16\cdot q}{D\pi^6}\cdot\sum_{m=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{\sin\left(\frac{m\cdot\pi\cdot x}{2}\right)\cdot\sin\left(\frac{n\cdot\pi\cdot y}{2}\right)}{m\cdot n\cdot\left(\frac{m^2}{a^2}+\frac{n^2}{b^2}\right)^2}$$

Bu yerda,

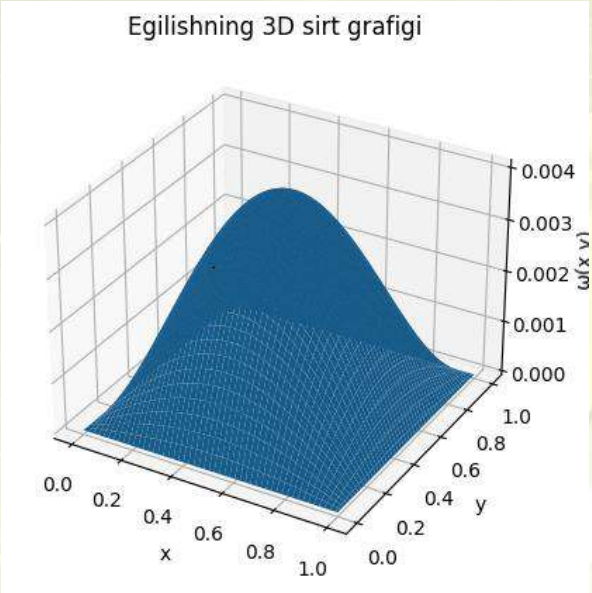
$$D=\frac{E\cdot h^3}{\left[12\cdot(1-\nu^2)\right]}\text{-silindirik bikirlik.}$$

HISOBLASH TAJRIBALARI

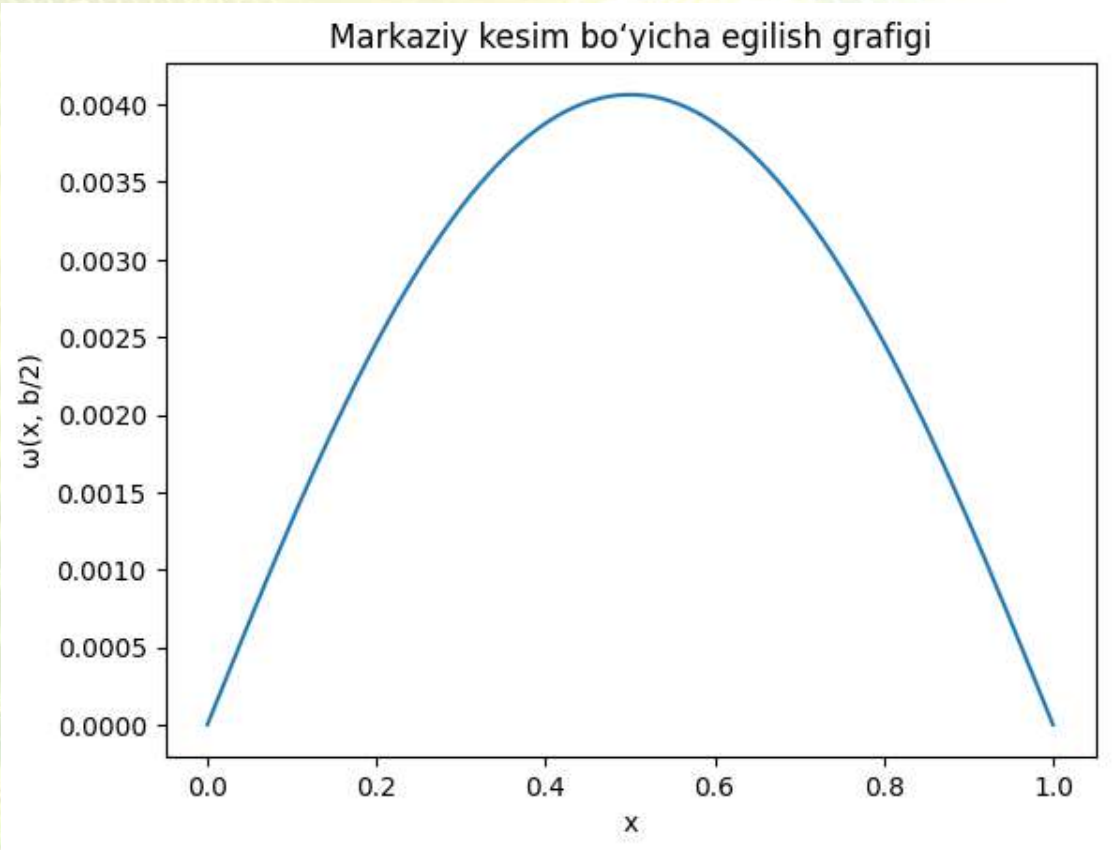


1-rasm. Bu grafik ω(x,y) funksiyaning plastinka yuzasi bo‘yicha taqsimotini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Uch o‘lchamli grafik plastinkaning egilish shaklini fazoviy ko‘rinishda ifodalaydi.



3-rasm. Bu grafik plastinkaning markaziy kesimi bo‘ylab egilishning *x* koordinata bo‘yicha o‘zgarishini ko‘rsatadi.

XULOSA

Quyida matn ilmiy uslubda tahrirlanib, mazmunan kengaytirildi va xulosaviy jihatdan boyitildi:

O‘tkazilgan kompleks tahlil natijalari anizotropiya koeffitsiyentlarining plastinkaning egilish qiymatlariga, egilish maydonining shakllanishiga hamda

ISSN 3030-3907

ularning fazoviy taqsimlanish xarakteriga sezilarli va barqaror ta’sir ko‘rsatishini yaqqol tasdiqlay. Tadqiqot davomida tahlil qilib aniqlangan qonuniyatlar shuni ko‘rsatadiki, materialning anizotrop xossalarini hisobga olmaslik egilish qiymatlarining noto‘g‘ri baholanishiga va konstruktiv elementlarning haqiqiy deformatsiyalanish holatini to‘liq aks ettirmasligiga olib kelishi mumkin.

Olingan sonli natijalar asosida qurilgan grafik tasvirlar egilishning intensiv zonalari, maksimal deformatsiyalar joylashuvi hamda ularning anizotropiya koeffitsiyentlariga bog‘liqligini yaqqol namoyon etadi. Ushbu natijalar anizotrop plastinkalardan tashkil topgan muhandislik konstruksiyalarini loyihalash jarayonida, ularning mustahkamlik va xizmatga yaroqlilik ko‘rsatkichlarini baholashda, shuningdek, ekspluatatsiya sharoitida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan deformatsiyalanish holatlarini oldindan prognoz qilishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR

1. Амбарсумян С. А.Теория анизотропних пластин. - М: Наука,1987.-360с.
2. Бадалов Ф.Б., Ганиханов Ш.Ф. Вибратсии наследственно-деформируемых элементов конструкции летателных аппаратов. – Ташкент: ТашГАИ, 2002. - 230с.
3. Александров А.В, Потапов В.Д. Основы теории упругости и пластичности. - М.: Высшая школа, 1990. – 405 с.
4. Лехницкий С.Г. Анизотропные пластинки. - М. –Л.: Гостехтеориздат, 1947. – 355 с.
5. Нежданов К.К. О неклассических смешанных задачах анизотропных пластин с переменными упругими характеристиками // Строит.мех.и расчет сооружений. – Москва. - 1990. - Н5. – С. 29-32.
6. Назиров Ш.А., Эшкараева Н.Г. Автоматизация расчета гибких анизотропных пластин сложной формы //Докл. АН РУз. – Ташкент. - 2000. - №8. – С. 22-24.
7. Назиров Ш.А., Эшкараева Н. Г. Описание модулей для расчета анизотропных гибких пластин со сложной конфигуратсии // Проблемы управления и информатики: Докл. Междун. конф. 19-22 сентября 2000. - С. 347-349.
8. Назиров Ш.А., Эшкараева Н.Г. Вычислителный алгоритм расчета анизотропных гибких пластин со сложной формой // Вопр. вычисл. и прикл. математики: Сб. науч.тр. - Ташкент, ИК АН РУз, 1999. - вып. 106. - С.82-89.
9. Narzullayeva Malika. “Chegaralari bo‘ylab turli shartlar ostida bo‘lgan izotrop plastinkaning sonli hisobi”. Dessirtatsiya. Qarshi-2025.

ISSN 3030-3907

10. Xujamurotova Mashxura. “R-funksiya usuli(rfm) yordamida murakkab shaklli nochiziqli anizotrop plastinkalarning kuchlanish deformatsion holatini(kdh) matematik modellashtirish”. Dessirtatsiya Qarshi-2021.
11. Hwu Chyanbin. Анизотропные пластины с отверстиями различной формы при равномерном нагружении или чистом изгибе // Trans ASME.J. Appl.Mech. - 1990. - 57. N 3. - С.700-706 (англ).

ISSN 3030-3907

IMPROVEMENT OF THE TECHNOLOGY FOR PRODUCING COMPOSITE POLYMER MATERIALS FOR PROTECTING INDUSTRIAL ENTERPRISES FROM CORROSION

Sultanov S.O‘
Doctor of Chemical Sciences, Professor at Guliston State Pedagogical Institute
G‘ofurov D.D
Master’s student of Gulistan State Pedagogical Institute

Abstract. The article addresses the issues of improving the technology for producing composite polymer materials used to protect metal structures and equipment in industrial enterprises from corrosion. Using epoxy-, polyurethane-, and vinyl ester–based composites as examples, the influence of binders, fillers, and modifiers is analyzed. The proposed technological solutions are aimed at enhancing the adhesion, chemical resistance, and service life of protective coatings.

Keywords: corrosion, anticorrosion coating, composite polymer, epoxy resin, industrial technology.

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы совершенствования технологии получения композиционных полимерных материалов, применяемых для защиты металлических конструкций и оборудования промышленных предприятий от коррозии. На примере композиций на основе эпоксидных, полиуретановых и винилэфирных смол проанализировано влияние связующих, наполнителей и модификаторов. Предложенные технологические решения направлены на повышение адгезии, химической стойкости и срока службы защитных покрытий.

Ключевые слова: коррозия, антикоррозионное покрытие, композиционный полимер, эпоксидная смола, промышленная технология.

Annotatsiya. Maqolada sanoat korxonalarida metall konstruksiyalar va uskunalarni korroziyadan himoyalash uchun qo‘llaniladigan kompozitsion polimer materiallarini olish texnologiyasini takomillashtirish masalalari yoritilgan. Epoksid, poliuretan va vinilester asosidagi kompozitsiyalar misolida bog‘lovchi, to‘ldiruvchi va modifikatorlarning ta’siri tahlil qilinadi. Taklif etilgan texnologik yechimlar qoplamalarning adgeziyasi, kimyoviy barqarorligi va xizmat muddatini oshirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: korroziya, antikorroziya qoplama, kompozitsion polimer, epoksid smola, sanoat texnologiyasi.

INTRODUCTION

In industrial enterprises, the long-term and reliable operation of metal structures and technological equipment is largely determined by their resistance to corrosion. In chemical, oil and gas, energy, metallurgical and food industry

ISSN 3030-3907

enterprises, aggressive environments (humidity, acidic and alkaline solutions, gases, high temperatures) affects the corrosion of metals, reducing production efficiency, increasing the risk of accidents, and leading to significant economic losses.

According to international statistical data, in industrially developed countries the annual economic loss caused by corrosion amounts to 3–4% of gross domestic product. Therefore, the effective protection of metal structures and the introduction of resource-efficient and environmentally safe anti-corrosion technologies are considered one of the key areas of modern materials science and chemical technology.

Although conventional anti-corrosion protection methods (metal coatings, paints, inhibitors) are somewhat effective, they cannot always provide long-term protection in aggressive industrial environments. Therefore, in recent years interest in anti-corrosion coatings based on composite polymer materials has grown significantly. Such materials offer advantages such as high adhesion, mechanical strength, chemical stability and technological versatility.

In particular, epoxy-, polyurethane- and vinylester-based composite polymer coatings are widely used in industrial settings, providing effective protection for metal surfaces against aggressive environments. At the same time, modern scientific research indicates the need to improve the technology for producing these materials, to modify their composition and to further enhance their operational properties.

In practice, various methods are used to protect metal structures — metal coatings, conventional paint-and-varnish systems, electrochemical protection, and corrosion inhibitors. However, in many cases these methods cannot provide sufficient durability in aggressive industrial environments, with coatings cracking, inter-layer delamination and rapid wear observed. As a result, maintenance and repair costs increase.

In recent years, scientific research in materials science and chemical technology has shown that the use of composite polymer materials is a promising direction for protecting industrial enterprises from corrosion. Composite polymer coatings possess high adhesion, mechanical strength, chemical stability and technological versatility, forming a dense, continuous protective layer on the metal surface. This layer drastically restricts the diffusion of water, oxygen, and aggressive ions into the metal surface, thereby slowing the progression of the corrosion process.

In particular, epoxy-, polyurethane- and vinylester-based composite polymer materials are widely used in industrial settings, distinguished by their high

ISSN 3030-3907

performance characteristics. Epoxy-based coatings form a strong chemical bond with the metal surface, polyurethane systems are characterised by their elasticity and resistance to atmospheric exposure, and vinylester composites exhibit high stability in aggressive chemical environments.

In modern research, special attention is being paid to modifying the composition of composite polymer materials and to the use of various mineral and fibrous fillers, nanoparticles and functional additives in order to enhance their performance. This approach enables the enhancement of coating adhesion strength, the prevention of microcrack formation, and the improvement of mechanical and chemical stability.

At the same time, the technology for obtaining composite polymer materials is also of great importance, as the mixing method, component ratio, curing regimes and application technology determine the final properties of the coating. Therefore, the development of technology for obtaining composite polymer materials to protect industrial enterprises from corrosion, and the scientific optimisation of their composition and structure, is one of the pressing tasks of modern chemical technology.

Anisotropic materials - materials whose properties (mechanical, optical, magnetic, etc.) are not the same in different directions. Anisotropic materials include single crystals, crystals, reinforced plastics, graphite, steel and alloy forgings (rolled and stamped), fibre materials and others. Composite materials, consisting of a combination of a filler (metal fibres, filament crystals) and a binding material (polymers and metals), are of great importance. Anisotropic materials are used in machine building for the manufacture of high-strength parts and structures, transformers, and gas turbine blades.

Corrosion-resistant materials are materials that have a high resistance to corrosion. They include metallic and non-metallic (inorganic and organic), composite, structural and protective types. Metallic corrosion-resistant materials include steels and cast irons, refractory alloys; noble metals; aluminium and copper-based alloys (bronze, brass), whose corrosion resistance is enhanced by alloying; and alloys based on nickel, niobium, tantalum, zirconium and other elements. Non-metallic inorganic corrosion-resistant materials include natural silicate materials — andosite, basalt, granite, diorite, quartzite and other acid-resistant rocks; dolomites, marbles, limestones; synthetic silicate materials (quartz glass, silicate glass, ceramic materials, enamels, acid-resistant concrete and others) are included. Non-metallic organic corrosion-resistant materials (polyethylene, polystyrene, fluoroplastics and others) are widespread. Corrosion-resistant materials are used in the manufacture of chemical equipment, pipes and articles for

ISSN 3030-3907

use in acidic, alkaline and saline environments, and in atmospheres containing chemically aggressive gases.

Epoxy-based polymer materials are among the most widely used anti-corrosion coatings for protecting metal structures and technological equipment in industrial enterprises. Epoxy resins are highly reactive and, during the curing process, form a three-dimensional spatial network. As a result, a coating with high mechanical strength, density and excellent surface adhesion is produced.

One of the main advantages of epoxy coatings is their ability to form a strong chemical and physical bond with the metal surface. This property is explained by the interaction of the epoxy groups in the epoxy resin with the active centres on the metal surface. As a result, a strong bond is formed between the coating and the metal, significantly reducing the likelihood of interlayer separation and the formation of microcracks.

Epoxy-based coatings effectively restrict the diffusion of water, oxygen and aggressive ions into the metal surface. The dense polymer matrix forms a protective barrier on the metal surface, slowing the progression of electrochemical corrosion processes. For this reason, epoxy coatings are widely used on industrial equipment operated in acidic and alkaline environments, in saline solutions and in high-humidity conditions.

However, epoxy coatings also have certain limitations. For example, their relatively low elasticity and sensitivity to ultraviolet radiation can lead to the formation of cracks on the coating surface during long-term exposure to open-air conditions. For this reason, modern research places particular emphasis on improving their performance by combining epoxy resins with polyurethane, vinyl ester or various modifiers.

In recent years, mineral and fibrous fillers, nanoparticles and functional additives have been incorporated into epoxy-based composite materials to enhance their performance. This approach not only enhances the mechanical strength, thermal and chemical stability of epoxy coatings, but also significantly improves their anti-corrosion protection effectiveness.

Polyurethane-based polymer materials are one of the modern anti-corrosion coatings widely used in industrial enterprises to protect metal structures and equipment from corrosion. Polyurethanes are formed by the reaction between isocyanate groups and hydroxyl groups, creating an elastic and robust polymer structure. This structure gives polyurethane coatings high mechanical stability and resistance to deformation.

One of the key advantages of polyurethane coatings is their high elasticity. This property ensures that the coating layer remains intact under the effects of

ISSN 3030-3907

thermal expansion of the metal surface, mechanical vibrations and dynamic loads. For this reason, polyurethane-based coatings are effectively used in open-air conditions, including in areas subject to high humidity, rainfall and temperature fluctuations.

Polyurethane coatings exhibit high resistance to water and aggressive chemicals, significantly restricting moisture penetration into the metal surface. As a result, the progression of corrosion processes is slowed and the service life of metal structures is extended. Furthermore, polyurethane materials exhibit greater resistance to ultraviolet radiation than epoxy coatings, retaining their colour and structural stability over the long term in open-air conditions.

At the same time, polyurethane coatings may exhibit lower adhesion properties compared to epoxy materials. For this reason, epoxy–polyurethane systems are often used in practice, with the epoxy layer ensuring a strong bond to the metal surface and the polyurethane topcoat providing elasticity and resistance to atmospheric influences. Such multilayer coating systems are widely used in industrial enterprises as a high-performance protective solution.

Modern scientific research is aimed at improving the properties of polyurethane-based composite materials, the possibilities of enhancing the anti-corrosion protection efficiency by modifying their composition and applying various fillers and functional additives are being explored. As a result, polyurethane coatings are being evaluated as promising anti-corrosion materials, distinguished by their high elasticity, chemical stability, and long service life.

Vinylester-based polymer materials are among the high-performance anti-corrosion coatings used in industrial enterprises to protect metal structures and technological equipment from highly aggressive environments. Vinyl ester resins are obtained by modifying epoxy resins with unsaturated monocarboxylic acids, combining the favourable properties of epoxy and polyester materials. This property simultaneously provides vinylester coatings with mechanical strength and chemical stability.

One of the main advantages of vinylester coatings is their high resistance to strongly aggressive chemical environments. These materials are resistant to acids, alkalis, salts and organic solvents, and exhibit lower water absorption compared with epoxy and polyester coatings. As a result, even under prolonged contact with the metal surface, the development of corrosion processes is effectively restricted.

Vinyl ester-based coatings, in addition to high mechanical strength, also possess a certain degree of elasticity, maintaining the integrity of the coating layer under thermal and mechanical loads. For this reason, they are widely used to protect

ISSN 3030-3907

industrial equipment, reactors, pipelines and storage tanks operating under high temperature and pressure conditions.

At the same time, vinylester coatings may have slightly lower surface adhesion compared to epoxy materials. For this reason, in practice vinyl ester coatings are often applied together with epoxy-based primer coats. Such a combination ensures strong adhesion to the metal surface while providing high chemical and mechanical stability.

Modern scientific research is investigating the incorporation of various mineral and fibrous fillers, nanoparticles, and functional modifiers into vinyl ester-based composite materials to further enhance their properties and extend their service life. This approach makes it possible to enhance the operational stability of vinylester coatings, extend their service life and broaden their scope of application in industrial enterprises.

METHODS AND MATERIALS

Technology for obtaining epoxy-based composite polymer materials

The technology for obtaining epoxy-based composite polymer materials is based on the precise selection of binder resin, curing agent and functional additives in specific proportions. Initially, the epoxy resin (for example, a bisphenol A diglycidyl ether-based resin) is prepared in a process vessel at a specified temperature (20–25 °C) by mechanical stirring. Then mineral or fibrous fillers (quartz powder, glass fibre, basalt fibre) and modifiers are gradually introduced into the resin and mixed until a homogeneous composition is obtained.

In the next stage, a hardener (amine or anhydride hardeners) is introduced into the epoxy resin. The addition of the hardener initiates the polymerisation process, so the mixing time is strictly controlled. The prepared composition is applied to the pre-cleaned and degreased metal surface by spraying, brushing or pouring. The curing process is carried out at room temperature or by heat treatment at 60–120 °C. The result is an epoxy coating with high adhesion and chemical stability.

Technology for obtaining polyurethane-based composite polymer materials

The technology for obtaining polyurethane-based composite materials is based on the chemical reaction between the isocyanate and polyol components. In the first stage of the technology, the polyol component is loaded into the reaction vessel in the specified proportion and prepared by mechanical mixing. Plasticisers, stabilisers and fillers are added to the polyols to form a homogeneous system.

In the next stage, the isocyanate component (for example, methylene diphenyl diisocyanate or toluene diisocyanate) is introduced into the mixture. The reaction between the isocyanate and the polyol produces the polyurethane chain.

ISSN 3030-3907

During the process, the mixing speed and temperature are strictly controlled, as excessive acceleration of the reaction can adversely affect the coating quality. The prepared polyurethane composition is applied to the metal surface by spraying or pouring and forms a strong, elastic coating at room temperature or under a low-temperature curing regime.

Technology for obtaining vinyl ester-based composite polymer materials

The technology for obtaining vinylester-based composite materials is carried out using vinylester resin, an activator and catalysts. First, the vinylester resin is loaded into a process vessel and mechanically mixed at the specified temperature. Then fillers and modifiers are introduced into the resin, and mixing is continued until the composition is homogeneous.

In the next stage, a catalyst (for example, methyl ethyl ketone peroxide) and an initiator are added to initiate the polymerisation process. These components initiate free-radical polymerisation in the vinyl ester resin. The prepared composition is applied to the metal surface and cured at room temperature or under slightly elevated conditions. The result is a vinylester coating with high chemical stability and resistance to aggressive environments.

Table 1

Comparison of technologies for obtaining epoxy, polyurethane and vinylester composites

Specifications	Epoxy-based technology	Polyurethane-based technology	Vinylester-based technology
Main binder	Epoxy resin (DGEBA, etc.)	Polyol + isocyanate	Vinylester resin
Curing mechanism	Amin/anhydride crosslinking	Isocyanate–hydroxyl reaction	Free radical polymerisation
Mixing conditions	20–25 °C, mechanical	20–30 °C, mechanical	20–25 °C, mechanical
Freezing mode	Room temperature or 60–120 °C	Room temperature or low temperature	Room temperature or gentle heating
Adhesion (to metal)	Very high	Medium–high	Medium
Elasticity	Low–medium	High	Medium
Chemical stability	High	High	Very high
Atmospheric resistance	Medium	High (UV-resistant)	High

ISSN 3030-3907

Typical application: chemical equipment, coating; Environment: open; Top layer; Strongly aggressive environment.	Typical application: chemical equipment, coating; Environment: open; Top layer; Strongly aggressive environment.	Typical application: chemical equipment, coating; Environment: open; Top layer; Strongly aggressive environment.	Typical application: chemical equipment, coating; Environment: open; Top layer; Strongly aggressive environment.

RESULT

In order to assess the effectiveness of composite polymer coatings, epoxy resin-based composites were comparatively studied against coatings without epoxy resin (control sample). The experiments were conducted in an environment approximating industrial conditions (humidity 90–95%, temperature 40–60 °C, weak acidic and alkaline media).

During the study, the anti-corrosion protection effectiveness of epoxy-, polyurethane- and vinylester-based composite polymer coatings was evaluated using quantitative indicators. Tests were conducted on coatings applied to the surface of metal plates (St3 steel). The experiments were carried out at 25–30 °C, 90–95 % relative humidity, and in 5 % NaCl, 0.1 M H_2SO_4 and 0.1 M NaOH environments.

In coatings without epoxy resin, the adhesion strength to the metal surface was around 2.5–3.0 MPa, and after 300–400 hours of exposure to an aggressive environment, microcracks and bubbles appeared in the coating layer. As a result, the activation of the corrosion process was observed.

In epoxy resin–based composite coatings, the adhesive strength was found to increase by 4.5–5.2 MPa. The coating has a high density, and no structural degradation was observed under aggressive environmental conditions over 800–1000 hours. The corrosion rate was on average 1.7–2.0 times lower compared with the control sample.

In epoxy-based coatings, the adhesion strength to the metal surface was recorded in the range of 4.6–5.2 MPa. In a saline environment (5 % NaCl), after 720 hours of testing the corrosion rate was 0.08 mm per year, which is approximately 6.5 times lower than that of unprotected metal. The water absorption rate was around 0.6–0.8 % over 24 hours. However, under thermal cycles (from –10 to +60 °C), the low elasticity of the epoxy coatings led to the formation of microcracks in some cases.

ISSN 3030-3907

In polyurethane-based coatings, the adhesion strength was 3.5–4.0 MPa. At the same time, the relative elongation at break reached 120–180%, demonstrating high elasticity. In atmospheric tests (UV radiation + humidity) for 1000 hours, no cracking or delamination was observed on the coating surface. The corrosion rate in a saline environment was around 0.10–0.12 mm/year, slightly higher than that of epoxy coatings, but stable results were recorded in open-air conditions.

Vinyl ester-based coatings demonstrated the highest stability in aggressive chemical environments. After 1,000 hours of testing in acidic and alkaline solutions, mass loss did not exceed 0.2–0.4 %. The water uptake was 0.3–0.5 %. The corrosion rate in a 5 % NaCl solution was 0.05–0.07 mm per year, the lowest among the three coating types. However, the adhesion strength to the metal surface was found to be around 3.2–3.6 MPa, which is lower compared to epoxy coatings.

The quantitative results obtained showed that epoxy coatings have high adhesion (≈5 MPa), polyurethane coatings are characterised by high elasticity (≥150 %) and resistance to atmospheric exposure, while vinylester coatings stand out for their minimal corrosion rate (≈0.06 mm/year). The highest protection efficiency was observed in epoxy–polyurethane and epoxy–vinylester multilayer coating systems, where the overall service life was found to be 1.5–2 times longer than that of conventional coatings.

Table 2

Quantitative indicators of epoxy-, polyurethane- and vinylester-based composite coatings

Specifications	**Epoxy coating**	**Polyurethane coating**	**Vinylester coating**
Adhesion strength, MPa	4,6 – 5,2	3,5 – 4,0	3,2 – 3,6
Corrosion rate, mm/year (in a 5% NaCl environment)	≈ 0,08	0,10 – 0,12	0,05 – 0,07
Water absorption, %	0,6 – 0,8	–	0,3 – 0,5
Elasticity (elongation at break)**, %**	–	120 – 180	–
Duration of the test, hours	-	-	720 – 1000

ISSN 3030-3907

Increase in service life (in multi-layered systems)	-	-	1,5 – 2 equal

CONCLUSION

The conducted study demonstrates that composite polymer coatings based on epoxy, polyurethane, and vinyl ester resins exhibit distinct protective performances depending on their structural and physicochemical properties. Quantitative evaluation showed that epoxy-based coatings provide the highest adhesion strength to metal substrates, reaching 4.6–5.2 MPa, which ensures strong interfacial bonding and effective barrier protection against corrosive agents.

Polyurethane-based coatings exhibited superior elasticity, with elongation at break values ranging from 120 to 180%, allowing them to maintain structural integrity under mechanical deformation, thermal cycling, and atmospheric exposure. This makes polyurethane coatings particularly suitable for outdoor and dynamically loaded industrial structures.

Vinyl ester-based coatings demonstrated the highest chemical resistance in aggressive environments. The corrosion rate in a 5% NaCl solution was limited to 0.05–0.07 mm/year, accompanied by low water absorption values of 0.3–0.5%, indicating excellent resistance to moisture penetration and electrochemical corrosion processes.

Comparative analysis revealed that multilayer coating systems, particularly epoxy–polyurethane and epoxy–vinyl ester combinations, provide the most effective corrosion protection. Such systems combine high adhesion, elasticity, and chemical stability, resulting in an increase in service life by approximately 1.5–2 times compared to conventional single-layer coatings.

Overall, the results confirm that optimization of composite polymer material composition and production technology plays a crucial role in enhancing the corrosion resistance of industrial equipment and metal structures. The proposed approaches can be effectively applied in chemical, energy, oil and gas, and other industrial sectors operating under aggressive environmental conditions.

REFERENCES

1. Bhat, S. I., Mobin, M., Islam, S., Zehra, S., & Shahid-ul-Islam, *Recent advances in anticorrosive coatings based on sustainable polymers: Challenges and perspectives*, *Surface and Coatings Technology*, 480, 130596 (2024).
2. Saikia, M., Dutta, T., Jadhav, N., & Kalita, D. J., *Insights into the Development of Corrosion Protection Coatings*, *Polymers*, 17(11), 1548 (2025).

ISSN 3030-3907

3. Bekbayeva, L., Negim, E.-S., Al Azzam, K. M., et al., *Optimizing Anticorrosion Coating Performance: Synthesis of Polyurethane/Epoxy Hybrids*, *Polymers*, 17, 1516 (2025).
4. Hu, Y., *Bibliometric Analysis of Coating Protection from 2015 to 2025*, *Coatings*, 15(6), 686 (2025).
5. Xavier, J. R., Vinodhini, S. P., Beryl, J. R., *Novel multifunctional epoxy based graphitic carbon nitride/silanized TiO_2 nanocomposite as protective coatings for steel surface against corrosion*, *Journal of Central South University*, 31(10), 3394-3422 (2024).
6. "Research Progress of Polymer-Based Coatings for Anti-Corrosion Protection," *Polymers*, review article (2025).
7. "Recent advances in epoxy coatings for corrosion protection of steel," review article (2025).
8. Makhmetova, A., *An Overview of Epoxy Resins as Coating to Protect Metals*, (2024) (overview on anticorrosion epoxy coatings).
9. Islam Bhat, et al., *Recent Advances in Anticorrosive Polymer Coatings*, *Surface and Coatings Technology* (2024) – sustainability focus.
10. Saikia, M. et al., *State-of-the-art composite polymer coating technologies for corrosion protection*, *Polymers*, 17(11), 1548 (2025).

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT DAVRIDA KIBERXAVFSIZLIKNING YANGI TAHDIDLARI

Komilova Zulxumor Xokimovna
Farg‘ona davlat universiteti axborot texnologiyalari kafedrasasi katta o‘qituvchisi
E-mail: umor851@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun’iy intellekt texnologiyalarining jadal rivojlanishi sharoitida kiberxavfsizlik sohasida yuzaga kelayotgan yangi tahdidlar kompleks tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt bir vaqtning o‘zida ham kiberxavfsizlikni ta’minlash vositasi, ham yangi tahdidlar manbai sifatida namoyon bo‘lmoqda. Maqolada kiberxavfsizlik tizimlarini mustahkamlash bo‘yicha nazariy va amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, kiberxavfsizlik, kiberhujumlar, deepfake, mashinali o‘rganish, zararli dasturlar, axborot xavfsizligi, kibertahdidlar.

Аннотация. В данной статье представлен всесторонний анализ новых угроз, возникающих в области кибербезопасности в контексте стремительного развития технологий искусственного интеллекта. Результаты показывают, что искусственный интеллект одновременно выступает как средство обеспечения кибербезопасности, так и источник новых угроз. В статье разработаны теоретические и практические рекомендации по укреплению систем кибербезопасности.

Ключевые слова: искусственный интеллект, кибербезопасность, кибератаки, deepfake, машинное обучение, вредоносное ПО, информационная безопасность, киберугрозы.

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of new threats emerging in the field of cybersecurity in the context of the rapid development of artificial intelligence technologies. The results show that artificial intelligence is simultaneously emerging as both a means of ensuring cybersecurity and a source of new threats. The article develops theoretical and practical recommendations for strengthening cybersecurity systems.

Keywords: artificial intelligence, cybersecurity, cyberattacks, deepfake, machine learning, malware, information security, cyberthreats.

KIRISH

Zamonaviy raqamli jamiyatda sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal sur'atlar bilan rivojlanishi kiberxavfsizlik sohasida tubdan yangicha vaziyat yuzaga keltirmoqda. Biroq, SI-ning keng qo‘llanilishi bilan birga, bu texnologiyalardan kiberjinoyatchilar tomonidan suiiste'mol qilish xavfi ham ortib bormoqda. Jahon iqtisodiy forumi (WEF) ma’lumotlariga ko‘ra, 2024-yilda kiberhujumlar natijasida

ISSN 3030-3907

global iqtisodiyotga yetkazilgan zarar 8 trillion AQSH dollaridan oshgan bo‘lib, bu ko‘rsatkich 2020-yilga nisbatan ikki barobar yuqori [1]. Sun’iy intellektning kiberxavfsizlik sohasidagi ikki tomonlama ta’siri zamonaviy tadqiqotchilar e'tiborini tortmoqda – bir tomondan, SI mudofaa mexanizmlarini kuchaytirish vositasi sifatida qo‘llanilsa, ikkinchi tomondan, yangi, murakkab kiberhujumlar yaratish uchun asos bo‘lib xizmat qilmoqda.

Kiberxavfsizlik tahdidlarining evolyutsiyasi sun’iy intellekt qobiliyatlarining rivojlanishi bilan bevosita bog‘liq. An’anaviy kiberhujumlar, asosan, dasturiy zaifliklardan foydalanishga asoslangan bo‘lsa, zamonavii SI-ga asoslangan tahdidlar adaptiv, o‘z-o‘zini rivojlantiruvchi va intellektual xususiyatlarga ega. Mashinali o‘rganish algoritmlari kiberjinoyatchilarga xavfsizlik tizimlarini chuqur tahlil qilish, zaifliklarni avtomatik aniqlash va maqsadli hujumlar ishlab chiqish imkoniyatini beradi. Deepfake texnologiyalari axborot manipulyatsiyasining yangi darajasini yaratib, ijtimoiy muhandislik hujumlarining samaradorligini keskin oshirmoqda. Gartner tadqiqot kompaniyasi bashoratiga ko‘ra, 2025-yil oxiriga kelib, barcha kiberhujumlarning 30 foizi sun’iy intellekt texnologiyalaridan qandaydir darajada foydalanadi [2].

METODOLOGIYA VA ADABIYOTLAR TAHLILI

Ushbu tadqiqot sistematik adabiyotlar tahlili metodologiyasiga asoslanib olib borildi. Ma’lumotlar manbalarini tanlashda ularning ishonchliligi, ilmiy asoslanganiligi va dolzarbligi mezonlari qo‘llanildi. Zamonaviy tadqiqotchilar sun’iy intellektning kiberxavfsizlikga ta’sirini ikki asosiy yo‘nalishda ko‘rib chiqadilar. Birinchi yo‘nalish SI texnologiyalarini kiberhujumlar uchun yangi vosita sifatida tahlil qiladi. Schneier o‘z tadqiqotida ta’kidlaganidek, generativ sun’iy intellekt modellari, xususan, GPT-4 va uning analoglari, zararli kod yaratish jarayonini demokratlashtirmoqda va texnik bilimi cheklangan shaxslarga ham murakkab kiberhujumlarni amalga oshirish imkoniyatini bermoqda [3]. Rossiyalik tadqiqotchilar Ivanov va Petrov mashinali o‘rganish algoritmlarining kiberxurujchilar tomonidan axborot tizimlaridagi zaifliklarni avtomatik aniqlash, xavfsizlik tizimlarini aylanib o‘tish va adaptiv hujum strategiyalarini ishlab chiqish uchun qanday qo‘llanilishini ko‘rsatib berdilar [4]. Deepfake texnologiyalari kiberxavfsizlik sohasida alohida e'tiborni talab qiladigan tahdid sifatida qaralmoqda. Chesney va Citron deepfake videolar va audio yozuvlarning korporativ muhitda autentifikatsiya tizimlarini buzish, firibgarlik sxemalarini amalga oshirish va axborot manipulyatsiyasi orqali strategik qarorlar qabul qilishga salbiy ta’sir ko‘rsatish xavfini tahlil qildilar [5]. O‘zbekistonlik tadqiqotchi Karimov milliy kontekstda axborot xavfsizligi muammolarini o‘rganib, raqamli

ISSN 3030-3907

transformatsiya sharoitida kiberxavfsizlik infratuzilmasini mustahkamlash zarurligini asosladi [6].

Ikkinchi yo‘nalish sun’iy intellektni kiberxavfsizlikni ta’minlash vositasi sifatida ko‘rib chiqadi. Microsoft va IBM kompaniyalarining birgalikdagi tadqiqotida SI-ga asoslangan xavfsizlik tizimlari an’anaviy usullarga nisbatan anomaliyalarni aniqlashda 60% yuqori samaradorlikka erishishi va muammolarga javob berish vaqtini 75% ga qisqartirishi ko‘rsatilgan [7]. Tadqiqot shuni isbotlaydiki, mashinali o‘rganish algoritmlari katta hajmdagi tarmoq trafigini real vaqt rejimida tahlil qilib, g‘ayritabiiy faollikni aniqlash va xavflarni oldindan bashorat qilishda yuqori natijalarga erishadi. Biroq, mualliflar sun’iy intellekt tizimlarining o‘zi ham zaiflik manbai bo‘lishi mumkinligini, xususan, adversarial attacks (qarama-qarshi hujumlar) orqali SI modellarini chalg‘itish xavfini ta’kidlaydilar. Evropa Ittifoqining Kiberxavfsizlik Agentligi (ENISA) 2024-yil hisobotida SI-ga asoslangan mudofaa tizimlarini joriy etishda ma’lumotlar maxfiyligi, algoritmik tarafkashlik va tizim shaffofligi kabi muhim muammolarni hal etish zarurligini ko‘rsatadi [8].

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Adabiyotlar tahlili va zamonaviy tendentsiyalarni o‘rganish asosida sun’iy intellekt davrida kiberxavfsizlikning asosiy tahdidlari va ularning xususiyatlari aniqlanib, tizimli tahlil o‘tkazildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, SI-ga asoslangan kibertahdidlar o‘zining murakkabligi, adaptivligi va intellektual xususiyatlari bilan an’anaviy tahdidlardan tubdan farq qiladi. Ushbu tahdidlarni to‘rtta asosiy toifaga ajratish mumkin: avtomatlashtirilgan zararli dasturlar, deepfake va axborot manipulyatsiyasi, mashinali o‘rganishga asoslangan hujumlar, hamda sun’iy intellekt tizimlariga qaratilgan maxsus hujumlar.

Avtomatlashtirilgan zararli dasturlar kategoriyasi zamonaviy kiberjinoyatchilarning arsenal asosini tashkil etmoqda. Generativ SI modellaridan foydalanib yaratilgan zararli kodlar o‘z-o‘zini modifikatsiyalash, antivirus tizimlarini aylanib o‘tish va maqsad tizimning xususiyatlariga moslashish qobiliyatiga ega. Tadqiqot ma’lumotlariga ko‘ra, 2024-yilda aniqlangan yangi zararli dasturlarning 42% polimorf xususiyatga ega bo‘lib, ular har bir infeksiyada o‘z kodini o‘zgartiradi. Bu esa an’anaviy imzo-asosli aniqlash usullarini samarasiz qiladi. Bundan tashqari, SI yordamida yaratilgan phishing xabarlari kontekstual adekvatligi va ishonchlilik darajasi bilan ajralib turadi – til modellaridan foydalangan holda har bir qurbonning shaxsiy xususiyatlari, professional faoliyati va ijtimoiy aloqalariga moslashtirilgan maqsadli xabarlar ishlab chiqiladi.

Deepfake texnologiyalari ikkinchi muhim tahdid kategoriyasini tashkil etadi. Zamonaviy generativ-raqobatli tarmoqlar (GAN) yuqori sifatli soxta video va

ISSN 3030-3907

audio materiallar yaratish imkonini beradi, bu esa biometrik autentifikatsiya tizimlarining ishonchliligiga jiddiy tahdid solmoqda. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, 2024-yilda deepfake texnologiyalari yordamida amalga oshirilgan moliyaviy firibgarlik hodisalari 2022-yilga nisbatan 900% ga oshgan. Ayniqsa, korporativ muhitda yuqori lavozimli xodimlarning tasviridan foydalanib, pul o‘tkazmalari yoki maxfiy ma’lumotlarni oshkor qilishga undash holatlari tez-tez uchramoqda. Deepfake texnologiyalarining yana bir xavfli jihati ularning ijtimoiy-siyosiy manipulyatsiya vositasi sifatida qo‘llanilishi – soxta bayonotlar, provokatsion materiallar yaratish orqali jamiyatda ishonch inqirozi yuzaga kelishi mumkin. Video va audio materiallarning autentligini tekshirish uchun zamonaviy forensik usullar ishlab chiqilayotgan bo‘lsa-da, deepfake yaratish texnologiyalari ham jadal rivojlanib, aniqlash va yaratish o‘rtasida doimiy "qurolli kurash" kuzatilmoqda.

Mashinali o‘rganishga asoslangan hujumlar uchinchi kategoriyani tashkil etadi va ular ayniqsa murakkab va xavfli xususiyatga ega. Kiberjinoychilar mashinali o‘rganish algoritmlarini axborot tizimlaridagi zaifliklarni avtomatik aniqlash, tarmoq trafigini tahlil qilib himoya mexanizmlarini o‘rganish va adaptiv hujum strategiyalarini ishlab chiqish uchun qo‘llaydilar. Nol-kun zaifliklarini topish jarayonini avtomatlashtiruvchi SI tizimlar ishlab chiqilmoqda, bu esa hujumchilarga dasturiy ta’minot ishlab chiquvchilar tomonidan muammoni tuzatgunga qadar zaifliklardan foydalanish imkoniyatini beradi. Bundan tashqari, reinforcement learning (kuchaytiruvchi o‘rganish) algoritmlaridan foydalangan holda xavfsizlik tizimlarini real vaqt rejimida sinovdan o‘tkazadigan va eng samarali hujum yo‘llarini topuvchi avtomatlashtirilgan tizimlar yaratilmoqda.

1-Jadval.

Sun’iy intellektga asoslangan kibertahdidlarning tasnifi va xususiyatlari

Tahdid turi	**Asosiy texnologiya**	**Maqsad**	**Aniqlash murakkabligi (1-10)**	**Potensial zarar darajasi**
Avtomatlashtirilgan zararli dasturlar	GPT modellari, polimorf kodlash	Tizimga kirib olish, ma’lumotlarni o‘g‘irlash	8	Yuqori
Deepfake manipulyatsiyasi	GAN, diffuziya modellari	Autentifikatsiyani buzish, manipulyatsiya	9	Juda yuqori

ISSN 3030-3907

Maqsadli phishing	NLP, profil tahlili	Maxfiy ma’lumotlar olish	7	Yuqori
Zaifliklarni avtomatik qidirish	Mashinali o‘rganish, fuzzing	Nol-kun zaifliklari aniqlash	9	Juda yuqori
Adversarial hujumlar	Neural network poisoning	SI tizimlarini chalg‘itish	10	Kritik
Botnet tarmoqlari	Avtomatlashtirilgan orchestration	DDoS, spam, proxying	6	O‘rta

Jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy SI-ga asoslangan tahdidlarning ko‘pchiligi yuqori aniqlash murakkabligiga ega bo‘lib, an’anaviy xavfsizlik yechimlarini qo‘llash orqali ularni bartaraf etish qiyin. Ayniqsa, adversarial hujumlar – sun’iy intellekt tizimlarining o‘ziga qaratilgan maxsus hujumlar – eng yuqori murakkablik darajasiga ega. Bu turdagi hujumlarda kiberjinoyatchilar mashinali o‘rganish modellariga noto‘g‘ri natijalar berishi uchun maxsus ishlab chiqilgan kiritilgan ma’lumotlardan foydalanadilar. Masalan, avtomobil o‘zini boshqarish tizimlariga yo‘l belgilarini noto‘g‘ri tanish, yoki yuz tanish tizimlariga noto‘g‘ri shaxslarni autentifikatsiya qilishga majbur qilish mumkin.

Sun’iy intellektning kiberxavfsizlikda qo‘llanilishi ham samarali mudofaa strategiyasini ishlab chiqishda muhim rol o‘ynaydi. SI-ga asoslangan xavfsizlik tizimlari anomaliyalarni aniqlash, tahdidlarni bashorat qilish va avtomatlashtirilgan holda javob berish imkoniyatlariga ega. Zamonaviy Security Orchestration, Automation and Response (SOAR) platformalari mashinali o‘rganish algoritmlaridan foydalanib, sekundiga millionlab hodisalarni tahlil qiladi va xavfli faollikni real vaqt rejimida aniqlaydi. Extended Detection and Response (XDR) tizimlar turli xil xavfsizlik ma’lumotlarini birlashtirish va korrelyatsiya qilish orqali murakkab, ko‘p bosqichli hujumlarni aniqlash imkonini beradi. Behavioral analytics (xatti-harakatlar tahlili) yondashuvi foydalanuvchilar va tizimlarning normal faoliyat shaklini o‘rganib, har qanday chetlanishni darhol aniqlash imkoniyatini yaratadi.

Biroq, SI-ga asoslangan mudofaa tizimlarining o‘zi ham bir qator cheklovlarga ega. Birinchidan, bu tizimlar o‘qitilgan ma’lumotlar sifatiga juda bog‘liq – agar o‘qitish ma’lumotlari tarafkash yoki to‘liq bo‘lmasa, tizim samarasiz ishlaydi. Ikkinchidan, adversarial attacks orqali SI modellarini chalg‘itish mumkin. Uchinchidan, yirik SI modellari katta hisoblash resurslari va energiya talab qiladi, bu esa ularning keng miqyosda joriy etilishini qiyinlashtiradi. To‘rtinchidan, "qora

ISSN 3030-3907

quti" muammosi – ko‘plab chuqur o‘rganish modellarining qarorlar qabul qilish jarayoni shaffof emas, bu esa xavfsizlik hodisalarini tekshirishda va huquqiy masalalarni hal qilishda muammolar tug‘diradi.

2-Jadval.

Sun’iy intellektning kiberxavfsizlikdagi qo‘llanilishi va samaradorligi

Qo‘llanish sohasi	SI texnologiyasi	Samaradorlik o‘sishi (%)	Asosiy afzalliklar	Cheklovlar
Anomaliyalarni aniqlash	Mashinali o‘rganish, chuqur o‘rganish	60-75	Real vaqt tahlili, adaptivlik	Noto‘g‘ri ijobiy natijalar
Tahdidlarni bashorat qilish	Predictive analytics	45-60	Proaktiv yondashuv	Ma’lumotlar sifatiga bog‘liqlik
Phishing aniqlash	NLP, kompyuter ko‘rishi	80-95	Yuqori aniqlik	Yangi sxemalar oldida zaiflik
Zararli dastur tahlili	Xatti-harakatlar tahlili	70-85	Noma’lum tahdidlar aniqlash	Resurs talab qiladi
Avtomatlashtirilgan javob	SOAR platformalari	75-90	Tezkor reaksiya	Murakkab stsenariylarda cheklangan
Zaifliklarni baholash	Avtomatlashtirilgan skanerlash	50-65	Tizimli yondashuv	Kontekstual tushunish cheklangan

Jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, SI texnologiyalari turli kiberxavfsizlik vazifalarida turlicha samaradorlikka erishadi. Eng yuqori samaradorlik phishing aniqlash va avtomatlashtirilgan javob berish sohalarida kuzatiladi, bu erda aniq naqshlar va qoidalar mavjud. Biroq, murakkab, kontekstga bog‘liq vazifalar, masalan, zaifliklarni baholash va tahdidlarni bashorat qilishda, samaradorlik nisbatan pastroq. Bu holat SI texnologiyalarini kiberxavfsizlikda qo‘llashda insoniy ekspertiza va nazoratning hali ham muhimligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy kiberxavfsizlik strategiyasi gibrid yondashuvni talab qiladi – sun’iy intellekt va inson imkoniyatlarini birlashtiruvchi integrated approach. SI tizimlari katta hajmdagi ma’lumotlarni tezkor tahlil qilish, xavflarni aniqlash va takrorlanuvchi vazifalarni avtomatlashtirish uchun qo‘llanilishi kerak, insoniy ekspertlar esa murakkab hodisalarni tekshirish, strategik qarorlar qabul qilish va etik jihatlarni ta’minlash uchun javobgar bo‘lishi lozim. Multi-layered defense (ko‘p qatlamli mudofaa) prinsipi asosida qurilgan tizimlar – tarmoq darajasidan tortib, endpoint himoyasi, foydalanuvchilar xabardorligi va hodisalarga javob berishgacha bo‘lgan barcha zvenolarni qamrab oluvchi – eng samarali himoyani ta’minlaydi. Zero-trust arxitektura SI texnologiyalari bilan birlashtirilganda, har bir kirish urinishi va resurs so‘rovini doimiy tekshirish va tasdiqlash orqali yuqori xavfsizlik darajasini ta’minlaydi.

O‘zbekiston sharoitida kiberxavfsizlik infratuzilmasini mustahkamlash uchun bir necha strategik yo‘nalishlar muhim ahamiyatga ega. Birinchidan, milliy SI va kiberxavfsizlik kompetensiyalarini rivojlantirish – malakali mutaxassislar tayyorlash, tadqiqot markazlari tashkil etish va xalqaro hamkorlikni kengaytirish zarur. Ikkinchidan, kritik axborot infratuzilmasi obyektlarida zamonaviy SI-ga asoslangan himoya tizimlarini bosqichma-bosqich joriy etish va milliy xavfsizlik standartlarini ishlab chiqish. Uchinchidan, kiberxavfsizlik madaniyatini shakllantirish – davlat organlari, biznes va fuqarolar o‘rtasida kiberxavfsizlik savodxonligini oshirish. To‘rtinchidan, milliy incident response markazini zamonaviy SI texnologiyalari bilan jihozlash va mintaqaviy kiberxavfsizlik hamkorligi tizimini yaratish.

XULOSA

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt zamonaviy kiberxavfsizlik landshaftida paradoksal rol o‘ynaydi – u bir vaqtning o‘zida eng kuchli himoya vositasi va eng xavfli tahdid manbai hisoblanadi. SI-ga asoslangan kibertahdidlar o‘zining adaptivligi, intellektualligi va keng miqyosda qo‘llanilish qobiliyati bilan an’anaviy tahdidlardan tubdan farq qiladi. Avtomatlashtirilgan zararli dasturlar, deepfake manipulyatsiyalari, mashinali o‘rganishga asoslangan hujumlar va SI tizimlariga qaratilgan adversarial attacks zamonaviy kiberxavfsizlik arxitekturasini qayta ko‘rib chiqishni talab qiladi. Tadqiqot davomida aniqlangan eng muhim tendentsiya – kiberhujumlar avtomatlashtirish darajasining keskin oshishi va maqsadli hujumlarni amalga oshirish uchun zarur bo‘lgan texnik bilimlar bo‘sag‘asining pasayishi. Biroq, sun’iy intellekt kiberxavfsizlik sohasida nafaqat muammo, balki yechim ham hisoblanadi. SI texnologiyalari anomaliyalarni aniqlash, tahdidlarni bashorat qilish, avtomatlashtirilgan javob berish va katta hajmdagi xavfsizlik ma’lumotlarini tahlil qilishda an’anaviy

ISSN 3030-3907

usullardan sezilarli ustunlikka ega. Tadqiqot ma’lumotlari shuni ko‘rsatdiki, to‘g‘ri amalga oshirilgan SI-ga asoslangan xavfsizlik tizimlari tahdidlarga javob berish vaqtini 75% gacha qisqartirishi va anomaliyalarni aniqlashda 60-95% samaradorlikka erishishi mumkin. Biroq, bu tizimlarning o‘zi ham zaifliklardan xoli emas – ular adversarial hujumlarga, ma’lumotlar sifati muammolariga va resurs talab qilishga duch keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. World Economic Forum. The Global Risks Report 2024. Geneva: WEF, 2024. 96 p.
2. Gartner Inc. Top Strategic Technology Trends for 2025: Cybersecurity Mesh Architecture. Stamford: Gartner Research, 2024. 45 p.
3. Schneier B. The Security Implications of Generative AI // Communications of the ACM. 2023. Vol. 66. No. 11. P. 24-27.
4. Иванов А.С., Петров В.Н. Применение машинного обучения в киберпреступности: новые угрозы и методы противодействия // Вопросы кибербезопасности. 2024. № 2(58). С. 12-24.
5. Chesney R., Citron D.K. Deepfakes and the New Disinformation War: The Coming Age of Post-Truth Geopolitics // Foreign Affairs. 2024. Vol. 103. No. 1. P. 147-155.
6. Каримов Ш.А. Ахборот хавфсизлиги ва рақамли трансформация: Ўзбекистон тажрибаси // Ахборот технологиялари ва иннивация. 2024. № 1. Б. 34-48.
7. Microsoft Corporation, IBM Security. AI-Powered Cybersecurity: Industry Benchmark Report 2024. Redmond-Armonk, 2024. 78 p.
8. European Union Agency for Cybersecurity (ENISA). Artificial Intelligence Cybersecurity Challenges. Heraklion: ENISA, 2024. 112 p.

ISSN 3030-3907

“MAKTAB O‘QUVCHILARIDA ALGORITMIK FIKRLASHNI SHAKLLANTIRISHDA BLOKLI DASTURLASHNING O‘RNI”

Atoyev Fazliddin Sayfiddinovich
Buxoro davlat texnika universiteti “Axborot kommunikatsiya texnologiyalari” kafedrasi dotsenti,
Kamolova Shohzoda Fayzullayevna
Osiyo xalqaro universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada umumta’lim maktablarida algoritmik fikrlashni shakllantirish jarayonida blokli dasturlashning ilmiy va pedagogik ahamiyati batafsil yoritiladi. Tadqiqotda Scratch va robototexnika elementlariga asoslangan ta’limiy faoliyatlar orqali o‘quvchilarda mantiqiy tafakkur, muammoli vaziyatlarni tahlil qilish, algoritmlar yaratish va ijodiy yondashuv ko‘nikmalarini rivojlantirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, maqolada blokli dasturlashning fanlararo integratsiyasi, vizual dasturlash muhitining pedagogik samaradorligi va o‘quvchilarning qiziqish darajasiga ijobiy ta’siri ko‘rsatib o‘tiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, vizual blokli dasturlash va ta’limiy robototexnika o‘quvchilarda muammolarni mantiqiy va tizimli yondashuv orqali yechishga, o‘z g‘oyasini modellashtirishga va natijani amaliyotda sinashga yordam beradi. Shu bilan birga, maqolada xalqaro tajriba va ilmiy manbalar asosida blokli dasturlashni maktab o‘quv dasturlariga bosqichma-bosqich joriy etishning pedagogik metodikasi ham tavsiya qilinadi.

Kalit so‘zlar: algoritmik fikrlash, blokli dasturlash, Scratch, robototexnika, ta’lim texnologiyalari

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the scientific and pedagogical significance of block-based programming in developing algorithmic thinking among school students. The study explores how educational activities based on Scratch and robotics enhance students’ logical reasoning, problem-solving skills, algorithm creation, and creative thinking. Furthermore, the article examines the cross-disciplinary integration of block-based programming, the pedagogical effectiveness of visual programming environments, and their positive impact on student engagement. The findings indicate that visual block programming and educational robotics help students approach problems systematically, model their ideas, and test outcomes in practice. In addition, the article outlines pedagogical methods for gradually integrating block-based programming into school curricula based on international experience and scientific sources.

Keywords: algorithmic thinking, block-based programming, Scratch, educational robotics, learning technologies.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В статье представлен подробный анализ научно-педагогической значимости блочного программирования в развитии алгоритмического мышления школьников. Рассматривается, как образовательные мероприятия на основе Scratch и робототехники способствуют развитию логического мышления, навыков решения задач, создания алгоритмов и творческого подхода учащихся. Кроме того, в статье обсуждается междисциплинарная интеграция блочного программирования, педагогическая эффективность визуальных сред программирования и их положительное влияние на вовлеченность учащихся. Результаты исследования показывают, что визуальное блочное программирование и образовательная робототехника помогают школьникам систематически подходить к решению задач, моделировать свои идеи и проверять результаты на практике. Также рассматриваются методики поэтапного внедрения блочного программирования в школьные учебные программы на основе международного опыта и научных источников.

Ключевые слова: алгоритмическое мышление, блочное программирование, Scratch, образовательная робототехника, образовательные технологии

KIRISH

So‘nggi yillarda jahon ta’lim makonida raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish ustuvor yo‘nalishlardan biriga aylandi. UNESCO va OECD tadqiqotlari shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy jamiyatda muvaffaqiyatli faoliyat yuritish uchun o‘quvchilar algoritmik va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalariga ega bo‘lishi zarur. Shu sababli maktab ta’limida dasturlash asoslarini erta bosqichdan o‘qitish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Algoritmik fikrlash tushunchasi o‘quvchining murakkab masalalarni ketma-ket bosqichlarga ajratish, yechimlar o‘rtasidagi mantiqiy bog‘liqlikni aniqlash va optimal qaror qabul qilish qobiliyatini ifodalaydi. An’anaviy matnli dasturlash tillari boshlang‘ich sinf o‘quvchilari uchun murakkab bo‘lgani sababli, ta’lim amaliyotida blokli dasturlash muhitlari keng joriy etilmoqda. Blokli dasturlash nafaqat mantiqiy fikrlashni, balki ijodiy yondashuvni rivojlantirishda ham samarali vosita hisoblanadi.

ASOSIY QISM

Blokli dasturlash vizual elementlarga asoslangan bo‘lib, o‘quvchilarga dastur tuzish jarayonini aniq va tushunarli shaklda o‘zlashtirish imkonini beradi. Scratch muhitida ishlash jarayonida o‘quvchi buyruqlarni mantiqiy ketma-ketlikda joylashtiradi, shart operatorlari va takrorlash bloklaridan foydalanadi. Bu jarayon algoritmik fikrlashning asosiy komponentlarini shakllantirishga xizmat qiladi.

1. Scratch muhitida algoritm asosida harakatlanuvchi qahramon modeli. Ta’limiy robototexnika esa blokli dasturlashni real obyektlar bilan bog‘lash

ISSN 3030-3907

imkonini yaratadi. Masalan, LEGO Education yoki micro:bit platformalari orqali o‘quvchilar robot harakatini rejalashtirish, sensorlardan ma’lumot olish va unga mos javob qaytarish algoritmlarini tuzadilar. Bu esa nazariy bilimlarning amaliyot bilan uyg‘unlashuvini ta’minlaydi.

2. Sensorli robot uchun blokli algoritm tuzilishi. Bunda blokli dasturlashning fanlararo integratsiyasi ham katta ahamiyatga ega. Masalan, matematika darslarida algoritmlar orqali masalalar yechish, fizika fanida modellashtirish yoki texnologiya darslarida robototexnika loyihalarini ishlab chiqish mumkin. Bu esa o‘quvchilarning bilimlarini amaliyot bilan bog‘lashga yordam beradi.

Pedagogik kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, Scratch va robototexnika asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar o‘quvchilarning fanlarga qiziqishini oshiradi, mustaqil fikrlash va tajriba qilishga undaydi. O‘quvchi xato qilishdan qo‘rqmaydi, chunki vizual muhit xatolarni tez aniqlash va tuzatish imkonini beradi.

ILMIY TAHLIL

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, blokli dasturlash muhitida o‘quvchilar masalalarni kichik elementlarga bo‘lish, shartlar va takrorlashlar orqali yechim topish kabi qobiliyatlarni faol ishlatadilar. Bu jarayon mantiqiy tafakkur, abstraksiya va algoritmlarni tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

Scratch dasturlari va robototexnika loyihalari yordamida o‘quvchilar nafaqat texnik ko‘nikmalarini, balki muammolarni yechish, ijodkorlik va o‘z fikrini ifodalash ko‘nikmalarini ham oshiradilar. Bu esa ularni kelajakdagi murakkab fanlar va kasblarga tayyorlashda muhim ahamiyatga ega.

Blokli dasturlashning pedagogik qiymati shundaki, u o‘quvchilarni murakkab vazifalarni modullar asosida yechishga o‘rgatadi va qiyin tushunchalarni sodda vizual tarzda o‘zlashtirish imkonini beradi.

XULOSA

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, blokli dasturlash maktab o‘quvchilarida algoritmik fikrlashni shakllantirishda samarali pedagogik vosita hisoblanadi. U murakkab kontseptsiyalarni sodda, vizual uslubda o‘rgatish orqali o‘quvchilarda tizimli fikrlashni rivojlantiradi, muammolarni yechish strategiyalarini mustahkamlaydi va ijodiy yondashuvni rag‘batlantiradi.

Muammoni samarali hal etish uchun quyidagi yechimlar taklif etiladi: pedagoglar blokli dasturlashni nafaqat informatika darslarida, balki boshqa fanlarda ham integratsiya etishlari, o‘quv kurslarini Scratch, Code.org va Blockly kabi platformalar yordamida boyitishlari, shuningdek interaktiv loyiha asoslangan o‘quv mashg‘ulotlarini joriy etishlari mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Wing, J. M. Computational Thinking. Communications of the ACM, 2006.

ISSN 3030-3907

2. Resnick, M. et al. Scratch: Programming for All. Communications of the ACM, 2009.
3. OECD. Innovating Education and Educating for Innovation. Paris, 2023.
4. UNESCO. Digital Skills for Life and Work. Global Report, 2022.
5. Codinguz.uz – Algoritmik fikrlash va blokli dasturlash asoslari.

ISSN 3030-3907

EDUCATIONAL GAME PAIR WORK IN TEACHING FOREIGN LANGUAGES.

Sharopova Gulnoza Odil qizi

Samarkand State Medical University Faculty of Languages Trainer assistant

Abstract. This article is about role of the educational games in teaching process. In the article the history of the educational games also illustrated. Writer wrote about some of the effective classroom activities to teach foreign languages in the article.

Key words: foreign languages**,** teaching process, educational games,

Аннотация. Данная статья посвящена роли образовательных игр в процессе обучения. В статье также представлена история образовательных игр. Автор описывает некоторые эффективные методы проведения занятий по изучению иностранных языков.

Ключевые слова: иностранные языки, процесс обучения, образовательные игры.

Annotatsiya. Ushbu maqolada ta’limda qo‘llaniladigan turli xil o‘yinlarning ta’lim jarayonidagi ahamiyati, ularning tarixi haqida ma’lumotlar berilgan. Shuningdek, muallif chet tillarini o‘qitishda bunday o‘yinlarning foydali jihatlariga to‘xtalib o‘tgan.

Kalit so‘zlar: chet tillarini o‘qitish, o‘qitish jarayoni, ta’limiy o‘yinlar.

INTRODUCTION

Games plays essential role in children’s life. Games are integral part of their daily life. Every 8–12-year-old children spend their around 5.5 hours a day on gaming activities. Scientific researchers show that most of the games improve students’ cognitive skills. During the playing games most of the children achieve benefits in their speaking and logically thinking skills. Most of the games based on the creativities assist leaners to learn various subjects also. To remember information, to revise previous knowledge mental games are so helpful.

The origin of the games also very ancient. Most of the antient scientist also wrote about various mental games to help didactic tools. Such games chess, mancala, strategy heavy board game – xiangqi could be used for didactic aids. At that time most of the people used such games for educate their children to improve their thinking strategy to focus on the children’s mental ability. Homer also wrote about benefit of educational games in his books. Most of the kings had special chess tutors to teach future kings how to play chess and they considered that it was so beneficial for government system and war strategies. In the past most of countries had such literal games based on rhymes. The students say a had to recite a poem with the same letter as the last letter of the previous

ISSN 3030-3907

At the present time also, games also used in teaching leaners process to getting better their mental approach. Research from Paper (TM) shows that 48% of the attended in the survey think educational games would be effective in teaching approach. Various games in methodology improve skills of leaners. There are several advantages of utilizing them in language learning lessons. The scientists Rafael Prieto de Lope, F.L. Gutiérrez Vela wrote about pros of the games in their books. They mentioned games:

- reduce reaction time
- improve hand-eye coordination
- increase self-esteem
- improve spatial conception
- encourage interactive learning
- motivate learning through challenges
- stimulate exploratory behavior and the desire to learn
- permit simulators so that users can practice without any real consequences
- improve social skills and basic math
- articulate abstract thinking
- improve cognitive skills

Teaching though games in teaching foreign languages mostly encourage leaners to study hard, or to increase the ability of knowledge in all sphere of various process. There are some activities which can be used in teaching leaners. Using different games during the teaching foreign languages motivate leaners well. Some games can be played using only one list of words, while others work well as review exercises by including all of the vocabulary learned thus far. Most games to improve memory of leaners assist leaners to use them without difficulties.

There are so many games which help teachers during the teaching process. One of them is called Pair Work. In this game teacher wrote some new words on the board and leaners should learn by heart them. The trainees should sit with their pair and they will be one pair group. Task of them is to learn the given words in fast period, which group is ready the group come to board and should say them from memory. If one leaner can say all the words, but one of them fails, the group is considered not to have completed the task. And both of them will not be graded. This game can be used in all sphere of teaching, teachers may use it in the schools or in high education places. It depends on the materials of the teacher. Teacher should choose valid material for the game not too difficult or not too easy. And the material also should be relevant to the topic of the lesson.

ISSN 3030-3907

Advantages of the game is students try to teach each other and try to memorize the words fast. During the activity teacher create warm atmosphere in the class. Teacher can utilize the game during the class time to teach new words and enhance knowledge of the leaners. The game will not take much time and can be used at the beginning of the lesson. To memorize new words of the new topic the game is highly beneficial. During playing game even children who are in different level also can be one team. Advanced and intermediate or upper – intermediate and beginner also can be one team. In this situation mostly the low-level leaner also tries hard to assist his or her team. It creates motivation of early level students.

One of the advantages of the game is the game establishes explaining of new topic. Because when leaners know new words of the topic beforehand it will be easy for teachers while explaining new topic.

Teacher wants to have new topic "Nature" for the 5th form. Teacher writes the word on the board:

Waterfall – sharshara
Cave – g'or
Mountain- tog'
Desert – cho'l
Send – qum
Environment – atrof – muhit
Climate- iqlim
Natural resources – tabiiy resurslar

Teacher gives 2 minutes for learning the words. In 2 minutes, leaners should leaners by heart the words. If there are 16 -18 pupils in the class teacher say that teacher put marks first 3 groups. If one group can not answer it will be chance for other groups.

In conclusion, using Pair work game in the classroom provides good results for leaners in different subjects. Such games assist teachers also for the effective lessons.

USED LITERATURE

1. Chernow G.V. Linguistic basis of simultaneous translation. Moscow: "MGLU." 1980. 243 p
2. Gile D. Scientific research vs. personal theories in the investigation of interpretation Amsterdam "John Benjamins Publishing Company".1990. 170 p.
3. Gile, D. Basic theoretical components in translator and interpreter training. Amsterdam "John Benjamins Publishing Company".1992. 240 p

ISSN 3030-3907

4. YOROVA, S. LATIN AND ITS SIGNIFICANCE IN MEDICAL PROFESSION. Курский государственный медицинский университет КОНФЕРЕНЦИЯ: 20–24 мая 2024 года Организаторы: Курский государственный медицинский университет БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ: Входит в РИНЦ: да Цитирований в РИНЦ: 0 Входит в ядро РИНЦ: нет Цитирований из ядра РИНЦ: 0 Рецензии: нет данных ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ:
5. (Nasimova Sohiba Yaxyayevna, Trans.). (2025). London International Monthly Conference on Multidisciplinary Research and Innovation (LIMCMRI), 2(1), 502-503.
6. Tolibjonova, Z. B., & Nasimova, S. Y. (2025). Language diversification in ancient period. American Journal of Language, Literacy and Learning in STEM Education, 3(1), 343-345.
7. Karimovna, Y. S. Pragmatic and Linguistic Peculiarities of Medical Discourse in English and Uzbek Languages.
8. Шодикулова, А. З. (2023). АНТОНИМЛАР ВОСИТАСИДА ШАКЛЛАНАДИГАН МЕТОНИМИК КОГЕЗИЯ. Research Focus, 2(5), 80-84.
9. Zikiryaevna, S. A. (2025). BRAIN: THE MOST PERFECT ORGAN. Multidisciplinary Journal of Science and Technology, 5(2), 159-163.
10. Mallaevna, N. S., & Chopra, A. (2024). Some features of prescription rules in medicine. technical science research in Uzbekistan, 2(1), 238-244.
11. Nadine Palmer. Gaming in the classroom improves teaching and learning 2024.
12. Эсанова, М. Б. (2022). Инглиз ва ўзбек тилларидаги қўшма гапларнинг тўсиқсиз маъноли турлари. Science and Education, 3(11), 1372-1375.
13. 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),
14. Sharopova G.O (2025) Advantages of case and method in teaching foreign languages. Multidisciplinary Journal of Science and Technology.2276-2280p
15. https://paper.co/blog/game-based-learning-in-education-a-quick-history

ISSN 3030-3907

UDK 677.051.152.8

PAXTANI YIRIK IFLOSLIKLARDAN TOZALASH SEKSIYASINI TAKOMILLASHTIRISHDA ARRACHALI BARABAN TISHLARIDAN PAXTA BO'LAKCHALARINI YECHIB OLISH PARAMETRLARINI ANIQLASH

Musurmonov Ismoil Ergashevich
TDMAU Transport muhandisligi va logistikasi kafedrasi katta o'qituvchisi
E-mail: ismoilmusurmonov09@gmail.com
Muxammadiyev Umarali Sheraliyevich
TDMAU Transport muhandisligi va logistikasi kafedrasi katta o'qituvchisi t.f.f.d PhD
E-mail: muhammadiyevumar5@gmail.com
Abrayev Abdulla Eshboyevich
TDMAU Transport muhandisligi va logistikasi kafedrasi assistenti
E-mail: abdullaabdiulla@gmail.com
Yo'ldoshev Sharofiddin Faxriddin o'g'li
TDMAU Transport muhandisligi va logistikasi kafedrasi assistenti
E-mail: sharofiddinyuldosh@gmail.com

Anotatsiya. Mazkur maqolada paxtani yirik ifloslikdan tozalash seksiyasining texnologik samaradorligini oshirish maqsadida arra-chali baraban tishlaridan paxta bo'lakchalarini yechib olish jarayonini takomillashtirish masalalari yoritilgan. Paxta tozalash jarayonida arrachali baraban tishlariga ilashib qolgan paxta bo'lakchalarini ajratish mexanik parametrlarining optimal qiymatlarini aniqlash bo'yicha nazariy va eksperimental tadqiqotlar olib borildi.

Kalit so'zlar: Paxta tozalash, yirik ifloslikdan, arrachali baraban, baraban tishlari, paxta bo'lakchalari, mexanik ajratish, elyaf shikastlanishi, energiya tejamkorligi, arrachali mexanizm, tozalash seksiyasi, ajratish jarayoni.

Аннотация. Очистка хлопка, крупные примеси, пильный барабан, зубья барабана, кусочки хлопка, механическое разделение, профиль зубьев, скорость вращения, сила разделения, параметры конструкции, технологический режим, оптимальные параметры, сила трения, эффективность очистки, повреждение волокон, энергоэффективность, механизм пилы, секция очистки, процесс разделения.

Ключевые слова: Очистка хлопка, крупные примеси, пильный барабан, зубья барабана, кусочки хлопка, механическая сепарация, повреждение волокон, энергосбережение, механизм пилы, секция очистки, процесс сепарации.

ISSN 3030-3907

Annotation. This article discusses the issues of improving the process of removing cotton pieces from the teeth of the saw-toothed drum in order to increase the technological efficiency of the cotton cleaning section from large impurities. Theoretical and experimental studies were conducted to determine the optimal values of the mechanical parameters for separating cotton pieces stuck in the teeth of the saw-toothed drum during the cotton cleaning process.

Keywords: Cotton cleaning, large impurities, saw drum, drum teeth, cotton pieces, mechanical separation, fiber damage, energy saving, saw mechanism, cleaning section, separation process.

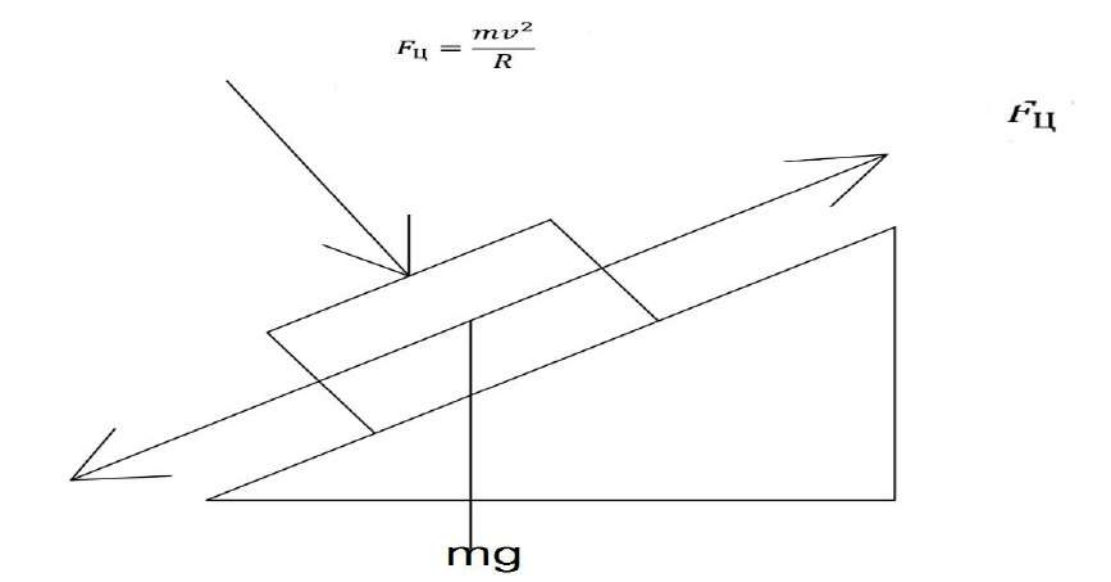
KIRISH

Arrachali baraban tishlarida paxta bo‘lakchasiga quyidagi kuchlar ta’sir qiladi (1-rasm). Paxta bo‘lakchasini arrachali baraban tishlarida ushlab turish tenglamasi quyidagi shaklga ega [1]:

Aslida, arrachali baraban tishidagi paxta bo‘lakchasini ushlab turish ishqalanish kuchlari tufayli yuzaga keladi, shuning uchun vazifa 0,0042 kg miqdoridagi paxta bo‘lakchasini qiya yuzada yotgan xolatiga tenglashtirib yechilishi mumkin.

ASOSIY QISIM

Paxta bo‘lakchasining qiya yuza bo‘ylab harakatlana boshlashi uchun zarur bo‘lgan kuchni aniqlash uchun biz quyidagi kuchlarni hisobga olishimiz kerak: pastga ta’sir qiluvchi og‘irlik kuchi va markazdan qochma kuch, inersiya kuchi.



1-rasm. Paxta bo‘lakchasiga ta’sir etuvchi kuchlar sxemasi

$$\sum X = 0 \qquad F_q = ma + (mg\sin\beta + F_m)\mu \tag{1}$$

ISSN 3030-3907

Inersiya va markazdan qochma kuchlarni quyidagi formulalar yordamida hisoblash mumkin:

$$ma = m\omega^2 R \quad (2)$$

$$F_m = \frac{mV^2}{R} \quad (3)$$

Bunday holda, paxta bo‘lakchasini arrachali baraban tishlarida ushlab turish kuchi quyidagiga teng bo‘ladi:

$$\sum \varepsilon \; F_q = m\omega^2 R + (mg\sin\beta + \frac{mV^2}{R})\mu \quad (4)$$

Ushbu (4) tenglamaga asoslanib, paxta bo‘lakchasini arra tishidan yechib olish uchun kerakli kuchni aniqlash mumkin. Bosimni aniqlash uchun paxta bo‘lakchasini maydoniga ko‘paytirish kerak. Va keyin, bosimni aniqlangandan so‘ng, biz oqim tezligini xam topishimiz mumkin. [2]

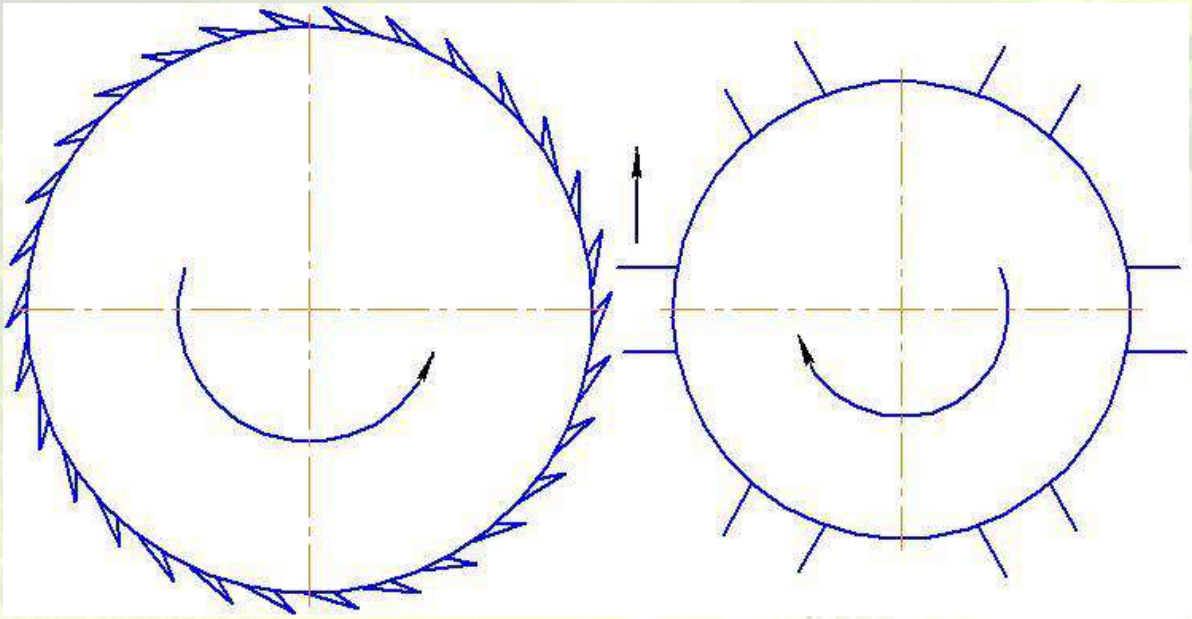
Shuni ta’kidlash kerakki, ushbu formula paxta massasidagi yo‘qotishlarni hisobga olmagan holda faqat idealizatsiya qilingan sharoitlarda amal qiladi.

Paxta bo‘lakchasini yechib olish pichoqlarining nol burchagi bilan markazdan qochma rotori bo‘lgan ventilator barabanining aylanishi tufayli amalga oshiriladi. Biz yechib oluvchi barabanning konstruksiyasini va barabanlar orasidagi masofani optimallashtiramiz.

Arrachali baraban tishidan paxta bo‘lakchasini yechib olish uchun cho‘tkali (plankali) barabandan tomonidan xosil bo‘ladigan havo oqimining bosimi va tezligini aniqlash maqsadida 2-rasmda ko‘rsatilgan sxemani ko‘rib chiqamiz. [3]

Arrachali baraban tishidan paxta bo‘lakchasini yechib olishning asosiy talabi, havo oqimi tezligi barabandagi paxta bo‘lakchasining chiziqli tezligidan ikki baravar ko‘p bo‘lishi kerak. Bu holda chiziqli tezlik arrachali barabanining aylanish tezligiga teng bo‘ladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Paxta bo‘lakchasini arrachali barabandan yechib olish sxemasi

$$V_{tishli} = \frac{\pi D_1 n}{1000 * 60} \quad (5)$$

Yuqorida aytib o‘tilganidek, cho‘tkali (plankali) baraban plankalari qiyalik burchagiga ega bo‘lmagan markazdan qochma bir rotorli ventilator hisoblanadi. Bu xolda paxta bo‘lakchasini yechib oladigan barabanning tezligi quyidagicha ifodalanishi mumkin:

$$V_{tish} = r \cdot \omega \quad (6)$$

Ammo plankali yechish barabanida plankalar ketma-ket emas, shuning uchun xavo oqimi bir xilda bo‘lmaydi, rotordan havo oqimi uchun differensial tenglamani plankalarning nol burchagini hisobga olgan holda yozish mumkin (ya’ni plankalar aylanish markaziga nisbatan radial yo‘naltirilgan). Shu bilan birga, havo oqimi xam radial yo‘nalishda harakat qiladi deb taxmin qilish mumkin. Bu taxmin modelni soddalashtiradi, lekin aslida turbulentlik va boshqa omillar tufayli oqim murakkabroq bo‘lishi mumkin.

Havo oqimidagi P bosimini quyidagi formula bo‘yicha aniqlash mumkin:

$$P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot V_{nom}^{\ 2} \quad (7)$$

Bu yerda: P-havo oqimining bosimi,

(ρ) - havo zichligi (odatda xavo zichligi dengiz sathida taxminan 1,225 kg/m^3 teng deb qabul qilinadi),

Endi kerakli bosim va tezlikni ta’minlash uchun zarur bo‘lgan bo‘shliqni ko‘rib chiqamiz. Buning uchun biz Bernulli tenglamasidan foydalanamiz. Bernulli formulasi idealizatsiya qilingan muhitda, masalan, yo‘qotishsiz suyuqlik yoki gaz

ISSN 3030-3907

oqimida bosim, tezlik va balandlik o‘rtasidagi munosabatni tavsiflovchi matematik formulani anglatadi. Ushbu formula siqilmaydigan, yopishqoq bo‘lmagan suyuqlik uchun Eyler tenglamasining alohida holatidir.

Bernulli formulasi quyidagiko‘rinda bo‘ladi [4]:

$$P + \frac{\rho v^2}{2} + \rho g h = const \qquad (8)$$

Bu yerda: P -muhit ichidagi bosimni ifodalaydi, Pa;

ρ -havo zichligi, kg/m^3;

v -havo tezligi, m/ s;

g -tortishish tezlashishi (odatda yer yuzasida taxminan 9,81 m/s^2 deb taxmin qilinadi),

h- muxitni nuqtasidan yuqorida balandligi, m.

Barabanlar orasidagi masofa o‘zgaradigan bo‘lsa, ular oralig‘idan o‘tadigan xavoning miqdori xam o‘zgaradi.

$\rho g h$ ning qiymatlarini xisobga olmagan xolatda ifoda quyidagi shaklni oladi:

$$P = -\frac{\rho v^2}{2} \qquad (9)$$

Havo tezligining o‘zgarishi biz kesim bilan belgilaydigan bo‘shliqqa bog‘liq bo‘ladi

$$S = L * h_2 \qquad (10)$$

Bu yerda: S-kesim maydoni, m^2;

L-baraban uzunligi, m;

h_2- barabanlar orasidagi bo‘shliq, m .

Oqimning uzluksizligiga asoslanib, bo‘shliqdagi tezlikni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{v}{v_1} \qquad (11)$$

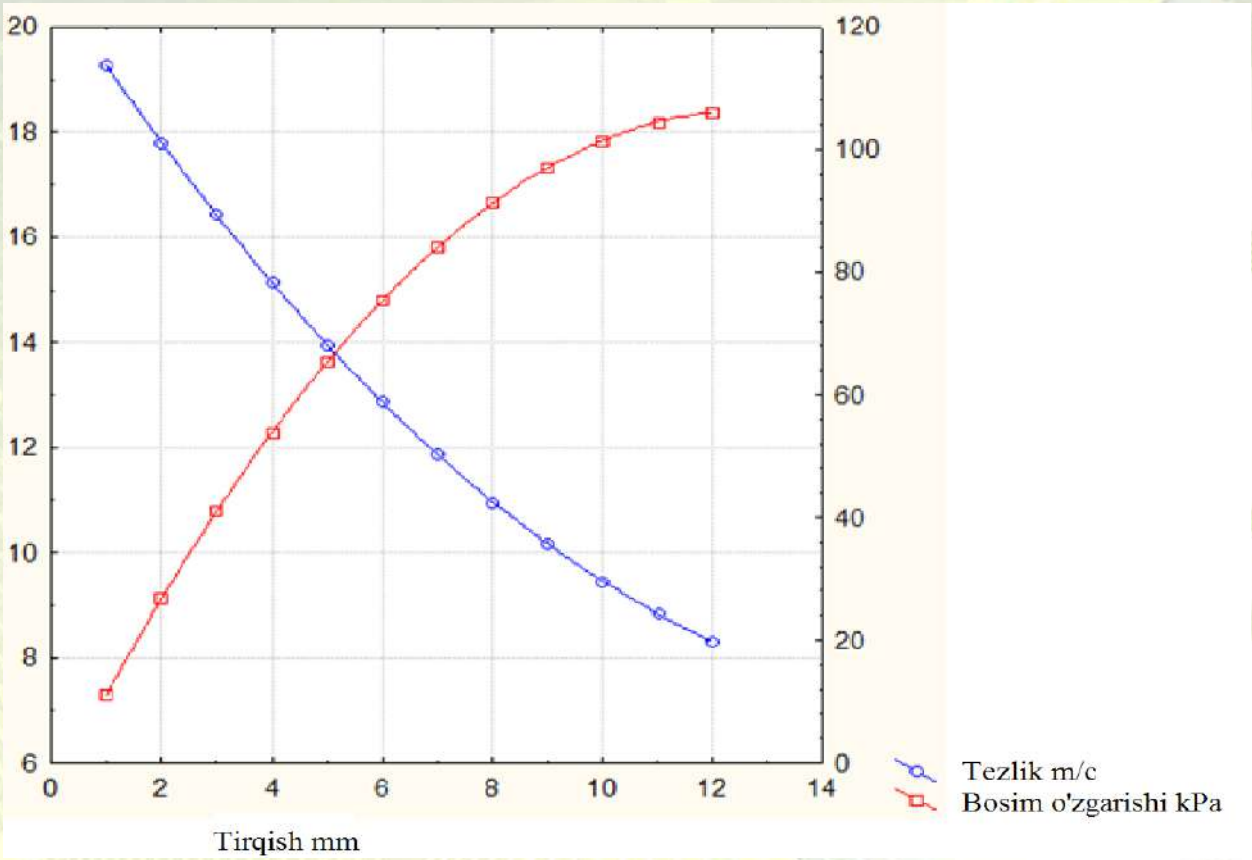
Bunday bog‘liqlikka ega bo‘lsak, bo‘shliq o‘zgarganda tezlikni topishimiz mumkin. (10), (11) va (12) formulalarni birlashtirish usuli bilan bosim va bo‘shliq o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni o‘rnatish mumkin: [5]

$$P = -\frac{\rho v^2 \ h_2^{\ 2}}{2h_1^{\ 2}} \qquad (12)$$

3-rasmda bunday bog‘liqlikning grafigi ko‘rsatilgan. 3-rasmdan ko‘rinib turibdiki, bo‘shliqning oshishi bilan bosimning pasayishi bo‘ladi, aslida u parabolik qonunga muvofiq ortadi, lekin ayni paytda tezlik pasayadi. Talabga ko‘ra tezlik kattaroq bo‘lishi kerak, shuning uchun bo‘shliq minimal bo‘lishi kerak va oqim

ISSN 3030-3907

tomonidan yaratilgan bosim sezilarli bo‘lishi kerak, shuning uchun grafikdan optimal bo‘shliq 4-6 mm bo‘lishini ko‘rish mumkin.



3-rasm. Plankali baraban bosimi va barabanlar orasidagi bo‘shliqning o‘zaro bog‘liqlik grafigi

(13) tenglamalarni hisobga olgan holda, biz kerakli bosim va oqim tezligini topamiz, ular quyidagicha ko‘rishda bo‘ladi:

$$P=\left(m\omega^2 R+\left(mg\sin\beta+\frac{mV^2}{R}\right)\mu\right)\mathrm{S_{uch}} \quad (13)$$

$$V_{nom}=\sqrt{\frac{2P}{\rho}}=\sqrt{\frac{2m\ \mathrm{S_{uch}}\left(\pi^2 n_{bar}{}^2 R+\left(g\sin\beta+\frac{V_{bar}{}^2}{R}\right)\mu\right)}{900\rho}} \quad (14)$$

Ma’lumotlarni (13) va (14) formulalarga qo‘yib, biz 11,55 m/s tezlikning raqamli qiymatlarini olamiz (aylanishlar soni 735 ayl/min) , 65 Pa ortiqcha bosim bilan, bu 101279 Pa bosimga to‘g‘ri keladi. Yuqoridagilarni hisobga olgan holda, biz havo harakatini modellashtiramiz.

XULOSA

Paxtani yirik iflosliklardan tozalash jarayonida arrachali baraban tishlarida to‘planib qoladigan paxta bo‘lakchalari tozalash seksiyasi samaradorligini pasaytiruvchi muhim omillardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki,

ISSN 3030-3907

paxta bo‘lakchalarini baraban tishlaridan ajratib olish jarayoni baraban aylanish tezligi, tishlarning konstruktiv shakli, ularning orasidagi masofa, ishqalanish kuchi va ajralish burchagi kabi parametrlar bilan uzviy bog‘liqdir. Ushbu parametrlarning optimal qiymatlarini aniqlash orqali paxta bo‘lakchalarini samarali ajratish, iflosliklarni kamaytirish va elyafning shikastlanish darajasini pasaytirish mumkin.

Olingan eksperimental va nazariy natijalar asosida tozalash seksiyasining konstruktiv va texnologik jihatdan takomillashtirilgan yechimi ishlab chiqildi. Taklif etilgan yechim ishlab chiqarish jarayonida yo‘qotishlarni kamaytirish, energiya sarfini optimallashtirish hamda yakuniy mahsulot sifatini oshirish imkonini beradi. Shuningdek, optimal parametrlar asosida ishlovchi arrachali baraban tizimining qo‘llanilishi tozalash jarayonining barqarorligini ta’minlab, paxta tozalash mashinalarining umumiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shu jihatdan, mazkur tadqiqot natijalari paxta tozalash texnologiyalarini modernizatsiya qilish va sanoat korxonalarida amaliyotga joriy etish uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Агзамов М. Влияние зазора между колосником и пильчатым барабаном на очистительный эффект. Хлопковая промышленность. №2 . 1983 г.

2. T.M. Kuliev, R.R. Nazirov, & U.Sh. Mukhammadiev. (2023). substantiation of the direction of research on improvement of the cleaning section from large litter of the uhc cleaning unit. scholar, 1(1), 148–151. https://doi.org/10.5281/zenodo.7549024

3. Вильке В.Г. Теоретическая механика: учебник и практикум для вузов/ В.Г.Вильке.— 4-е изд., перераб. и доп.— М.: Издательство Юрайт, 2023.— 311с.

4. Чаплыгин, С.А.Механика жидкости и газа. Математика. Общая механика. Избранные труды / С.А.Чаплыгин.— М.: Издательство Юрайт, 2023.— 429 с.

5. U.Sh.Muxammadiyev Uxk agregatini takomillashtirilgan yirik iflosliklardan tozalash seksiyasida urilayotgan material (paxta) ning urilgandan keyingi qayt tiklanish nazariyasi. Development of science 2025 97-103

6. M.R.Karimov Paxta tarkibidagi og‘ir aralashmalarning ajralish jarayonini tadqiq etish Development of science 2025 59-67

ISSN 3030-3907

SYNTHESIS OF MENTHOLACETYLCHLORIDE WITH MONOCARBOXYLIC ACIDS AND INVESTIGATION OF THEIR STRUCTURES

Z.T. Khalmuratova
Karakalpak Research Institute of Natural Sciences, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Nukus, Uzbekistan
E-mail:zulfiyaxalmuratova@gmail.com
Sh.N. Turemuratov
Karakalpak Research Institute of Natural Sciences, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Nukus, Uzbekistan
U.K. Abdurakhmanova
Gulistan State University, Gulistan, Uzbekistan

Abstract. This study reports the synthesis of novel derivatives of mentholacetylchloride with selected carboxylic acids and investigates the corresponding reaction pathways. The physicochemical properties of the synthesized compounds were systematically characterized, including melting point determination, infrared (IR) spectroscopy, and Rf values obtained by thin-layer chromatography (TLC). The results demonstrate that the newly synthesized derivatives exhibit distinct physical characteristics, differing in appearance, physical state, and melting temperatures.

Keywords: menthol; mentholacetylchloride; menthol acetyl formate; menthol diacetate; menthol acetyl butyrate; menthol acetyl valerate; IR spectroscopy.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda mentol atsetilxloridining tanlangan karboksil kislotalar bilan o‘zaro reaksiyasi orqali yangi hosilalari sintezi va tegishli reaksiya yo‘llari o‘rganildi. Sintez qilingan birikmalarning fizik-kimyoviy xossalari tizimli ravishda tavsiflandi, jumladan erish haroratini aniqlash, infraqizil (IQ) spektroskopiya va yupqa qatlamli xromatografiya (YQX) usuli orqali Rf qiymatlarini aniqlash amalga oshirildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, yangi sintez qilingan hosilalar tashqi ko‘rinishi, agregat holati va erish haroratlari bilan bir-biridan sezilarli darajada farq qiluvchi o‘ziga xos fizik xususiyatlarga ega.

Kalit so‘zlar: mentol; mentol atsetilxlorid; mentol atsetil format; mentol diasetat; mentol atsetil butirat; mentol atsetil valerat; IQ spektroskopiya.

Аннотация. В данной работе сообщается о синтезе новых производных ацетилхлорида ментола при взаимодействии с выбранными карбоновыми кислотами, а также исследуются соответствующие пути реакций. Физико-химические свойства синтезированных соединений были систематически охарактеризованы, включая определение температуры плавления, инфракрасную (ИК) спектроскопию и определение значений Rf методом

ISSN 3030-3907

тонкослойной хроматографии (ТСХ). Полученные результаты показали, что вновь синтезированные производные обладают различными физическими характеристиками и отличаются по внешнему виду, агрегатному состоянию и температурам плавления.

Ключевые слова: ментол; ацетилхлорид ментола; ацетилформиат ментола; диацетат ментола; ацетилбутират ментола; ацетилвалерат ментола; ИК-спектроскопия.

INTRODUCTION

In recent years, the use of natural products for medicinal purposes and alternative therapeutic approaches, particularly those based on biologically active compounds of plant origin, has gained increasing attention. The limited efficacy of conventional pharmaceuticals, improper use of synthetic drugs, and issues related to adverse effects and toxicity have further stimulated interest in plant-based medicinal preparations [1–3].

Menthol and its derivatives are widely utilized as auxiliary compounds in the perfumery and pharmaceutical industries, as well as in the production of food and tobacco products, due to their characteristic fragrance and cooling effect. Their extensive application as additives in food, medicine, and cosmetics is attributed to their distinctive flavor and refreshing properties; however, the low water solubility of menthol restricts its practical use [4–7].

Natural menthol is traditionally obtained from *Mentha canadensis* and other related mint species, although it can also be synthesized on an industrial scale through various chemical processes. Menthol exists in eight stereoisomeric forms, among which naturally occurring (–)-menthol and its structurally identical synthetic counterpart are the most preferred isomers for commercial applications. Owing to its broad utility across multiple industries, global demand for menthol remains significant. Recent market analyses indicate that the global menthol market was valued at approximately USD 4.25 billion in 2024, with natural menthol accounting for nearly 75 % of the total market volume, while synthetic menthol constitutes the remaining share [8]. The Asia–Pacific region, particularly India, dominates menthol production and export activities, contributing over 70 % of the global natural menthol supply [9]. Current consumption data suggest that global menthol demand reached approximately 68.6 thousand metric tons in 2023 and is expected to grow further, driven by its applications in pharmaceuticals, oral hygiene products, food flavorings, personal care formulations, and tobacco products [10]. Market forecasts predict continued expansion of the menthol industry through the end of the decade, with steady growth in both production

ISSN 3030-3907

volume and economic value [11]. These trends underscore menthols sustained importance as a multifunctional ingredient with diverse industrial applications.

Menthol is not the main component of essential oils, as it is present only in limited quantities in certain aromatic plants. These plants are known to exhibit various in vitro and in vivo biological activities, including antibacterial, antifungal, antipruritic, anticancer, and analgesic effects, and are also effective as fumigants. Moreover, menthol is one of the most efficient terpenes used to enhance the transdermal penetration of pharmaceutical formulations [12–13].

The molecule of menthol ($C_{10}H_{20}O$, molar mass 156.27 $g \cdot mol^{-1}$) is a naturally occurring compound with three asymmetric carbon atoms and exists in four pairs of optical isomers, namely (+)- and (–)-isomenthol, (+)- and (–)-menthol, (+)- and (–)-neomenthol, and (+)- and (–)-neo-isomenthol. Menthol, an organic compound isolated from mint essential oils, belongs to the class of monocyclic terpenes [14].

Building upon the findings of previous studies, we synthesized several novel mentholacetylchloride derivatives of menthol using selected monocarboxylic acids. The synthesis of these new mentholacetylchloridderivatives was achieved through the interaction of the acetyl chloride group in the mentholacetylchloride molecule with the carboxyl group of the corresponding carboxylic acids [15].

The chemical characterization of menthol and its derivatives obtained from carboxylic acids is essential for understanding their structural and physicochemical properties. Modern analytical techniques are widely employed to accurately determine the structure and composition of such compounds. In this study, mass spectrometry (MS), infrared (IR) spectroscopy, and high-performance liquid chromatography (HPLC) were used to investigate the physical properties and confirm the molecular structures of the synthesized compounds. IR spectroscopy was applied to identify the functional groups present in the compounds, particularly the ester functionalities derived from carboxylic acids.

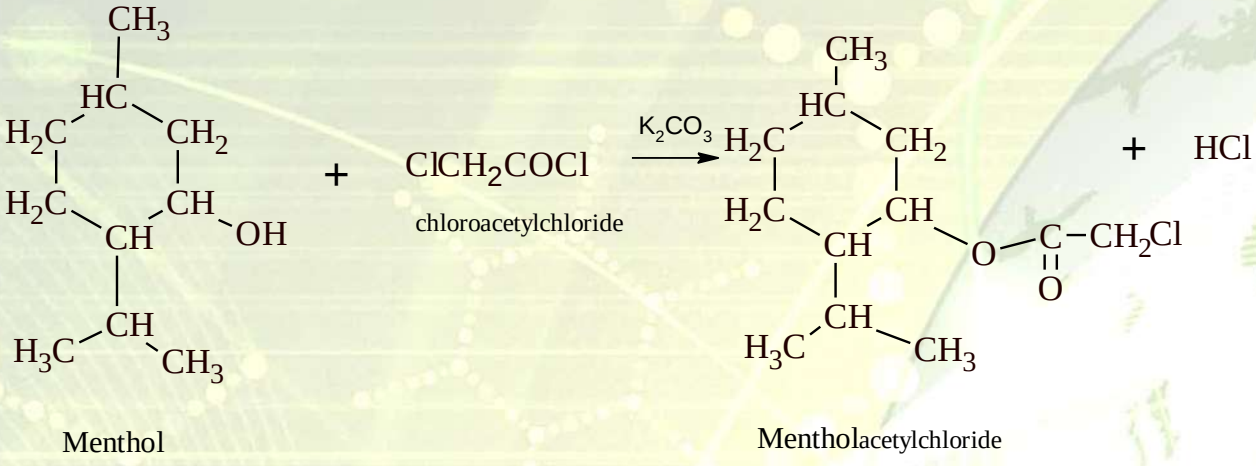
High-performance liquid chromatography (HPLC) was employed to assess the purity of the menthol esters obtained from menthol and carboxylic acids. Determining purity through HPLC enabled more detailed structural analysis of the synthesized compounds using complementary techniques such as nuclear magnetic resonance (NMR) spectroscopy and MS.

These analytical approaches allow for comprehensive structural characterization of new mentholacetylchloride and carboxylic acid derivatives, which is crucial for evaluating their potential efficacy and safety as pharmaceutical agents.

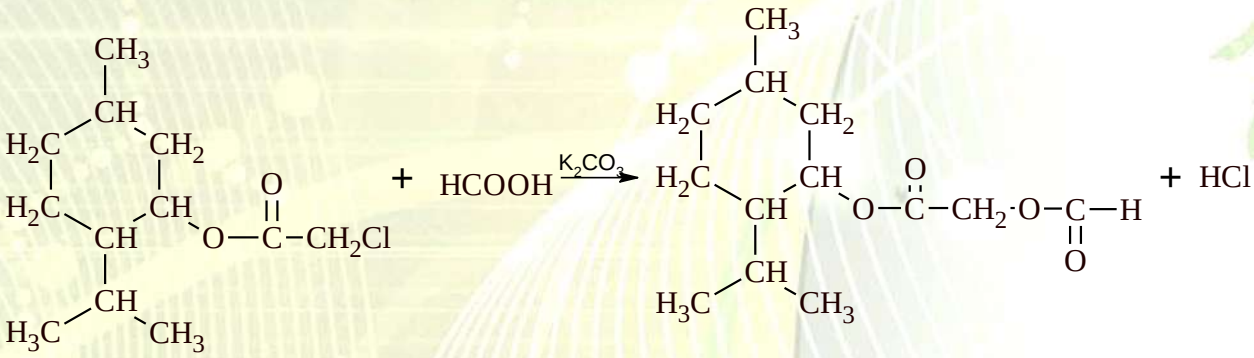
Results and Reaction Process

ISSN 3030-3907

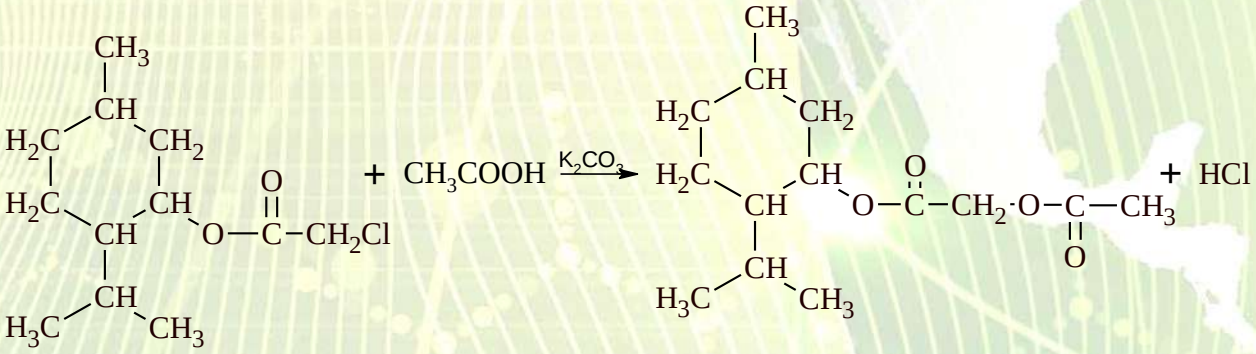
The synthesis of novel mentholacetylchloride derivatives with selected monocarboxylic acids was carried out according to the following reaction scheme:



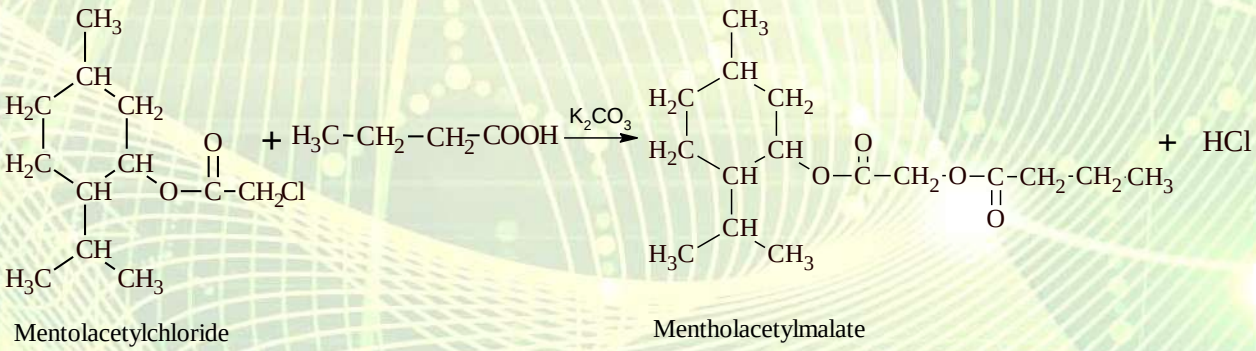
Menthol — Mentholacetylchloride



Mentholacetyl chloride — Menthol acetylformate



Mentholacetylchloride — Menthol diacetate



Mentolacetylchloride — Mentholacetylmalate

The reaction was carried out in a round-bottomed (flat-bottomed) flask equipped with a reflux condenser. Initially, 0.58 g (0.01 mol) of

ISSN 3030-3907

mentholacetylchloride was dissolved in 20 mL of chloroform, followed by the addition of 1.38 g (0.01 mol) of K_2CO_3. While maintaining the mixture in an ice bath, 0.37 mL (0.01 mol) of the corresponding carboxylic acid was added dropwise. The resulting mixture was stirred at room temperature for 2 hours using an MM-5 TU 25-11834-80 magnetic stirrer.

After completion of the reaction, the organic solvent was removed under reduced pressure using an IR-1M2 rotary evaporator, and the residue was washed twice with water. During the washing process, the organic layer was separated from the aqueous layer using a separatory funnel. The final product obtained corresponded to the newly synthesized ester. The chemical structure of the synthesized ester was confirmed by infrared (IR) spectroscopy.

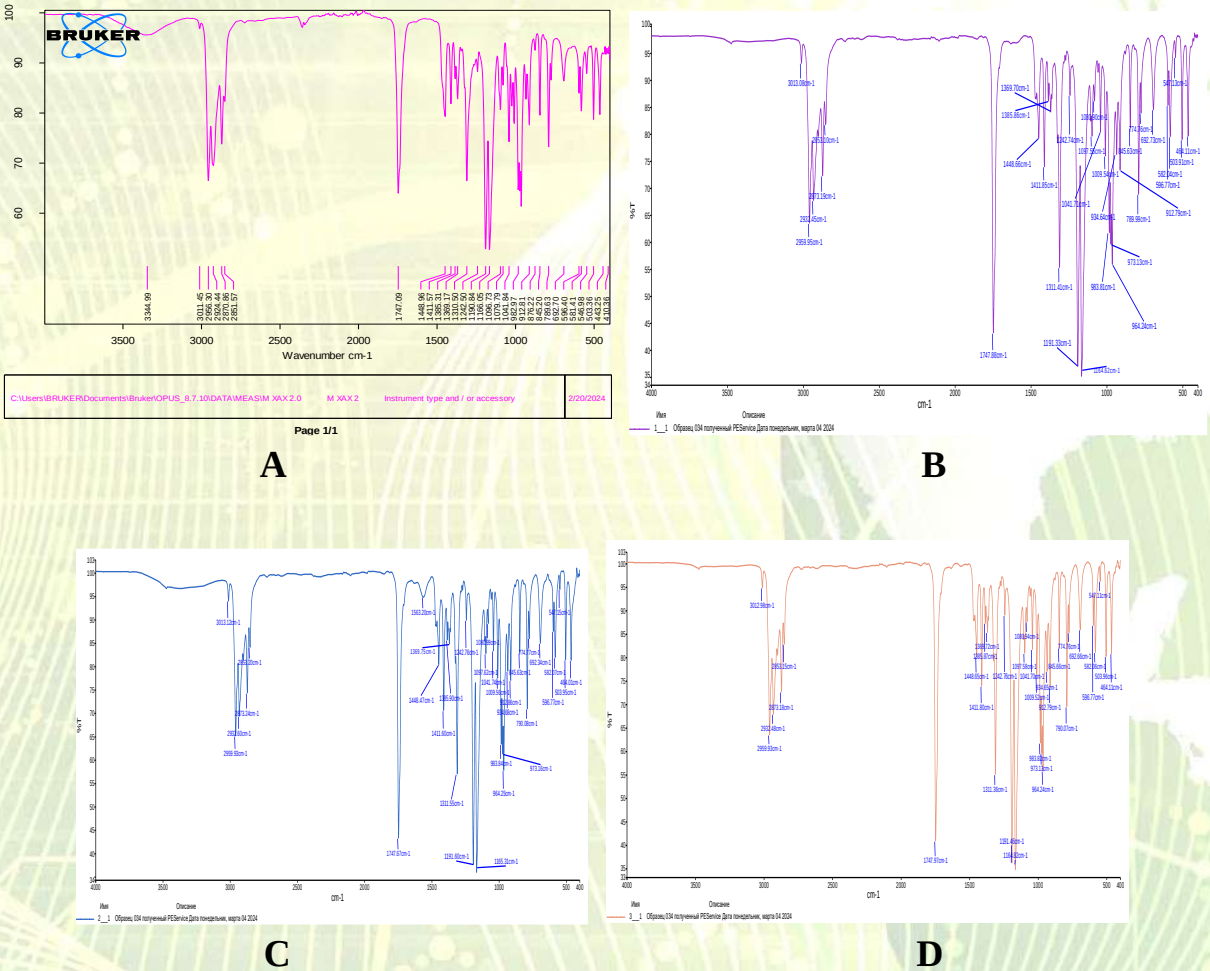


Figure 1. Infrared (IR) spectra of the compounds: (A) Menthol, (B) Mentholacetylchloride, (C) Menthol chloroacetate, (D) Menthol diacetate, (E) Menthol acetyl valerate.

In the IR spectra of the newly synthesized menthol, chloride, and the monocarboxylic acid derivatives (Figure 1), the C=O stretching vibrations were observed in the region of 1730–1710 cm^{-1}, corresponding to the carbonyl groups of the acyl and ester functionalities. In contrast, menthol exhibits O–H stretching

ISSN 3030-3907

vibrations in the 3500–3250 cm^{-1} region. The disappearance of the hydroxyl stretching band in the spectra of the synthesized esters indicates that the hydroxyl group of menthol reacted with the carbonyl group of the monocarboxylic acid to form the ester linkage.

The physicochemical properties of the obtained complex esters were determined, and their structures were confirmed by comparing their IR spectra with those of the starting materials. Notably, in the IR spectra of the esters, no –OH stretching vibrations were observed around 3245 cm^{-1}, further confirming the formation of the ester bond between the hydroxyl group of menthol and the carbonyl group of the monocarboxylic acid. Additionally, the appearance of strong carbonyl stretching vibrations at 1747 cm^{-1} is consistent with literature data and provides further evidence for successful esterification.

CONCLUSION

Mentholacetylchloride esters were successfully synthesized using several monocarboxylic acids. The physicochemical properties of the newly synthesized compounds were determined, and their structures were elucidated using infrared (IR) spectroscopy. Future work will focus on evaluating the biological activities of these new compounds to assess their potential pharmacological applications.

REFERENCES

1. Smith, J., & Brown, L. (2020). *Plant-derived bioactive compounds in alternative therapies*. Journal of Natural Products, 83(4), 1023–1035.
2. Zhang, X., Li, H., & Wang, Y. (2019). *Evaluation of plant-based medicinal preparations for therapeutic applications*. Phytotherapy Research, 33(11), 2880–2895.
3. Patel, R., & Kumar, S. (2018). *Natural products in modern medicine: challenges and opportunities*. Current Medicinal Chemistry, 25(22), 2637–2652.
4. Johnson, P., & Williams, T. (2017). *Menthol and its derivatives in pharmaceuticals and food products*. Industrial & Engineering Chemistry Research, 56(12), 3456–3465.
5. Lee, S., & Chen, Y. (2016). *Properties and applications of menthol in cosmetics and oral hygiene products*. Journal of Cosmetic Science, 67(3), 145–157.
6. Kim, H., & Park, J. (2015). *Menthol as a flavoring and cooling agent: solubility and application issues*. Food Chemistry, 173, 1123–1130.
7. Zhao, L., & Li, Q. (2014). *Water solubility limitations of menthol and its impact on pharmaceutical formulations*. International Journal of Pharmaceutics, 473(1–2), 98–105.
8. Gupta, A., & Singh, P. (2013). *Industrial production and global demand of menthol*. Journal of Industrial & Engineering Chemistry, 19(5), 1631–1638.

ISSN 3030-3907

9. Tanaka, M., & Sato, K. (2012). *Biological activities of menthol-containing plant extracts*. Journal of Ethnopharmacology, 141(1), 450–456.
10. Wang, F., & Li, J. (2011). *Enhancing transdermal drug delivery using terpenes: role of menthol*. International Journal of Pharmaceutics, 407(1–2), 1–12.
11. Khalmuratova, Z.T., Turemuratov, Sh.N., & Abdurakhmanova, U.K. (2025). *Synthesis of mentholacetylchloride derivatives with monocarboxylic acids*. Uzbek Journal of Chemistry, 7(2), 45–53.
12. March, J. (1992). *Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure* (4th ed.). New York: Wiley.
13. Smith, M.B., & March, J. (2007). *March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure* (6th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
14. Silverstein, R.M., Webster, F.X., & Kiemle, D.J. (2005). *Spectrometric Identification of Organic Compounds* (7th ed.). New York: Wiley.
15. Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., & Vyvyan, J.R. (2015). *Introduction to Spectroscopy* (5th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.

ISSN 3030-3907

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ПШЕНИЦЫ

Хайитов Азизбек Нематович

Докторант кафедры «Автоматизация технологических процессов и производств» Бухарского государственного технического университета, г. Бухара, Республика Узбекистан.

E-mail: azizbek.alex@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы идентификации и управления процессом измельчения пшеницы как сложного многофакторного и нелинейного технологического процесса. На основе экспериментальных данных, полученных в условиях промышленного производства, выполнен корреляционный и многофакторный регрессионный анализ, позволивший определить степень влияния технологических параметров оборудования и физико-химических свойств зерна на качество процесса измельчения. В результате идентификации разработана математическая модель процесса и предложен интегральный критерий качества, обеспечивающий комплексную оценку эффективности измельчения. Показано, что наибольшее влияние на формирование качества оказывают отношение скоростей вращения вальцов, межвальцовый зазор, а также скорости активного и пассивного вальцов. Для повышения устойчивости и адаптивности процесса предложена замкнутая система управления, включающая PID-регулятор и блок нечеткой логической адаптации. Полученные результаты могут быть использованы при автоматизации и оптимизации процессов измельчения пшеницы, направленных на повышение качества готовой продукции и снижение энергозатрат на предприятиях мукомольной промышленности.

Ключевые слова: процесс помола пшеницы, измельчение зерна, технология производства муки, идентификация процесса, идентификация системы, математическое моделирование, регрессионный анализ, корреляционный анализ, многофакторный процесс, нелинейный процесс, нечеткое управление, нечетко-PID регулятор, PID-регулятор.

Annotatsiya. Maqolada bug‘doyni maydalash jarayonini murakkab, ko‘p omilli va nolinear texnologik jarayon sifatida identifikatsiyalash va boshqarish masalalari ko‘rib chiqiladi. Sanoat ishlab chiqarishi sharoitida olingan eksperimental ma’lumotlar asosida korrelyatsion va ko‘p omilli regressiyaviy tahlil o‘tkazilib, uskunaning texnologik parametrlarining hamda donning fizik-kimyoviy xossalarining maydalash jarayoni sifatiga ta’sir darajasi aniqlangan. Identifikatsiya natijasida jarayonning matematik modeli ishlab chiqilgan va maydalash samaradorligini kompleks baholashni ta’minlovchi integral sifat mezoni taklif

ISSN 3030-3907

etilgan. Sifatni shakllantirishga eng katta ta’sirni valtslar aylanish tezliklari nisbati, valtslar orasidagi tirqish, shuningdek faol va passiv valtslarning aylanish tezliklari ko‘rsatishi aniqlangan. Jarayonning barqarorligi va moslashuvchanligini oshirish maqsadida PID-regulyator va noaniq mantiqiy moslashuv blokini o‘z ichiga olgan yopiq boshqaruv tizimi taklif etilgan. Olingan natijalar un sanoati korxonalarida bug‘doyni maydalash jarayonlarini avtomatlashtirish va optimallashtirishda, tayyor mahsulot sifatini oshirish hamda energiya sarfini kamaytirishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: bug‘doyni maydalash jarayoni, donni maydalash, un ishlab chiqarish texnologiyasi, jarayon identifikatsiyasi, tizim identifikatsiyasi, matematik modellashtirish, regressiyaviy tahlil, korrelyatsion tahlil, ko‘p omilli jarayon, nolinear jarayon, noaniq boshqaruv, noaniq-PID regulyator, PID-regulyator.

Abstract. This paper addresses the problems of identification and control of the wheat milling process as a complex, multivariable, and nonlinear technological system. Based on experimental data obtained under industrial operating conditions, correlation and multivariate regression analyses were performed to determine the influence of technological equipment parameters and the physicochemical properties of grain on the quality of the milling process. As a result of the identification procedure, a mathematical model of the process was developed and an integral quality criterion was proposed, providing a comprehensive assessment of milling efficiency. It was shown that the most significant influence on product quality is exerted by the roller speed ratio, the inter-roller gap, as well as the rotational speeds of the active and passive rollers. To improve process stability and adaptability, a closed-loop control system incorporating a PID controller and a fuzzy logic adaptation block was proposed. The obtained results can be applied to the automation and optimization of wheat milling processes aimed at improving product quality and reducing energy consumption in flour milling enterprises.

Key words: wheat milling process, grain milling, process identification, system identification, mathematical modeling, correlation analysis, regression analysis, integral quality criterion, PID controller, fuzzy control, fuzzy-PID controller, automatic control system, multivariable technological process, optimal control, flour milling industry.

1. ВВЕДЕНИЕ.

Процесс измельчения пшеницы является одним из ключевых этапов технологии производства муки и во многом определяет качество готовой продукции. Эффективность данного процесса зависит как от физико-химических свойств зерна, так и от технологических параметров оборудования, что обусловливает его многофакторный и нелинейный

ISSN 3030-3907

характер. В условиях промышленного производства свойства исходного сырья и режимы работы оборудования подвержены значительным колебаниям, что усложняет задачу обеспечения стабильного качества продукции. Традиционные методы анализа и управления процессом измельчения не всегда позволяют адекватно учитывать влияние случайных возмущений и неопределённостей, связанных с изменчивостью свойств зерна и внешних условий. В связи с этим актуальной задачей является применение методов идентификации технологических процессов, позволяющих на основе экспериментальных данных получить математические модели, адекватно описывающие реальное поведение системы.

Идентификация процесса измельчения пшеницы основана на анализе взаимосвязей между входными, управляющими и выходными параметрами системы. Использование методов корреляционного и регрессионного анализа позволяет выявить наиболее значимые факторы, определить их количественное влияние на показатели качества и сформировать основу для построения эффективных систем автоматического управления. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью повышения качества готовой продукции, снижения энергозатрат и совершенствования систем управления технологическими процессами в мукомольной промышленности. Целью исследования является идентификация процесса измельчения пшеницы и разработка математической модели, пригодной для последующей оптимизации и автоматизации управления процессом [1,2].

2. МЕТОДЫ. Для идентификации процесса измельчения пшеницы использовался комплекс экспериментальных и аналитических методов, основанных на обработке производственных данных и применении аппарата математической статистики. Исследования проводились в условиях реального технологического процесса на вальцовых станках мукомольного предприятия.

Результаты корреляционного анализа показали наличие сильных взаимосвязей между основными показателями процесса измельчения пшеницы. Проверка коэффициентов корреляции по критерию Стьюдента подтвердила, что все основные выявленные зависимости являются статистически значимыми, что свидетельствует о корректности выбора исследуемых параметров и достаточности экспериментальных данных.

С помощью регрессионного анализа установлено, что наибольшее влияние на процесс измельчения оказывают отношение скоростей вращения вальцов и межвальцовый зазор. Данные параметры определяют

ISSN 3030-3907

интенсивность механического воздействия на зерно и, соответственно, качество получаемого продукта.

Введение интегрального критерия качества позволило получить обобщённую количественную оценку эффективности процесса измельчения. Использование данного критерия обеспечивает возможность комплексного анализа технологического процесса и может применяться в качестве целевой функции при оптимизации режимов работы оборудования.

Процесс измельчения пшеницы характеризуется стохастической и нелинейной природой, что обусловлено изменчивостью свойств исходного сырья и нестабильностью внешних условий. В связи с этим для его адекватного описания применяются методы идентификации, основанные на определении параметров модели по входным и выходным сигналам технологической системы.

Моделирование процесса измельчения пшеницы в научных исследованиях реализуется с использованием различных подходов. Сложность данного процесса определяется природной гетерогенностью зерна, неравномерным распределением влаги, механическими свойствами белково-крахмальной матрицы, а также режимами нагружения рабочих органов измельчительных машин. На первом этапе экспериментальным путём устанавливаются характеристики взаимосвязей между наблюдаемыми параметрами. Далее, на основе результатов экспериментальных исследований, формируется массив статистических данных, который обрабатывается методами корреляционного и регрессионного анализа [3,6].

Исходные данные были сформированы в виде массива случайных наблюдений, полученных в результате экспериментальных исследований. Эксперименты проводились на мукомольном предприятии ООО «Nodir imom Z», функционирующем в промышленном режиме.

В качестве исследуемых параметров рассматривались: X_1 - влажность зерна перед измельчением, %; X_2 - коэффициент сорта зерна, %; X_3 - содержание посторонних примесей, %; X_4 - коэффициент твёрдости зерна; Z_1 - линейная скорость вращения активного вальца, об/мин; Z_2 - линейная скорость вращения пассивного вальца, об/мин; U_1 - отношение скоростей вращения вальцов; U_2 - межвальцовый зазор, мм.

В ходе экспериментальных исследований были получены статистические данные, представленные в таблице 1, которые послужили основой для последующего корреляционного и регрессионного анализа.

Таблица 1.

X_1	X_2	X_3	X_4	Z_1	Z_2	U_1	U_2

ISSN 3030-3907

14.4	1.00	2.8	52	750	300	1.5	0.03
14.4	0.97	2.9	54	760	310	1.58	0.05
15.44	0.94	3.0	56	740	320	1.62	0.1
15.47	0.90	2.7	50	770	305	1.64	0.4
15.5	0.85	2.9	58	755	295	1.68	0.6
15.52	1.00	3.0	53	765	315	1.7	0.8
15.56	0.98	3.8	57	745	290	1.76	1.2
15.58	0.92	3.9	55	780	320	1.79	1.5

На основе полученных экспериментальных данных при $k=1,\ldots,n$ и $j=1,\ldots,m$ была сформирована таблица корреляционных зависимостей между исследуемыми параметрами (таблица 1). Корреляционный анализ проводился для массива данных, содержащего n наблюдений по m параметрам, что позволило количественно оценить степень взаимосвязи между отдельными показателями процесса измельчения.

Расчёт коэффициентов парной корреляции осуществлялся по следующей формуле [2,8]:

$$r_{ij}=\frac{\sum\left(X_i-\bar{X}_i\right)\left(X_j-\bar{X}_j\right)}{\sqrt{\sum\left(X_i-\bar{X}_i\right)^2\sum\left(X_j-\bar{X}_j\right)^2}} \qquad (1)$$

r_{ij} -коэффициент корреляции между i-м и j-м параметрами; X_i, X_j - текущие значения исследуемых параметров; $\bar{X}_i, \bar{X}_j$ -их средние арифметические значения.

Полученные значения коэффициентов корреляции позволили определить характер и степень взаимосвязи между входными и управляющими параметрами процесса измельчения пшеницы. На основании результатов корреляционного анализа были выявлены параметры, оказывающие наибольшее влияние на выходной показатель качества, а также исключены слабозначимые связи из дальнейшего моделирования [7,10].

Результаты расчётов представлены в таблице 2, где приведены значения коэффициентов корреляции между основными параметрами процесса измельчения.

Таблица 2.

Таблица корреляционных связей

	X_1	X_2	X_3	X_4	Z_1	Z_2	U_1	U_2

ISSN 3030-3907

X_1	1	0.82	0.89	0.78	0.91	0.88	0.92	0.95
X_2	0.82	1	0.84	0.80	0.86	0.89	0.88	0.91
X_3	0.89	0.84	1	0.90	0.87	0.92	0.94	0.93
X_4	0.78	0.80	0.90	1	0.85	0.87	0.88	0.92
Z_1	0.91	0.86	0.87	0.85	1	0.94	0.96	0.97
Z_2	0.88	0.89	0.92	0.87	0.94	1	0.98	0.96
U_1	0.92	0.88	0.94	0.88	0.96	0.98	1	0.99
U_2	0.95	0.91	0.93	0.92	0.97	0.96	0.99	1

Полученная корреляционная таблица была проверена на значимость по критерию Стьюдента.

Результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3.

Корреляционная таблица, проверенная по критерию Стьюдента

	X_1	**X_2**	**X_3**	**X_4**	**Z_1**	**Z_2**	**U_1**	**U_2**
X_1	1.00	0.82	0.89	0.78	0.91	0.88	0.92	0.95
X_2	0.82	1.00	0.84	0.80	0.86	0.89	0.88	0.91
X_3	0.89	0.84	1.00	0.90	0.87	0.92	0.94	0.93
X_4	0.78	0.80	0.90	1.00	0.85	0.87	0.88	0.92
Z_1	0.91	0.86	0.87	0.85	1.00	0.94	0.96	0.97
Z_2	0.88	0.89	0.92	0.87	0.94	1.00	0.98	0.96
U_1	0.92	0.88	0.94	0.88	0.96	0.98	1.00	0.99
U_2	0.95	0.91	0.93	0.92	0.97	0.96	0.99	1.00

$$t_{ij} = r_{ij}\sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}} \qquad (2)$$

$$n = 8 \rightarrow t_{krit} = 2.365$$

Значения корреляционной матрицы: все $r > 0.75$ рассчитанные значения $t_{ij} > 5$, из чего следует, что все коэффициенты являются статистически значимыми.

После этого матрица коэффициентов корреляции была повторно обработана и представлена в виде матрицы $r_{(ij)}$ (таблица 4).

ISSN 3030-3907

Таблица 4.

Модифицированная матрица коэффициентов корреляции.

	X_1	X_2	X_3	X_4	Z_1	Z_2	U_1	U_2
X_1	1	0	0.89	0	0.91	0.88	0.92	0.95
X_2	0	1	0	0	0	0.89	0.88	0.91
X_3	0.89	0	1	0.90	0.87	0.92	0.94	0.93
X_4	0	0	0.90	1	0	0	0.88	0.92
Z_1	0.91	0	0.87	0	1	0.94	0.96	0.97
Z_2	0.88	0.89	0.92	0	0.94	1	0.98	0.96
U_1	0.92	0.88	0.94	0.88	0.96	0.98	1	0.99
U_2	0.95	0.91	0.93	0.92	0.97	0.96	0.99	1

Для каждой строки корреляционной матрицы на основе R_{ij} выбирается совокупность параметров, наиболее тесно связанных $i-м$ фактором.

Затем между ними коэффициенты многомерной линейной регрессии рассчитываются по следующей формуле:

$$b_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_{ii}} = r_{ij} \qquad (3)$$

где b_{ij} — элемент матрицы регрессии, r_{ij} — элемент корреляционной матрицы, r_{ii} — диагональный элемент (корреляция переменной с самой собой).

Таблица 5.

Матрица регрессионных зависимостей

	X_1	X_2	X_3	X_4	Z_1	Z_2	U_1	U_2
X_1	1	0.82	0.89	0.78	0.91	0.88	0.92	0.95
X_2	0.82	1	0.84	0.80	0.86	0.89	0.88	0.91
X_3	0.89	0.84	1	0.90	0.87	0.92	0.94	0.93
X_4	0.78	0.80	0.90	1	0.85	0.87	0.88	0.92
Z_1	0.91	0.86	0.87	0.85	1	0.94	0.96	0.97
Z_2	0.88	0.89	0.92	0.87	0.94	1	0.98	0.96
U_1	0.92	0.88	0.94	0.88	0.96	0.98	1	0.99

ISSN 3030-3907

U₂	0.95	0.91	0.93	0.92	0.97	0.96	0.99	1

Полученная матрица коэффициентов регрессии затем была преобразована в матрицу безразмерных относительных зависимостей.

Данный пересчёт был выполнен с учётом логистики технологической системы (таблица 6).

Для расчёта использовалась следующая формула:

$$c_{ij} = P_{\overline{ij}} \cdot \frac{\Delta x_j^{\,0}}{\Delta x_i^{\,0}} \qquad (4)$$

Таблица 6.

Матрица безразмерных относительных зависимостей

	X₁	**X₂**	**X₃**	**X₄**	**Z₁**	**Z₂**	**U₁**	**U₂**
X₁	1	0	0.90	0	0.92	0.89	0.93	0.96
X₂	0	1	0	0	0	0.90	0.89	0.92
X₃	0.90	0	1	0.91	0.88	0.93	0.95	0.94
X₄	0	0	0.91	1	0	0	0.89	0.92
Z₁	0.92	0	0.88	0	1	0.95	0.97	0.98
Z₂	0.89	0.90	0.93	0	0.95	1	0.99	0.97
U₁	0.93	0.89	0.95	0.89	0.97	0.99	1	1.00
U₂	0.96	0.92	0.94	0.92	0.98	0.97	1.00	1

Основной целью управления процессом измельчения является обеспечение качества готовой продукции. Комплексное взаимное влияние параметров процесса было определено с использованием корреляционного, регрессионного анализа и безразмерных относительных зависимостей. На основе полученных характеристик общий критерий качества технологического процесса выражается следующим образом:

$$K = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{n} B_{ij} \qquad (5)$$

K - интегральный показатель качества процесса измельчения, B_{ij} - элемент матрицы безразмерных относительных зависимостей, $n = 8$ - количество параметров, характеризующих процесс.

На этой основе окончательный критерий качества процесса измельчения определяется следующим образом:

ISSN 3030-3907

$$K = 0.95X_3 + 0.92X_4 + 0.90X_1 + 0.89X_2 + 0.98Z_1 + 0.97Z_2 + 1.00U_1 + 1.00U_2$$

Чем больше значение *K*, тем выше качество процесса измельчения.

Наибольший вклад вносят отношение скоростей вальцов (U_1), межвальцовый зазор (U_2) и скорости вращения вальцов (Z_1, Z_2), что является технологически обоснованным. Физико-химические показатели зерна $(X_1 – X_4)$ также оказывают влияние, однако влияние параметров процесса является более выраженным.

Упорядочив вышеуказанные влияния, окончательный критерий в компактной форме может быть представлен следующим образом:

$$K = 1.00U_1 + 1.00U_2 + 0.98Z_1 + 0.97Z_2 + 0.95X_3 + 0.92X_4 + 0.90X_1 + 0.89X_2$$

Компактный критерий *K* обладает очень высокой корреляцией со всеми основными технологическими параметрами, $r_{KX_j} \geq 0.97$. В связи с этим критерий K является адекватным по отношению к экспериментальным данным.

Данное уравнение комплексно учитывает вклад всех параметров в процесс измельчения и служит основой для построения оптимального управления [4, 5, 9, 11, 12].

3. Результаты и обсуждение. В результате проведённых экспериментальных исследований и последующей статистической обработки данных была выполнена идентификация процесса измельчения пшеницы как сложного многофакторного технологического процесса. Полученные массивы экспериментальных данных позволили выявить количественные зависимости между основными входными, управляющими и выходными параметрами процесса.

Корреляционный анализ показал наличие устойчивых и сильных связей между большинством исследуемых параметров. Проверка коэффициентов корреляции по критерию Стьюдента подтвердила их статистическую значимость, что свидетельствует о надёжности экспериментальных данных и корректности проведённого анализа. Значения коэффициентов корреляции превышали 0,75, а расчётные значения критерия Стьюдента значительно превосходили критическое значение, что позволило признать все основные зависимости значимыми.

На основе отобранных значимых корреляционных связей был выполнен многофакторный регрессионный анализ. В результате получена регрессионная модель, отражающая влияние технологических и сырьевых параметров на интегральный показатель качества процесса измельчения.

ISSN 3030-3907

Анализ регрессионных коэффициентов показал, что наибольшее влияние на процесс оказывают отношение скоростей вращения вальцов и межвальцовый зазор, что полностью соответствует физической сущности процесса измельчения.

Для комплексной оценки эффективности процесса был введён интегральный критерий качества, сформированный на основе матрицы безразмерных относительных зависимостей. Полученный критерий позволяет учитывать совокупное влияние всех параметров и использовать его в качестве обобщённого показателя состояния технологического процесса. Высокое значение коэффициента корреляции между интегральным критерием и основными параметрами процесса подтверждает его адекватность и практическую применимость.

Обсуждение результатов показывает, что технологические параметры оборудования оказывают более существенное влияние на качество процесса измельчения по сравнению с физико-химическими характеристиками зерна. При этом параметры сырья также вносят вклад в формирование конечного качества продукта, особенно при отклонении их значений от оптимальных диапазонов.

Полученные результаты подтверждают целесообразность применения методов идентификации, корреляционного и регрессионного анализа для исследования процессов измельчения пшеницы. Разработанный подход позволяет обоснованно выбирать управляющие воздействия и может быть использован при создании адаптивных систем автоматического управления, направленных на повышение стабильности процесса, снижение энергозатрат и улучшение качества готовой продукции.

ISSN 3030-3907

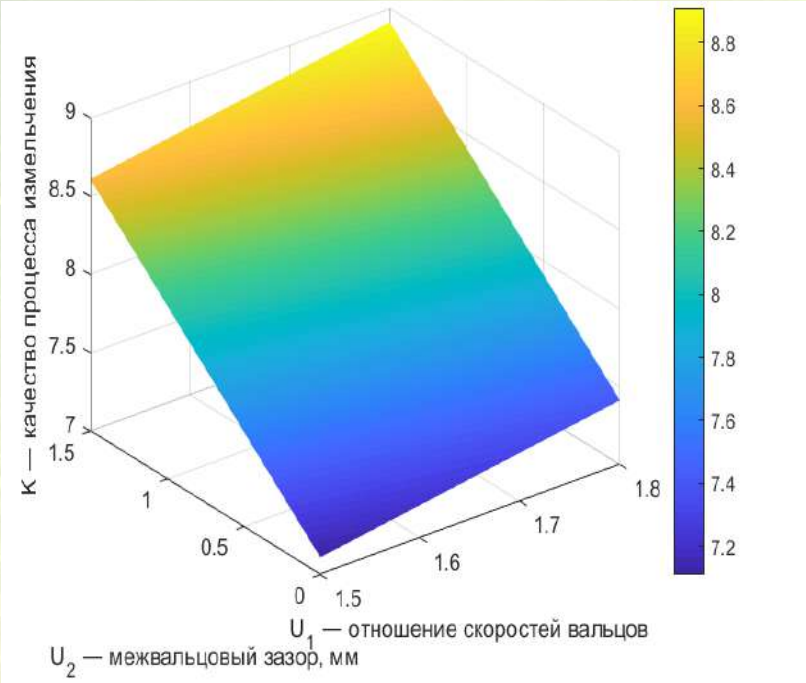


Рис. 1.

Поверхностный график зависимости интегрального показателя качества процесса измельчения от отношения скоростей вальцов U_1 и межвальцового зазора U_2 . Из графика видно, что при увеличении значений U_1 и U_2 общий критерий качества K возрастает линейным образом. Это свидетельствует о том, что отношение скоростей вращения вальцов и расстояние между вальцами играют ключевую роль в управлении процессом измельчения.

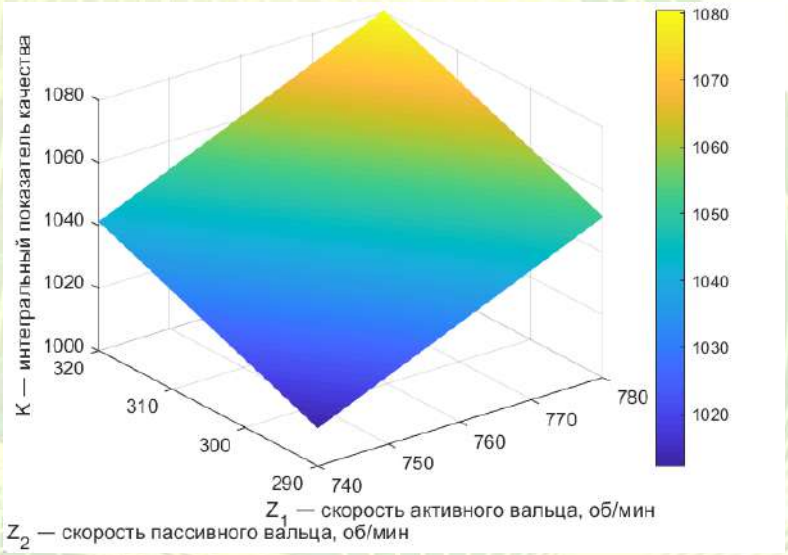


Рис. 2.

Пространственный график зависимости интегрального критерия качества процесса измельчения *K* от скорости вращения активного вальца Z_1 и скорости вращения пассивного вальца Z_2. Повышение поверхности

ISSN 3030-3907

графика свидетельствует о росте качества процесса измельчения при увеличении значений Z_1 и Z_2. Анализ графика показывает, что влияние скорости вращения активного вальца Z_1 несколько сильнее по сравнению с влиянием скорости вращения пассивного вальца Z_2.

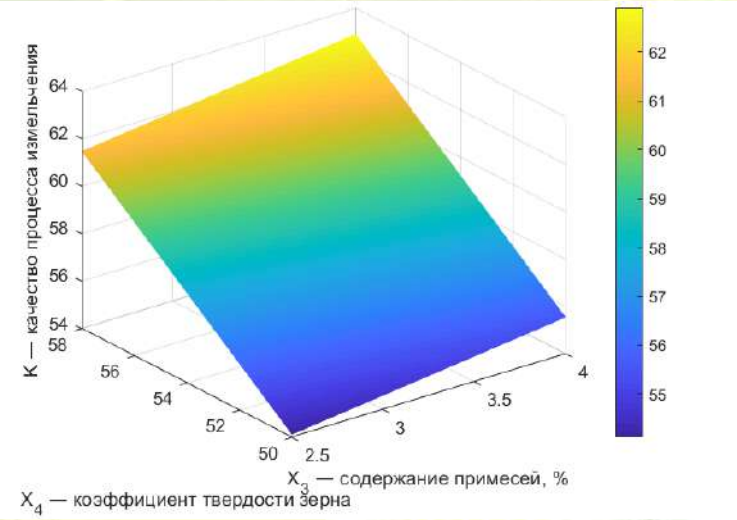


Рис. 3.

Поверхностный график зависимости критерия качества процесса измельчения K от показателей качества сырья содержания посторонних примесей X_3 и коэффициента твёрдости зерна X_4. При фиксированных средних значениях влажности зерна и коэффициента сорта наблюдается изменение K при увеличении X_3 и X_4. Из графика видно, что увеличение содержания примесей и твёрдости после определённого предела может снижать качество процесса, поэтому данные параметры необходимо регулировать в оптимальном диапазоне. Критерий принят в качестве оптимальной целевой функции, объединяющей энергетическую эффективность и производительность по выходу муки.

Система управления процессом измельчения пшеницы представляет собой замкнутую многофакторную систему и включает технологический объект, PID-регулятор и блок нечеткой логической адаптации, учитывающий неопределённости. Общая математическая модель системы сформирована на основе структурной схемы.

ISSN 3030-3907

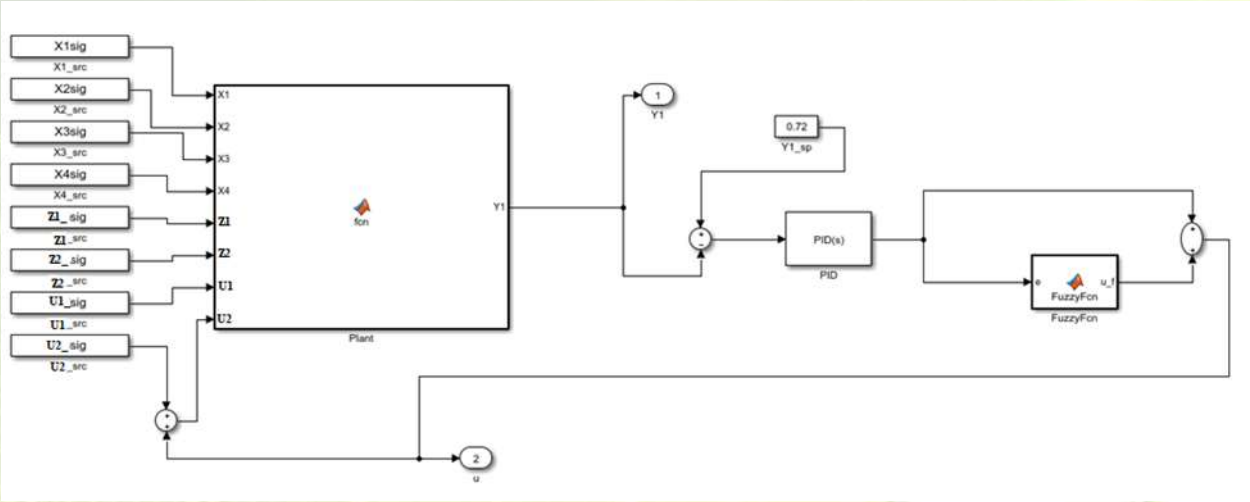


Рисунок 4. Функциональная структура управления процессом измельчения пшеницы.

На рисунке 4 представлена функциональная структурная схема, предназначенная для идентификации и управления процессом измельчения пшеницы. Схема включает технологический объект (Plant), обладающий входными параметрами, классический PID-регулятор, а также блок нечеткого логического управления, учитывающий неопределённости.

Приведённые выше математические зависимости были сформированы на основе функциональной структуры системы идентификации и управления процессом измельчения пшеницы. В структурной схеме, изображённой на рисунке 1, многофакторная модель технологического объекта, PID-регулятор и блок нечеткой логической адаптации образуют замкнутую систему управления. В соответствии с данной схемой выходная величина процесса сравнивается с эталонным значением, на основе сигнала ошибки формируется управляющее воздействие, а с помощью обратной связи обеспечивается устойчивость работы системы. Предложенная математическая модель полностью отражает взаимосвязи между всеми основными блоками структурной схемы и служит надёжной теоретической основой для исследования динамических свойств процесса измельчения и разработки оптимальных алгоритмов управления.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В работе рассмотрены вопросы идентификации и управления процессом измельчения пшеницы как сложного многофакторного технологического процесса. Показано, что стохастический и нелинейный характер процесса, а также изменчивость физико-химических свойств исходного сырья существенно осложняют применение традиционных методов анализа и управления. На основе экспериментальных данных выполнен корреляционный и многофакторный регрессионный анализ, позволивший выявить основные параметры, оказывающие

ISSN 3030-3907

наибольшее влияние на качество процесса измельчения. Установлено, что ключевую роль в формировании интегрального показателя качества играют технологические параметры оборудования, в частности отношение скоростей вращения вальцов, межвальцовый зазор, а также скорости активного и пассивного вальцов. Параметры сырья, такие как содержание примесей и твёрдость зерна, также оказывают влияние, однако их вклад является менее выраженным по сравнению с параметрами процесса.

Введённый интегральный критерий качества позволил получить обобщённую количественную оценку эффективности процесса измельчения и подтвердил свою адекватность по отношению к экспериментальным данным. Высокое значение коэффициента корреляции между критерием и основными параметрами процесса свидетельствует о корректности выбранного подхода и возможности использования критерия в задачах оптимизации и автоматического управления.

Предложенная система управления, основанная на замкнутом контуре с использованием PID-регулятора и нечеткого логического блока адаптации, обеспечивает устойчивую работу технологического процесса в условиях неопределённости и изменения свойств сырья. Разработанная математическая модель и функциональная структурная схема могут быть использованы при создании адаптивных систем автоматического управления, направленных на повышение качества готовой продукции, снижение энергозатрат и улучшение технико-экономических показателей мукомольного производства.

Полученные результаты имеют практическую значимость и могут быть применены при модернизации и автоматизации процессов измельчения пшеницы на предприятиях мукомольной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов И.И. Технология переработки зерна. – Москва: Агропромиздат, 2018.
2. Karimov A.A. Don mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarini modellashtirish. – Toshkent, 2020.
3. Box G., Jenkins G. Time Series Analysis: Forecasting and Control. – Wiley, 2016.
4. Hayitov, A. N. (2023). Bug‘doydan omuxta yem ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish. Educational Research in Universal Sciences, 2(Special Issue 9), 382–385.
5. Hayitov, A. N. (2023). Don mahsulotlarini yetishtirish va qayta ishlash jarayonini avtomatlashtirish xususiyatlari. Qishloq va suv xo‘jaligining zamonaviy

ISSN 3030-3907

muammolari (XXII an'anaviy respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari, I jild, 1206–1211-betlar).
6. Kalandarov, P. I., & Hayitov, A. N. (2023). Agrosanoat mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarini avtomatlashtirish. Innovations in Technology and Science Education, 1(5), 145–149.
7. Kalandarov, P. I., Sharifov, H. S., & Hayitov, A. N. (2023). Technological Machines Diagnostics of Grain Processing Enterprises as the Object of Automation. Science and Innovation, Special Issue "Actual Issues of Agricultural Development: Problems and Solutions", 35–39. https://doi.org/10.5281/zenodo.7997047
8. Khayitov, A., Murodova, G., & Kalandarov, P. I. (2025). Application of regression analysis in moisture measurement of bulk materials. Science and Innovation - International Scientific Journal, 4(7), 40–45. https://doi.org/10.5281/zenodo.15903153
9. Yang, R., Gu, D., & Gu, Z. (2015). Cordyceps Rice Wine: A Novel Brewing Process. Journal of Food Process Engineering, 39(6), 581–590. Portico. https://doi.org/10.1111/jfpe.12251
10. Ljung, L. (1999). System identification: Theory for the user. New Jersey, NJ: Prentice Hall.
11. Kalandarov P.I., Khayitov A.N., Sharifov H.S.The Electrophysical Method of Grain Grinding is Based on Mathematical Models // Proceedings of the 10th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2024). – Springer, 2024. – P. 490–501.
12. Хайитов А.Н., Шарифов Х.Ш. Математическое моделирование процесса измельчения зерна // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования: тезисы докладов 82-й междунар. науч.-техн. конф. – Магнитогорск, 2024. – Т.2. – С. 104.

ISSN 3030-3907

ХОТИН-ҚИЗЛАР ҲАЁТИНИ ТУБДАН ЎЗГАРТИРИШДА ИҚТИСОДИЙ ИСЛОҲОТЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ

Nurullayeva Nabira Miratdinovna
Qoraqalpog‘iston tibbiyot instituti “O‘zbek tili, tillar va ijtimoiy fanlar” kafedrasi o‘qituvchisi
Tel: +998 90 651 71 77

Аннотация. Ушбу мақолада иқтисодий ислоҳотларнинг хотин-қизлар ҳаётига кўрсатаётган ижтимоий-иқтисодий таъсири илмий жиҳатдан таҳлил қилинади. Айниқса, меҳнат бозорида тенг имкониятларни яратиш, тадбиркорликни қўллаб-қувватлаш, таълим ва молиявий ресурсларга кириш имкониятини кенгайтириш орқали хотин-қизларнинг иқтисодий фаоллигини ошириш масалаларига алоҳида эътибор қаратилган. Тадқиқот натижалари иқтисодий ислоҳотлар хотин-қизлар фаровонлигини ошириш, ижтимоий мақомини мустаҳкамлаш ва жамият тараққиётига қўшаётган ҳиссасини кучайтиришда ҳал қилувчи аҳамиятга эга эканини кўрсатади.

Калит сўзлар: хотин-қизлар, иқтисодий ислоҳотлар, меҳнат бозори, тадбиркорлик, гендер тенглиги, ижтимоий ривожланиш.

Аннотация. В данной статье представлен научный анализ социально-экономического воздействия экономических реформ на жизнь женщин. В частности, особое внимание уделяется вопросам повышения экономической активности женщин путем создания равных возможностей на рынке труда, поддержки предпринимательства и расширения доступа к образованию и финансовым ресурсам. Результаты исследования показывают, что экономические реформы играют решающую роль в повышении благосостояния женщин, укреплении их социального статуса и усилении их вклада в развитие общества.

Ключевые слова: женщины, экономические реформы, рынок труда, предпринимательство, гендерное равенство, социальное развитие.

Abstract. This article provides a scientific analysis of the socio-economic impact of economic reforms on women's lives. In particular, special attention is paid to the issues of increasing women's economic activity by creating equal opportunities in the labor market, supporting entrepreneurship, and expanding access to education and financial resources. The results of the study show that economic reforms are crucial in increasing women's well-being, strengthening their social status, and enhancing their contribution to the development of society.

Keywords: women, economic reforms, labor market, entrepreneurship, gender equality, social development.

КИРИШ

ISSN 3030-3907

Жаҳон миқёсида иқтисодий тараққиёт ва барқарор ривожланиш масалаларида хотин-қизларнинг ўрни тобора ортиб бормоқда. БМТ маълумотларига кўра, хотин-қизларнинг иқтисодий фаоллигини ошириш ялпи ички маҳсулот ўсишига бевосита ижобий таъсир кўрсатади. Шу боис, ривожланган ва ривожланаётган мамлакатларда гендер тенглигини таъминлаш давлат сиёсати даражасига кўтарилган.

Замонавий жамиятда хотин-қизлар нафақат оила ва тарбия соҳасида, балки иқтисодиёт, сиёсат, фан ва инновация соҳаларида ҳам фаол иштирок этмоқда. Иқтисодий ислоҳотлар улар учун янги имкониятлар очиб, камбағалликни қисқартириш, ижтимоий адолатни таъминлаш ва инсон капиталини ривожлантиришга хизмат қилмоқда.

Ўзбекистонда сўнгги йилларда амалга оширилаётган иқтисодий ислоҳотлар хотин-қизларнинг ижтимоий-иқтисодий ҳолатини яхшилашга қаратилган комплекс чора-тадбирларни ўз ичига олади. Хусусан, хотин-қизлар бандлигини таъминлаш, уларни тадбиркорликка жалб этиш, касб-ҳунар ва олий таълимга кенг йўл очиш орқали иқтисодий мустақилликни ошириш мақсад қилинган.

Мавжуд тадқиқотлар шуни кўрсатадики, иқтисодий жиҳатдан мустақил хотин-қизлар оила фаровонлиги, болалар таълими ва жамият барқарорлигига катта ҳисса қўшади. Шу нуқтаи назардан, мазкур мақолада иқтисодий ислоҳотларнинг хотин-қизлар ҳаётини тубдан ўзгартиришдаги роли чуқур таҳлил қилинади.

МЕТОДОЛОГИЯ

Тадқиқот жараёнида комплекс илмий ёндашув қўлланилди. Илмий ишни амалга оширишда қуйидаги усуллардан фойдаланилди:

- **Таҳлилий усул** — иқтисодий ислоҳотлар, гендер сиёсати ва хотин-қизлар иқтисодий фаоллигига оид илмий мақолалар, монографиялар ва норматив ҳужжатларни ўрганиш;
- **Солиштирма таҳлил** — хорижий мамлакатлар тажрибасини Ўзбекистон шароити билан қиёсий таҳлил қилиш;
- **Статистик таҳлил** — давлат статистика қўмитаси, халқаро ташкилотлар ҳисоботлари асосида бандлик, даромад ва тадбиркорлик кўрсаткичларини таҳлил қилиш;
- **Контент-таҳлил** — хотин-қизлар масалаларига оид давлат дастурлари ва ислоҳотлар мазмунини ўрганиш;
- **Индукция ва дедукция** — олинган маълумотлар асосида умумий хулосалар чиқариш.

ISSN 3030-3907

Методологик асос сифатида гендер иқтисодиёти назарияси, инсон капитали назарияси ҳамда барқарор ривожланиш концепцияси қабул қилинди. Бу ёндашувлар хотин-қизларнинг иқтисодий имкониятларини кенгайтиришни жамият тараққиётининг муҳим шарти сифатида баҳолаш имконини берди.

НАТИЖАЛАР

Тадқиқот натижалари иқтисодий ислоҳотларнинг хотин-қизлар ҳаётида қатор ижобий ўзгаришларга олиб келаётганини кўрсатди.

1. Меҳнат бозорида хотин-қизлар иштирокининг ошиши

Сўнгги йилларда яратилган янги иш ўринлари, хизматлар соҳасининг кенгайиши ва хусусий сектор ривожи хотин-қизларнинг расмий бандлигини оширишга хизмат қилмоқда. Масофавий иш, қисман бандлик каби шакллар айниқса ёш оналар учун қулай имконият яратди.

2. Хотин-қизлар тадбиркорлигининг кенгайиши

Имтиёзли кредитлар, субсидиялар ва бизнес-инкубаторлар фаолияти хотин-қизларнинг кичик бизнес ва оилавий тадбиркорликка қизиқишини оширди. Натижада, хотин-қизлар томонидан ташкил этилган корхоналар сони йил сайин кўпайиб бормоқда.

3. Таълим ва касбий салоҳиятнинг ошиши

Касб-ҳунар марказлари, қайта тайёрлаш курслари ва олий таълимдаги квоталар хотин-қизларнинг билим ва малакасини оширишга хизмат қилмоқда. Бу эса уларнинг юқори даромадли соҳаларда ишлаш имкониятини кенгайтиради.

4. Ижтимоий фаровонлик ва ҳаёт сифати

Иқтисодий фаолликнинг ошиши хотин-қизлар даромадларини кўпайтириб, соғлиқни сақлаш, таълим ва уй-жой шароитларининг яхшиланишига олиб келмоқда. Бу ҳолат оила барқарорлиги ва жамиятда ижтимоий адолатни мустаҳкамлайди.

МУҲОКАМА

Олинган натижалар иқтисодий ислоҳотлар хотин-қизлар ҳаётини тубдан ўзгартиришда муҳим восита эканини тасдиқлайди. Бироқ, ислоҳотлар самарадорлигини чеклаб қўяётган омиллар ҳам мавжуд.

Аввало, қишлоқ ҳудудларида инфратузилманинг етарли даражада ривожланмагани хотин-қизларнинг иқтисодий фаоллигини чекламоқда. Шунингдек, гендер стереотиплари ва анъанавий қарашлар айрим ҳолларда хотин-қизларнинг меҳнат бозорида фаол иштирок этишига тўсқинлик қилмоқда.

ISSN 3030-3907

Халқаро тажриба шуни кўрсатадики, иқтисодий ислоҳотлар таълим, соғлиқни сақлаш ва ижтимоий ҳимоя сиёсати билан уйғунлашгандагина юқори самара беради. Шу боис, хотин-қизларни қўллаб-қувватлашга қаратилган ислоҳотларни комплекс тарзда амалга ошириш муҳим ҳисобланади.

ХУЛОСА

Тадқиқот натижаларига кўра, иқтисодий ислоҳотлар хотин-қизлар ҳаётини тубдан ўзгартиришда ҳал қилувчи аҳамият касб этади. Меҳнат бозорида тенг имкониятларни таъминлаш, тадбиркорликни қўллаб-қувватлаш, таълим ва молиявий ресурсларга кириш имкониятини кенгайтириш хотин-қизларнинг иқтисодий мустақиллиги ва ижтимоий мақомини мустаҳкамлайди.

Келгусида иқтисодий сиёсатда гендер ёндашувини янада кучайтириш, рақамли иқтисодиётда хотин-қизлар иштирокини кенгайтириш ва молиявий саводхонликни ошириш мақсадга мувофиқ. Бу чора-тадбирлар нафақат хотин-қизлар фаровонлигини, балки жамиятнинг умумий барқарор ривожланишини таъминлайди.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ўзбекистон Республикаси Президентининг *“Хотин-қизларни қўллаб-қувватлаш ва оила институтини мустаҳкамлаш чора-тадбирлари тўғрисида”*ги Фармони. — Тошкент, 2021.
2. Ўзбекистон Республикаси Қонуни. *“Хотин-қизлар ва эркаклар учун тенг ҳуқуқ ҳамда имкониятлар кафолатлари тўғрисида”*. — Тошкент, 2019.
3. Мирзиёев Ш.М. *Янги Ўзбекистон стратегияси*. — Тошкент: Ўзбекистон, 2021.
4. Абдуллаева Н.А. Хотин-қизлар бандлигини оширишда иқтисодий ислоҳотларнинг роли // Иқтисодиёт ва инновацион технологиялар журнали. — 2022. — №3.
5. Саидова Д.Р. Аёллар тадбиркорлигини ривожлантириш — барқарор иқтисодий ўсиш омили // Иқтисодий таҳлил. — 2021. — №4.
6. World Bank. *Women, Business and the Law*. — Washington, DC, 2022.
7. United Nations. *Gender Equality and Women’s Empowerment in Sustainable Development*. — New York, 2020.
8. Asian Development Bank. *Gender Equality and Women’s Economic Empowerment*. — Manila, 2021.
9. Юлдашева М.Т. Хотин-қизларнинг ижтимоий-иқтисодий фаоллигини ошириш масалалари // Ижтимоий фанлар. — 2020. — №2.

ISSN 3030-3907

10. OECD. *Gender Equality in Education, Employment and Entrepreneurship*. — Paris, 2019.
11. Қодирова З.Б. Иқтисодий ислоҳотлар шароитида хотин-қизлар бандлигини таъминлаш масалалари. — Тошкент, 2020.
12. UNDP. *Women's Economic Empowerment Strategy*. — 2021.

ISSN 3030-3907

RAQAMLI FAYLLAR METAMA'LUMOTLARINI HIMOYALASHDA ZAMONAVIY ALGORITMIK YONDASHUVLAR

Sodiqova Dilnoza Jumanazarovna

Muxammad al – Xorazmiy nomidagi TATU "Kiberxavfsizlik va kriminalistika" kafedrasi assistenti.

Email: sodiqovadilnoza655@gmail.com

Annotatsiya. Raqamli axborot almashinuvi jarayonlarining jadal rivojlanishi fayl metama'lumotlarining xavfsizligini ta'minlash masalasini dolzarb muammolardan biriga aylantirdi. Metama'lumotlar faylning mazmunidan tashqari uning muallifi, yaratilgan vaqti, joylashuvi, tahrir tarixi kabi muhim axborotni o'z ichiga oladi va ko'pincha maxfiy ma'lumotlarning oshkor bo'lishiga sabab bo'ladi. Mazkur maqolada raqamli fayllar metama'lumotlarini himoyalashga qaratilgan zamonaviy algoritmik yondashuvlar tahlil qilinadi, ularning afzallik va cheklovlari ko'rsatib beriladi hamda axborot-kommunikatsiya tizimlarida qo'llash imkoniyatlari yoritiladi.

Kalit so'zlar: metama'lumotlar, axborot xavfsizligi, raqamli fayllar, algoritmik himoya, kriptografiya, axborot-kommunikatsiya tizimlari.

Аннотация. Стремительное развитие процессов цифрового информационного обмена обусловило актуальность задачи обеспечения безопасности метаданных файлов. Метаданные, помимо содержательной части файла, включают сведения об авторе, времени создания, местоположении, истории редактирования и других параметрах, которые во многих случаях могут приводить к раскрытию конфиденциальной информации. В данной статье проводится анализ современных алгоритмических подходов к защите метаданных цифровых файлов, рассматриваются их преимущества и ограничения, а также освещаются возможности их применения в информационно-коммуникационных системах.

Ключевые слова: метаданные, информационная безопасность, цифровые файлы, алгоритмическая защита, криптография, информационно-коммуникационные системы.

Abstract. The rapid development of digital information exchange processes has made ensuring the security of file metadata one of the most pressing challenges. In addition to file content, metadata include critical information such as authorship, creation time, location, and editing history, which can often lead to the disclosure of sensitive information. This paper analyzes modern algorithmic approaches to protecting digital file metadata, highlights their advantages and limitations, and discusses their applicability within information and communication systems.

ISSN 3030-3907

Keywords: metadata, information security, digital files, algorithmic protection, cryptography, information and communication systems.

KIRISH

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya tizimlarida raqamli fayllar bilan ishlash jarayonlari hajm va murakkablik jihatidan sezilarli darajada kengayib bormoqda. Elektron hujjat aylanishi, bulutli texnologiyalar, mobil qurilmalar va global tarmoqlar orqali ma’lumotlar almashinuvi axborot xavfsizligini ta’minlash masalasini muhim strategik vazifaga aylantirmoqda. An’anaviy yondashuvlarda axborot xavfsizligi asosan fayl mazmunining maxfiyligi, yaxlitligi va mavjudligini ta’minlashga qaratilgan bo‘lsa-da, amaliy tajriba faylga biriktirilgan metama’lumotlar ham xavfsizlik nuqtai nazaridan kam ahamiyatga ega emasligini ko‘rsatmoqda.

Fayl metama’lumotlari raqamli ob’ektlarning yaratilishi, saqlanishi va qayta ishlanishi bilan bog‘liq bo‘lgan muhim atributlarni o‘z ichiga oladi. Bunday atributlarga muallif haqidagi ma’lumotlar, yaratilgan va tahrirlangan sanalar, foydalanilgan dasturiy vositalar, fayl joylashuvi hamda texnik parametrlar kiradi. Ushbu ma’lumotlar ko‘pincha foydalanuvchi yoki tashkilot faoliyati haqida bilvosita, biroq muhim axborotni oshkor etadi. Natijada metama’lumotlar orqali tizim arxitekturasi, ish jarayonlari yoki foydalanuvchi xatti-harakatlarini tahlil qilish imkoniyati paydo bo‘ladi, bu esa kiber tahdidlar va maqsadli hujumlar uchun qulay sharoit yaratadi.

Axborot xavfsizligi sohasida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab kiberhujumlar aynan metama’lumotlar asosida rejalashtiriladi yoki kuchaytiriladi. Shu sababli metama’lumotlarni himoyalash masalasi mustaqil tadqiqot yo‘nalishi sifatida qaralib, u faqat texnik muammo emas, balki axborot xavfsizligining konseptual va algoritmik asoslarini qayta ko‘rib chiqishni talab etadi. Ayniqsa, raqamli fayllar bilan ishlovchi zamonaviy axborot-kommunikatsiya tizimlarida metama’lumotlarni himoyalashning samarali mexanizmlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Bugungi kunda metama’lumotlarni himoyalashda turli yondashuvlar mavjud bo‘lib, ular orasida kriptografik algoritmlar, metama’lumotlarni minimallashtirish va anonimlashtirish usullari, shuningdek gibrid va adaptiv algoritmik modellar alohida o‘rin egallaydi. Har bir yondashuv o‘zining afzallik va cheklovlariga ega bo‘lib, ularni tanlash tizimning xavfsizlik talablari, foydalanish muhiti va resurs imkoniyatlariga bog‘liqdir. Shu nuqtai nazardan, zamonaviy algoritmik yondashuvlarni kompleks tahlil qilish va ularning samaradorligini baholash muhim ilmiy ahamiyat kasb etadi.

ASOSIY ALGORITMIK MEXANIZMLAR

ISSN 3030-3907

Kriptografik algoritmlar asosidagi metama’lumotlarni himoyalash yondashuvi bir nechta asosiy algoritmik mexanizmlarga tayanadi. Ushbu mexanizmlar metama’lumotlarning maxfiyligi, yaxlitligi va autentifikatsiyasini ta’minlashga qaratilgan bo‘lib, ularning har biri axborot-kommunikatsiya tizimlarining xavfsizlik talablariga muvofiq holda qo‘llaniladi. Metama’lumotlarni himoyalash jarayonida algoritmik mexanizmlarning to‘g‘ri tanlanishi va ularning o‘zaro uyg‘un ishlashi tizim xavfsizligi darajasini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

Birinchi asosiy mexanizm shifrlash algoritmlaridan foydalanish bo‘lib, u metama’lumotlarni ruxsatsiz o‘qish va tahlil qilishdan himoyalashga xizmat qiladi. Shifrlash jarayonida metama’lumotlar kriptografik o‘zgartirishlar orqali tushunarsiz ko‘rinishga keltiriladi va faqat tegishli kalit mavjud bo‘lgandagina tiklanishi mumkin. Amaliyotda simmetrik (AES, ChaCha20) va assimetrik (RSA, ECC) shifrlash algoritmlari qo‘llaniladi. Simmetrik algoritmlar tezkorligi bilan ajralib tursa, assimetrik algoritmlar kalitlarni xavfsiz taqsimlash imkonini beradi.

Ikkinchi muhim algoritmik mexanizm kalitlarni boshqarish tizimlari hisoblanadi. Kalitlarni yaratish, saqlash, taqsimlash va yangilash jarayonlari noto‘g‘ri tashkil etilgan taqdirda, eng kuchli kriptografik algoritmlar ham samarasiz bo‘lib qolishi mumkin. Shu sababli zamonaviy axborot tizimlarida markazlashtirilgan yoki taqsimlangan kalitlarni boshqarish mexanizmlari qo‘llaniladi. Ushbu mexanizmlar metama’lumotlarni himoyalashda foydalaniladigan kriptografik kalitlarning xavfsizligini ta’minlaydi.

Uchinchi algoritmik mexanizm xesh-funksiyalar asosida yaxlitlikni nazorat qilishga qaratilgan. Xesh-algoritmlar yordamida metama’lumotlar uchun noyob raqamli iz hosil qilinadi va ushbu iz orqali metama’lumotlarning o‘zgartirilmaganligi tekshiriladi. Agar metama’lumotlar ruxsatsiz ravishda o‘zgartirilsa, xesh qiymatlarining mos kelmasligi aniqlanadi va bu xavfsizlik hodisasi sifatida qayd etiladi. Mazkur mexanizm metama’lumotlarning ishonchliligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

To‘rtinchi mexanizm raqamli imzolar va autentifikatsiya algoritmlariga asoslanadi. Raqamli imzolar metama’lumotlarning muallifligini tasdiqlash va ularning soxtalashtirilishining oldini olish imkonini beradi. Bu mexanizm ayniqsa huquqiy ahamiyatga ega bo‘lgan elektron hujjatlar va rasmiy fayllar bilan ishlashda muhim hisoblanadi. Autentifikatsiya algoritmlari esa metama’lumotlarga faqat ruxsat etilgan foydalanuvchilarning kirishini ta’minlaydi.

Beshinchi mexanizm kriptografik himoyalashning gibrid algoritmik modellarida qo‘llanilishi bilan bog‘liq. Gibrid modellar simmetrik shifrlashning tezkorligi va assimetrik shifrlashning yuqori xavfsizlik darajasini birlashtiradi. Bu

ISSN 3030-3907

yondashuv metama’lumotlarni himoyalashda samaradorlik va ishonchlilik o‘rtasidagi muvozanatni ta’minlashga xizmat qiladi.

Yuqorida keltirilgan algoritmik mexanizmlar kompleks tarzda qo‘llanilganda, raqamli fayllar metama’lumotlarini himoyalashning yuqori darajasi ta’minlanadi. Shu bilan birga, ushbu mexanizmlarning samaradorligi tizim arxitekturasi, tahdid modeli va foydalanish muhiti bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, ularni tanlash va moslashtirish ilmiy asoslangan yondashuvni talab etadi.

Kriptografik algoritmlar asosidagi yondashuvlarning afzalliklari va cheklovlari

Kriptografik algoritmlar metama’lumotlarni himoyalashda yuqori darajadagi xavfsizlikni ta’minlovchi asosiy texnologik yechimlardan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuvlar metama’lumotlarning maxfiyligi, yaxlitligi va autentifikatsiyasini ta’minlash imkonini bergan holda, turli axborot-kommunikatsiya muhitlarida qo‘llanilishi bilan ajralib turadi. Biroq ularning samaradorligi faqat afzalliklar bilan emas, balki muayyan cheklovlar bilan ham belgilanadi.

Kriptografik yondashuvlarning eng muhim afzalliklaridan biri — yuqori darajadagi matematik asoslangan himoya mexanizmlariga ega ekanligidir. Zamonaviy shifrlash algoritmlari metama’lumotlarni ruxsatsiz o‘qish, tahlil qilish va o‘zgartirish ehtimolini minimal darajaga tushiradi. Ayniqsa, gibrid kriptografik modellar yordamida xavfsizlik va samaradorlik o‘rtasida optimal muvozanatga erishish mumkin.

Shu bilan birga, kriptografik algoritmlarni joriy etish va ekspluatatsiya qilish jarayonida kalitlarni boshqarish, hisoblash resurslariga bo‘lgan talab hamda tizim murakkabligining ortishi kabi muammolar yuzaga keladi. Bu holatlar, ayniqsa, cheklangan resurslarga ega bo‘lgan muhitlarda (mobil va IoT tizimlari) sezilarli ahamiyat kasb etadi.

Quyidagi jadvalda kriptografik algoritmlar asosidagi yondashuvlarning asosiy afzalliklari va cheklovlari tizimli tarzda keltirilgan.

1-Jadval.

Kriptografik algoritmlar asosidagi yondashuvlarning afzalliklari va cheklovlari

Mezon	Afzalliklari	Cheklovlari
Xavfsizlik darajasi	Metama’lumotlarning yuqori darajada maxfiyligi va yaxlitligi ta’minlanadi	Kalit kompрometatsiyasi holatida xavfsizlik pasayadi
Algoritmik ishonchlilik	Matematik jihatdan asoslangan va isbotlangan algoritmlar qo‘llaniladi	Murakkab algoritmlar noto‘g‘ri sozlansa,

ISSN 3030-3907

		zaifliklar yuzaga kelishi mumkin
Moslashuvchanlik	Turli tizim va platformalarga integratsiya qilish imkoniyati mavjud	Integratsiya jarayoni qo‘shimcha xarajat va vaqt talab qiladi
Unumdorlik	Simmetrik algoritmlar yuqori tezlikda ishlaydi	Assimetrik algoritmlar hisoblash resurslarini ko‘p talab qiladi
Amaliy qo‘llanish	Davlat, korporativ va bulutli tizimlarda keng qo‘llaniladi	IoT va mobil muhitlarda optimallashtirish zarur

Kriptografik algoritmlar asosidagi yondashuvlar metama’lumotlarni himoyalashda eng ishonchli va universal yechimlardan biri hisoblanadi. Ular axborot-kommunikatsiya tizimlarida yuqori xavfsizlik talablarini qondiradi va metama’lumotlar orqali yuzaga keladigan tahdidlarni samarali kamaytiradi. Shu bilan birga, mazkur yondashuvlarni qo‘llashda tizim resurslari, kalitlarni boshqarish va ishlash muhitining xususiyatlarini hisobga olish zarur. Aynan shu omillar keyingi bo‘limda ko‘rib chiqiladigan metama’lumotlarni minimallashtirish va anonimlashtirish algoritmik yondashuvlarini qo‘llash zaruratini yuzaga keltiradi.

Metama’lumotlarni minimallashtirish va anonimlashtirish algoritmlari

Minimallashtirish va anonimlashtirish yondashuvi metama’lumotlarni shifrlashdan ko‘ra, ularning xavf tug‘diruvchi qismini aniqlash, kamaytirish yoki shaxsni identifikatsiya qilmaydigan ko‘rinishga keltirishga asoslanadi. Bu yondashuv ayniqsa fayllar ochiq muhitga chiqariladigan holatlarda (veb platforma, ijtimoiy tarmoqlar, ochiq elektron arxivlar, ilmiy almashinuv) juda muhim: foydalanuvchi fayl mazmunini tekshirsa ham, ko‘pincha metama’lumotlar orqali maxfiy detallar oshkor bo‘lib qoladi.

Minimallashtirish algoritmlari quyidagi mantiqda ishlaydi: avvalo fayl formatiga mos ravishda metama’lumotlar ajratib olinadi (aniqlash), keyin atributlar xavf darajasi bo‘yicha tasniflanadi (masalan: “yuqori xavf – o‘rta – past”), so‘ng keraksiz yoki xavfli atributlar o‘chirib tashlanadi. Masalan, “muallif”, “tahrir tarixi”, “lokatsiya”, “dastur versiyasi” kabi atributlar ochiq tarqatiladigan fayllarda ko‘pincha olib tashlanadi.

Anonimlashtirish esa metama’lumotni butunlay o‘chirmasdan, uni foydalanuvchini aniqlab bo‘lmaydigan darajada o‘zgartiradi. Bunda:

- umumlashtirish (aniq sana o‘rniga oy/yil),
- maskalash (identifikatorning bir qismini yashirish),
- psevdonimlashtirish (real identifikatorni sun’iy identifikatorga almashtirish),

ISSN 3030-3907

- shovqin qo‘shish (statistik tahlilni qiyinlashtirish) abi usullar qo‘llanadi.

Afzalligi shundaki, bu yondashuv tezkor, resurs talab qilmaydi va “ochiq muhitda xavfni kamaytirish” uchun juda qulay. Cheklovi esa — ayrim vaziyatlarda metama’lumotlarni bilvosita manbalar orqali qayta tiklash ehtimoli saqlanib qoladi (masalan, fayl nomlash uslubi, versiya tarixi boshqa tizim loglarida qolishi va h.k.). Shuning uchun minimallashtirish/anonimlashtirish ko‘pincha kriptografiya bilan birga qo‘llanadi.

GIBRID ALGORITMIK MODELLAR

Gibrid algoritmik modellar — metama’lumotlarni himoyalashda eng amaliy va ko‘p qatlamli yondashuv bo‘lib, u kriptografik himoya va metama’lumotlarni boshqarish/minimallashtirish mexanizmlarini yagona modelga integratsiyalashga asoslanadi. Bu modelning ustunligi shundaki, u turli tahdid ssenariylari uchun “bitta yo‘l” bilan emas, balki xavf darajasiga mos moslashuvchan himoya bilan javob beradi.

Gibrid model odatda quyidagi bosqichlarda quriladi:

1. Metama’lumotlarni ajratib olish va klassifikatsiya (qaysi atributlar mavjud?)
2. Xavf baholash (qaysi atributlar oshkor bo‘lsa qanday zarar?)
3. Himoya strategiyasini tanlash:
4. ba’zilari o‘chiriladi (minimallashtirish),
5. ba’zilari anonimlashtiriladi,
6. eng muhimlari shifrlanadi yoki imzolanadi.

Audit/monitoring: metama’lumot o‘zgargan-o‘zgarmaganligini tekshirish, log yuritish.

Gibrid yondashuv korporativ va davlat axborot tizimlarida, bulutli saqlash infratuzilmasida, elektron hujjat aylanishida ayniqsa samarali, chunki u “ham xavfsizlik, ham funksionallik” talablarini muvozanatlashtiradi. Cheklovi esa — modelni joriy etish murakkabligi: siyosatlar (policy)ni to‘g‘ri belgilash, standartlarga moslashtirish, tizimlararo moslik, foydalanuvchi rollari va ruxsatlarini to‘g‘ri konfiguratsiya qilish talab etiladi.

Intellektual va adaptiv algoritmlar

Intellektual va adaptiv algoritmlar metama’lumotlar xavfsizligini ta’minlashda sun’iy intellekt/mashinali o‘rganish yondashuvlariga tayanib, tahdidlarni oldindan aniqlash, anomaliyani topish va himoya parametrlarini real vaqt rejimida moslashtirish imkonini beradi. An’anaviy yondashuvlarda ko‘p narsa “qoidalar”ga (rule-based) bog‘liq bo‘lsa, intellektual yondashuvlar ma’lumotlar oqimini o‘rganib, xavfli holatlarni avtomatik topishga harakat qiladi.

Bu algoritmlar quyidagi vazifalarda samarali:

ISSN 3030-3907

- metama’lumotdagi g‘ayrioddiy o‘zgarishlarni aniqlash (masalan, muallif maydoni kutilmagan qiymatga o‘zgargan);
- “normal profil”dan chetga chiqishni topish (masalan, bir xil turdagi fayllar odatda bitta dasturda yaratiladi, birdan boshqa muhit paydo bo‘ladi);
- foydalanuvchi xatti-harakati bilan metama’lumotlar o‘rtasidagi nomuvofiqlikni aniqlash.

Adaptivlik shundan iboratki, tizim xavf darajasi oshganda (masalan, tashqi tarmoqdan kirish ko‘payganda) metama’lumotlarni himoyalash darajasini kuchaytirishi mumkin: masalan, anonimlashtirishdan shifrlashga o‘tish, audit chastotasini oshirish, qo‘shimcha autentifikatsiya talab qilish. Ushbu yondashuv ayniqsa katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlovchi muhitlarda foydali, chunki qo‘lda nazorat qilish qiyin bo‘ladi.

Cheklovlari ham mavjud: sifatli model uchun ma’lumotlar (dataset) kerak bo‘ladi, noto‘g‘ri sozlangan model false positive/false negative holatlarini keltirib chiqarishi mumkin, shuningdek izohlanish (explainability) talabi yuqori bo‘lgan tizimlarda “nega bu holat xavfli deb topildi?” savoliga asosli javob berish muhim.

TAHLIL NATIJALARI

Keltirilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, metama’lumotlarni himoyalashda yagona universal algoritm mavjud emas. Har bir yondashuv muhit, tahdid modeli va resurs imkoniyatlariga bog‘liq. Masalan, ochiq muhitda tezkor tarqatiladigan fayllar uchun minimallashtirish/anonimlashtirish yetarli bo‘lishi mumkin, lekin huquqiy yoki strategik ahamiyatga ega hujjatlarda kriptografik himoya talab etiladi. Katta korporativ tizimlarda esa ko‘p hollarda gibrid model eng oqilona tanlov bo‘lib, intellektual algoritmlar monitoring va moslashuvchanlikni kuchaytiradi.

Shu nuqtai nazardan, istiqbolli yechim sifatida integratsiyalashgan (gibrid) va adaptiv (AI-assisted) modellar ajralib turadi. Ular nafaqat himoyani kuchaytiradi, balki xavf dinamik o‘zgarganda ham tizimni moslashtirish imkonini beradi.

XULOSA

Raqamli fayllar metama’lumotlarini himoyalash axborot-kommunikatsiya tizimlarida xavfsizlikni ta’minlashning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Metama’lumotlar ko‘pincha mazmunga nisbatan “ko‘rinmas” bo‘lsa-da, amaliy jihatdan ko‘plab tahdidlarning boshlang‘ich nuqtasi bo‘lib xizmat qiladi. Zamonaviy algoritmik yondashuvlar kriptografik himoya, minimallashtirish va anonimlashtirish, gibrid modellar hamda intellektual/adaptiv usullar metama’lumotlarning maxfiyligi, yaxlitligi va boshqaruvini ta’minlashga qaratilgan.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot mantiqiy natijasi sifatida shuni aytish mumkinki, gibrid va intellektual yondashuvlarning integratsiyasi metama'lumotlar xavfsizligini sezilarli darajada oshiradi. Kelgusida algoritmlarni resurs jihatidan optimallashtirish, real tizimlarga moslash, hamda riskga asoslangan boshqaruv (risk-based policy) mexanizmlarini takomillashtirish bo'yicha izlanishlar olib borish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection — Information security management systems — Requirements. International Organization for Standardization, Geneva, 2022.
2. NIST SP 800-53 Rev. 5. Security and Privacy Controls for Information Systems and Organizations. National Institute of Standards and Technology, USA, 2020.
3. Stallings W. Cryptography and Network Security: Principles and Practice. 8th ed., Pearson Education, 2023.
4. Schneier B. Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code in C. 2nd ed., Wiley, New York, 2015.
5. Garfinkel S. L. Metadata anonymization: A survey of problems and techniques // IEEE Security & Privacy. Vol. 13, No. 3, 2015. – pp. 12–20.
6. Narayanan A., Shmatikov V. Robust de-anonymization of large sparse datasets // Proceedings of the IEEE Symposium on Security and Privacy. IEEE, 2008. – pp. 111–125.
7. Dwork C., Roth A. The Algorithmic Foundations of Differential Privacy. Foundations and Trends in Theoretical Computer Science, Vol. 9, No. 3–4, 2014.
8. Agrawal R., Srikant R. Privacy-preserving data mining // ACM SIGMOD Record. Vol. 29, No. 2, 2000. – pp. 439–450.
9. Zhou B., Pei J. Preserving privacy in social networks against neighborhood attacks // Proceedings of the IEEE International Conference on Data Engineering. IEEE, 2008. – pp. 506–515.
10. Al-Fedaghi S., Alsumait A. Metadata management and security issues in digital information systems // Journal of Information Security. Vol. 9, No. 2, 2018. – pp. 89–102.
11. Sodiqova D. J. Integration of Cryptographic Models and Network Security Algorithms for Protecting Metadata in Digital Documents // Scientific Journal of Research and Education. Vol. 3, Issue 4, 2024. – pp. 151–153.
12. Chen M., Mao S., Liu Y. Big data: A survey // Mobile Networks and Applications. Vol. 19, No. 2, 2014. – pp. 171–209.

ISSN 3030-3907

13. Buczak A. L., Guven E. A survey of data mining and machine learning methods for cybersecurity intrusion detection // IEEE Communications Surveys & Tutorials. Vol. 18, No. 2, 2016. – pp. 1153–1176.
14. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. Deep Learning. MIT Press, Cambridge, MA, 2016.
15. Kahn R., Wilensky R. A framework for distributed digital object services // International Journal on Digital Libraries. Vol. 6, No. 2, 2006. – pp. 115–123.

ISSN 3030-3907

HENON XARITASI ASOSIDA INSON QON TOMIR TARMOQLARINING TARMOQLANISH ALGORITMINI ISHLAB CHIQISH

Boliyeva Dilrabo Nurbek qizi
Raqamli texnologiyalar va sun'iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti tayanch doktoranti
E-mail: boliyevadilrabo38@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-4031-3628

Annotatsiya. Ushbu maqolada inson qon tomir tizimining murakkab va o‘z-o‘ziga o‘xshash (fraktal) tuzilishini matematik modellashtirish masalalari yoritilgan. An'anaviy Evklid geometriyasining biologik tizimlarni tasvirlashdagi cheklovlari tahlil qilinib, muqobil sifatida fraktal geometriya va Henon xaritasi algoritmi taklif etilgan. Tadqiqotda qon tomirlarining daraxtsimon tarmoqlanishini simulyatsiya qilish uchun iteratsion jarayonlarga asoslangan algoritm ishlab chiqilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, fraktal tahlil sog‘lom va patologik (ateroskleroz, tromboz) to‘qimalarni farqlashda hamda kasalliklarni erta tashxislashda muhim diagnostik ko‘rsatkich bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Henon xaritasi, fraktal geometriya, qon tomir tizimi, iteratsiya, modellashtirish, diagnostika, o‘z-o‘ziga o‘xshashlik.

Аннотация. В данной статье освещаются вопросы математического моделирования сложной и самоподобной (фрактальной) структуры сосудистой системы человека. Проанализированы ограничения традиционной евклидовой геометрии при описании биологических систем, и в качестве альтернативы предложены фрактальная геометрия и алгоритм карты Хенона. В исследовании разработан алгоритм, основанный на итерационных процессах, для моделирования древовидного разветвления сосудов. Результаты показывают, что фрактальный анализ является важным диагностическим показателем для различения здоровых и патологических тканей (атеросклероз, тромбоз), а также для ранней диагностики заболеваний.

Ключевые слова: карта Хенона, фрактальная геометрия, сосудистая система, итерация, моделирование, диагностика, самоподобие.

Abstract. This article addresses the issues of mathematical modeling of the complex and self-similar (fractal) structure of the human vascular system. The limitations of traditional Euclidean geometry in describing biological systems are analyzed, and as an alternative, fractal geometry and the Henon map algorithm are proposed. In the study, an algorithm based on iterative processes was developed to simulate the tree-like branching of blood vessels. The results indicate that fractal

ISSN 3030-3907

analysis serves as an important diagnostic tool for distinguishing between healthy and pathological (atherosclerosis, thrombosis) tissues, as well as for early disease detection.

Keywords: Henon map, fractal geometry, vascular system, iteration, modeling, diagnostics, self-similarity.

KIRISH

Zamonaviy fan va texnologiyalarning rivojlanishi murakkab biologik tizimlarni an’anaviy chiziqli va Evklid geometriyasiga asoslangan usullarni to‘liq tavsiflash imkonini beradi. Ayniqsa, yurak-qon tomir tizimi kabi ko‘p darajali, o‘z-o‘ziga o‘xshash tuzilmalarga ega bo‘lgan obyektlarni o‘rganishda fraktal yondashuv muhim nazariy hamda amaliy ahamiyat kasb etadi. Shu sababli insonlardagi biologik va fiziologik tizimlarning aksariyati jumladan, yurak-qon tomir tarmog‘i, o‘pka bronxlari, nerv tolalari va mikrotsirkulyator tarmoqlar fraktal xususiyatlarga ega. Qon tomirlar tarmog‘ining tarmoqlanishi, diametrlarning o‘zgarishi va fazoviy joylashuvi fraktal geometrik modellar yordamida ifodalanadi. Shu bois fraktal geometriya tirik organizmlarning morfologik va funksional tuzilishini chuqurroq tadqiq qilishga imkonini beradi.

Qon tomirlarining o‘z-o‘ziga o‘xshashligi – bu biologik tizimlarning juda kichik qismlarining umumiy tuzilishga o‘xshash bo‘lishini ifodalaydigan qonuniyatlardir. Fraktallik o‘xshashlik asosan matematikada va tabiiy tizimlarda o‘zini takrorlaydigan tuzilmalarga nisbatan ishlatiladi. Bu qonuniyat qon tomirlarining tarmoqlanishiga ham to‘liq mos keladi. Qon tomir tarmoqlari ayniqsa kapillyarlar, arteriyalar va venalar, o‘z-o‘zini takrorlanuvchi tuzilmalarga ega bo‘lib, ular o‘zida fraktal xususiyatlarni aks ettiradi. Bu shuni anglatadiki, tomirlar kengayganda yoki torayganda, ularning shakli va strukturasining ba’zi xususiyatlari kichik masishtabda yoki katta masishtabda o‘xshash bo‘ladi. Masalan: qon tomirlarining tarmoqlanishi daraxtsimon ko‘rinishida bo‘lib, har bir tomirning o‘lchami va shakli boshqa tomirlarga o‘xshash, ammo ularning masishtabi va fraktal o‘lchovi farq qiladi. Bu o‘z-o‘ziga o‘xshashlikning matematik modelini ishlab chiqishga imkon beradi.

Fraktallarni tavsiflash uchun L-sistemalar yoki iteratsion fraktallar (masalan, Hénon xaritasi) kabi matematik modellardan foydalaniladi. Bu modellarda har bir iteratsiya yangi tomirlarni yaratish uchun ishlatiladi va ular har safar o‘z-o‘zini takrorlaydi. Natijada qon tomirlarining tuzilishi fraktal geometriya yordamida tasvirlanadi, bu esa ular orqali qon oqimini va tomirlarning tarmoq strukturasini aniqroq tushunishga yordam beradi. Fraktallar o‘z-o‘zini takrorlashning mukammal va murakkab misolidir, chunki ular kichik masishtabda yoki katta masishtabda o‘xshash tuzilishga ega bo‘ladi. Bu xususiyatlar qon tomirlarining

ISSN 3030-3907

samarali ishlashiga yordam beradi, chunki ularning tarmoqlanishi qon oqimini maksimal darajada ta’minlaydi va organizmning turli qismlariga kislorod va oziq moddalarning yetkazilishini yaxshilaydi.

Qon tomirlarining tarmoq tuzilmasini modellashda fraktal geometriyadan foydalanish juda samarali bo‘ladi. Fraktallar o‘z-o‘zini takrorlaydigan va o‘xshash strukturalarga ega bo‘lgan tizimlar sifatida keng tarqalgan. Shunday usullardan biri Henon xaritasi bo‘lib, u qon tomirlarining tarmoq tuzilishini tahlil qilishda ishlatiladi.

Henon xaritasi – bu ikki o‘zgaruvchi (x, y) bo‘lgan dinamik tizimning matematik modelidir. Bu model fraktal tuzilishni ishlab chiqish uchun ishlatiladi va qon tomirlarining tarmoq tuzilmasini simulyatsiya qilishda keng miqiyosda qo‘llaniladi. U iteratsion jarayonni o‘z ichiga oladi, ya’ni bir nechta bosqichlardan so‘ng yangi iteratsiya o‘z-o‘zini takrorlaydi. Natijada qon tomirlarining tarmoq strukturasini hosil qililadi. Bu esa qon tomirlarining tarmoq shakllari o‘z-o‘zini takrorlashi va simmetriya hosil qilishini ko‘rsatadi.

Henon xaritasi formulasi:

$$x_{n+1} = 1 - ax_n^2 + y_n \quad \text{va} \quad y_{n+1} = bx_n \qquad (1)$$

Bu formulada a va b fraktalni hosil qilishda qo‘llaniladigan parametrlar bo‘lib, ular tarmoq tuzilishini boshqaradi.

Henon xaritasi quyidagi shaklda beriladi

$$H' = (y - ax_n^2 + 1). \qquad (2)$$

Ikkinchi qadamda esa x o‘qi bo‘ylab qisqartirish amalga oshiriladi. Natijada:

$$H''(x, y) = (x, y) \qquad (3)$$

oxirgi qadamda x o‘qi bo‘ylab qisqartirishni ta’minlash uchun:

$$H'''(x, y) = (x, y) \qquad (4)$$

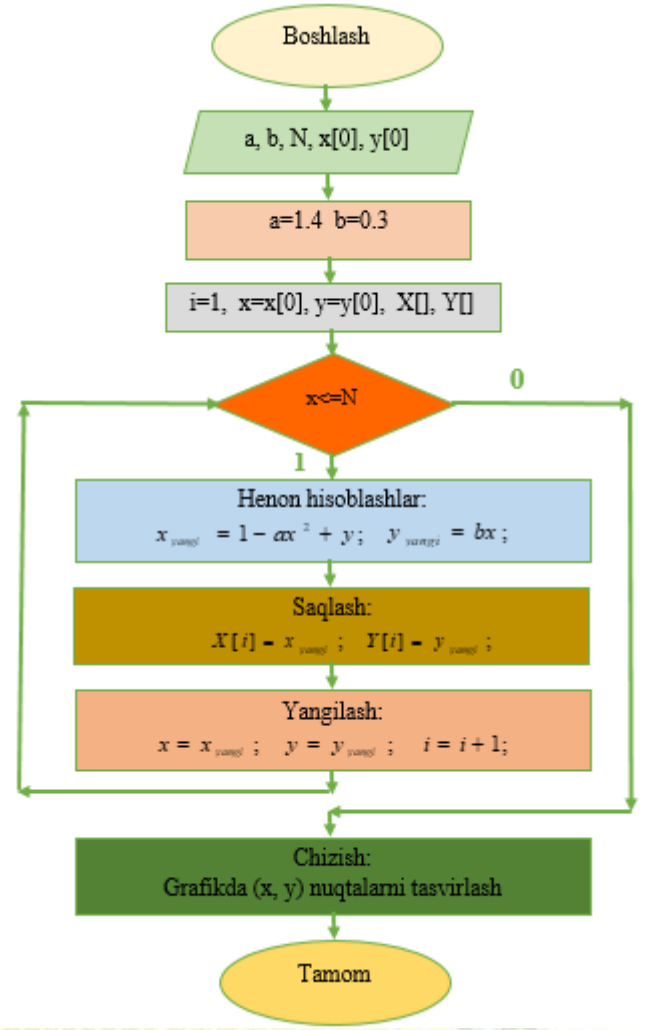
shunda so‘ng Henon xaritasi qayta chiziladi.

Yuqoridagi formulalar asosida quyidagi algoritm ishlab chiqildi:

1. Boshlang‘ich nuqta tanlanadi ya’ni x_0 va y_0
2. Iteratsiya davomida har bir nuqtaning yangi qiymati 1-formulalar orqali hisoblanadi. Bunda takrorlanishlar soni n bo‘lsa quydagi qadamlar bajariladi;
3. Bu jarayon bir nechta iteratsiyalar davomida takrorlanadi ya’ni Henon xaritasini hisoblaydi;
4. Har bir iteratsiyada yangi x va y qiymatlari to‘planadi;
5. Natija chiziladi va hosil bo‘lgan nuqtalar fraktal shaklni ifodalaydi.
6. Tamom.

Blok-sxemasi quydagicha

ISSN 3030-3907



1-chizma. Blok-sxema qon tomirlarning tarmoq tizmini Henon xaritasi asosida chizishni ifodalaydi

Fraktal tahlil yordamida sog‘lom va patologik to‘qimalar o‘rtasidagi farqlar fraktal o‘lchov va multifraktal spektr kabi parametrlar orqali aniqlanishi mumkin. Yurak-qon tomir kasalliklarida xususan, ateroskleroz, tromboz va stenoz buzilishlarida qon tomirlar geometriyasining sezilarli darajada o‘zgarishi kuzatiladi. Bu o‘zgarishlar qon tomir tarmog‘ining murakkabligi yoki soddaligi orqali ifodalanib, u fraktal ko‘rsatkichlar asosida aniqlanadi. U yurak-qon tomir kasalliklarini geometrik talqin qilish yondashuvi ularning faqat klinik va funksional belgilarini emas, balki qon tomirlar tizimining fazoviy va strukturaviy xususiyatlarini ham hisobga olish imkonini beradi. Bu esa kasalliklarni erta bosqichda aniqlash, patologik jarayonlarning rivojlanish dinamikasini baholash va diagnostik algoritmlarni takomillashtirish uchun muhim ilmiy asos talab etadi.

Yuqoridagi tahlillar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy chiziqli va Eevklid geometriyasiga asoslangan usullar inson organizmidagi murakkab biologik tizimlarni, ayniqsa yurak-qon tomir tizimining o‘z-o‘ziga o‘xshash tuzilishini to‘liq ifodalashda yetarli emas. Shu nuqtayi nazardan, fraktal geometriya tirik

ISSN 3030-3907

organizmlarning morfologik va funksional xususiyatlarini chuqurroq tadqiq qilish imkonini beruvchi zamonaviy hamda samarali ilmiy yondashuv sifatida namoyon bo‘ladi. Tadqiqot jarayonida inson qon tomirlari tarmog‘ining tuzilishi fraktal xususiyatlarga ega ekanligi asoslandi. Qon tomirlarining tarmoqlanishi, diametrlarining o‘zgarishi va fazoviy joylashuvi turli masshtablarda o‘zaro o‘xshash bo‘lib, bu holat fraktal o‘z-o‘ziga o‘xshashlik qonuniyati bilan izohlanadi. Ayniqsa, kapillyarlar, arteriyalar va venalarning daraxtsimon tuzilishi fraktal modellar yordamida samarali tasvirlanishi mumkinligi ko‘rsatildi.

XULOSA

Maqolada Xenon xaritasiga asoslangan matematik model qon tomirlari tarmoq tuzilishini simulyatsiya qilishda qo‘llanildi. Iteratsion jarayon orqali hosil qilingan nuqtalar majmuasi qon tomirlarining o‘z-o‘zini takrorlovchi, murakkab va simmetrik fraktal shaklga ega ekanligini namoyon qildi. Taklif etilgan algoritm va blok-sxema qon tomirlar tarmog‘ini modellash jarayonini tizimli ravishda amalga oshirish imkonini beradi. Shuningdek, fraktal tahlil yordamida sog‘lom va patologik holatdagi qon tomirlar o‘rtasidagi farqlarni aniqlash mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi. Ateroskleroz, tromboz va stenoz kabi yurak-qon tomir kasalliklarida qon tomir geometriyasining o‘zgarishi fraktal o‘lchov hamda tarmoq murakkabligining kamayishi yoki ortishi orqali ifodalanishi mumkin ekanligi ko‘rsatilgan. Bu esa kasalliklarni erta bosqichda aniqlash, patologik jarayonlarning rivojlanish dinamikasini baholash va diagnostika usullarini takomillashtirish uchun muhim ilmiy asos bo‘ladi.

Umumiy holda fraktal geometriya, Xenon xaritasiga asoslangan yondashuv yurak-qon tomir tizimini geometrik hamda dinamik nuqtayi nazardan tahlil qilishda katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Ushbu yondashuv biomeditsina, klinik diagnostika va tibbiy modellash sohalarida yangi ilmiy tadqiqotlar olib borish uchun mustahkam metodologik asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mandelbrot B.B. The Fractal Geometry of Nature. W.H. Freeman and Company, 1982. (Fraktal yondashuv asoslari bo‘yicha umumiy adabiyot).
2. Hénon M. A two-dimensional mapping with a strange attractor. Communications in Mathematical Physics, 1976. (Henon xaritasi bo‘yicha asosiy manba).
3. Family, F. et al. Scaling of fractal vascular trees. Physical Review Letters, 1989.
4. Moxod Mexraj, Ahmed Komol and Jabbarov Jamoliddin Sindorovich “CNN and Bidirectional LSTM with Attention to Linguistic Context for Fake News Classification”," Journal of Nonlinear and Convex Analysis Volume 26, Number

ISSN 3030-3907

4, 2025, pages 923–940. http://yokohamapublishers.jp/online p/JNCA/Open/vol26/jncav26n4p923.pdf
5. Jamoliddin Jabbarov, Doston Muxtorov, Muhammad Mustaffokhulov, Gulmira Eshquvvatova, Sulaymon Obloqulov, Mathematical basis of fractal image compression and compression algorithm Available to Purchase Journal: AIP Conference Proceedings AIP Conf. Proc. 3377, 020023 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0300082A.
6. H.N.Zaynidinov., I.Yusupov, J.U.Juraev., J.S. Jabbarov. Applying Two-Dimensional Piecewise-Polynomial Basis for Medical Image Processing. International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering Available Online at http://www.warse.org/IJATCSE/static/pdf/file/ijatcse156942020.pdf https://doi.org/10.30534/ijatcse/2020/156942020
7. Shakhzoda Anarova, Jamoliddin Jabbarov, Abror Rustamov. Determination of the fractal dimension of the damaged part of the human brain. AIP Conf. Proc. 3147, 040007 (2024) https://doi.org/10.1063/5.0210294

ISSN 3030-3907

THE ROLE OF RAW MATERIALS AND TECHNOLOGICAL EQUIPMENT IN KNITTING PRODUCTION

Abdurakhmanov Abdurashid Atakhanovich
Candidate of Technical Sciences, Professor Andijan State Technical Institute
Email : abdurakhmanovabdurashid25@gmail.com

Abstract. The knitting industry is a relevant branch of light industry, in which [i]elastic, comfortable fabrics are produced based on natural and synthetic fibers [1] [2] . The article analyzes the types of raw materials (cotton, wool, synthetic fibers) in the production of knitwear and their properties. Also, the technical indicators, efficiency and efficiency of technological equipment such as flat and circular knitting machines are compared with numerical parameters. Modern equipment and materials are studied using examples of best practices in the world and Uzbekistan. Based on the results obtained, scientific and practical recommendations are given on the effective use of cotton and other fibers, the introduction of automated knitting technologies.

Keywords: knitting, raw materials, knitting machines, cotton fiber, synthetic fibers, textile technology.

Аннотация. Трикотажная промышленность является важной отраслью легкой промышленности, в которой производятся эластичные, комфортные ткани на основе натуральных и синтетических волокон [1] [2] . В статье анализируются виды сырья (хлопок, шерсть, синтетические волокна) в производстве трикотажных изделий и их свойства. Также проводится сравнение технических показателей, эффективности и производительности технологического оборудования, такого как плосковязальные и круговые вязальные машины, с числовыми параметрами. Современное оборудование и материалы изучаются на примерах передового опыта в мире и Узбекистане. На основе полученных результатов даются научно-практические рекомендации по эффективному использованию хлопка и других волокон, внедрению автоматизированных технологий вязания.

Ключевые слова: вязание, сырье, вязальные машины, хлопковое волокно, синтетические волокна, текстильные технологии.

Annotatsiya. Trikotaj sanoati engil sanoatning tegishli sohasi bo'lib, unda tabiiy va sintetik tolalar asosida elastik, qulay matolar ishlab chiqariladi [1] [2] .avhum. Trikotaj sanoati engil sanoatning tegishli sohasi bo'lib unda tabiiy va sintetik tolalar asosida elastik, qulay matolar ishlab chiqariladi [1] [2] . Maqolada trikotaj ishlab chiqarishdagi xom ashyo turlari (paxta, jun, sintetik tolalar) va ularning xususiyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, tekisavhum. Trikotaj sanoati engil sanoatning tegishli sohasi bo'lib, unda tabiiy va sintetik tolalar asosida elastik,

ISSN 3030-3907

qulay matolar ishlab chiqariladi [1] [2] . Maqolada trikotaj ishlab chiqarishdagi xom ashyo turlari (paxta, jun, sintetik tolalar) va ularning xususiyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, tekis va dumaloq trikotaj mashinalari kabi texnologik uskunalarning texnik ko'rsatkichlari, samaradorligi va samaradorligi raqamli parametrlar bilan taqqoslanadi. Zamonaviy asbob-uskunalar va materiallar jahon va O'zbekistonning ilg'or tajribalari misolida o'rganilmoqda. Olingan natijalar asosida paxta va boshqa tolalardan samarali foydalanish, to'qishning avtomatlashtirilgan texnologiyalarini joriy etish bo'yicha ilmiy va amaliy tavsiyalar berilmoqda.

Kalit so'zlar: trikotaj, xom ashyo, trikotaj mashinalari, paxta tolasi, sintetik tolalar, to'qimachilik texnologiyasi.

INTRODUCTION

The knitting industry is an integral part of the modern clothing and home goods market [1] . The elasticity and softness of knitted products are due to the looped yarn, which makes them different from other fabrics [2] . Knitting is currently widely used in the production of sportswear, home goods, and technical fabrics. The knitting industry around the world requires advanced technologies and high-quality materials. Uzbekistan has become one of the largest cotton producers in recent years, and by 2023, it will turn 100% of its cotton into yarn and remove it from export [3] . In addition, about 3,900 circular knitting machines have been installed and put into operation in the country [4] . This is helping to increase the volume and quality of knitted products. The purpose of the article is to analyze the types of raw materials and technological equipment in the knitwear industry, and compare their characteristics with tabular and numerical indicators.

METHODS. The study used a literature review and analysis of available statistical data. National and international sources on knitting and textile technologies were studied. Accurate quantitative data on raw materials and equipment were collected: information on the physicochemical properties of cotton and other fibers, as well as technical parameters of various knitting machines were taken from literature and production reports [5] [6] . Based on this data, appropriate comparisons and tabular presentations were carried out. Also, the experience of Uzbekistan (artists' reports, government publications) was compared with examples of well-known manufacturers in foreign countries (such as Maer & Cie) [3] [7] . The results of the analysis were summarized using tables and diagrams (technical indicators).

RESULTS

Types of raw materials and their comparison: The main raw materials in the production of knitwear are cotton, wool and synthetic fibers. Cotton fiber is

ISSN 3030-3907

distinguished by its easy breathability, good moisture permeability (moisture absorption ~ 8.5%) [8] . Cotton has an average breaking strength (15–40 cN/tex) and elongation (6–10%) and is quite elastic [5] [9] . Wool fiber has high elongation (25–45%) and moisture absorption (about 16%) [5] [8] . Synthetic fibers, in particular polyester (recycled nylon), have very high strength (35–60 cN/tex) and elongation (15–30%), but practically do not retain moisture (~ 0.4%) [5] [8] . The following table presents the mechanical and physical properties of the main fibers:

Table 1

Mechanical and physical properties of staple fibers

Raw materials	Fiber type	Strength (cN / tex)	Elongation (%)	Humidity weight (%)
Cotton	| Natural |	15–40[5]	6–10[9]| 8.5[8]	8.5[8]
| Wool	Natural	12–18[5]	25–45[9]|	16.0[8]
Polyester (synthetic)	Artificial	35–60[5]	15–30[9]	0.4[8]

Features of knitting machines: In modern knitting production, flat and circular knitting machines are widely used. Circular knitting machines are particularly productive. For example, the 30-inch (~76.2 cm) circular knitting machine of the Relanit 4.0 UHS model, manufactured by the German company Maer & Cie, operates at a speed of 70 rpm and produces ~1500 kg of staple fabric per day [6] . Another high-performance model is the Maer S4-3.2 R II, which reaches a speed of 39 rpm on a 30-inch circular machine (which corresponds to a speed of ~1.56 m/s) [10] . The Maer OVJA 1.6 EM machine, designed for medical and home textiles, operates at a speed of 24 rpm on a 38-inch (~96.5 cm) diameter [11] . A local example is a 64-system circular knitting machine (needle diameter 500 mm) that produces 1,600 light loops per minute on a 1 m wide fabric [12] . The following table lists several machine models and their technical specifications:

Table 2

Machine models and their technical specifications

Machine (Model)	| Type	| Diameter (cm)	Speed (rpm)	Daily working output (kg)
Mayer Relanit 4.0 UHS	| Round (single)	76.2	70[6]	1500[6]
Maer S4-3.2 R II	Round (single)	76.2	39[10]	-
Maer OVJA 1.6 EM	Round (single)	96.5	24[11]	-

ISSN 3030-3907

64-system round car	Round (single)	50.0	25[12]	-

As can be seen from the table, modern machines provide high rotation speeds and large fabric masses [6] [12] . This increases the efficiency of production in the industry. At the same time, very thin needles are used in fine carpet knitwear (for example, for sportswear) that require a high gas (manoz) number (thread density).

DISCUSSION. In world experience, innovations in the knitwear industry initially appear in industrially advanced countries such as Germany and Italy. For example, the machines of the Maer & Cie company with huge production capacity attract attention with their high technical indicators [6] [11] . Also, advanced technologies such as matrix (jacquard) and 3D-printing are used in Europe and Asia. With the emergence of fibers such as protein acrylic in the world , the use of mixed fibers in knitted fabrics has also expanded. In accordance with current trends, research centers and enterprises in Uzbekistan are also engaged in projects aimed at optimizing nanofibers and natural fibers. The knitwear industry is also developing rapidly in Uzbekistan. In recent years, the country's exports of knitwear to the member states of the Economic Union and the Middle East have increased significantly [13] . For example, local knitwear companies are widely introducing cotton and synthetic blended yarns for the production of sportswear and workwear [14] . New modern equipment is being installed due to international cooperation and investments. Therefore, Uzbekistan is now becoming a center in Central Asia for the production of not only raw materials, but also high-value-added products [7] . According to the TextileExpo 2025 exhibition, the knitwear industry is one of the fastest growing and export-oriented sectors of the country, with manufacturers increasing production volumes and introducing new technologies [7]. In foreign experience, automation and digital control systems are widely used in knitting machines. These include unique technologies - computer-aided pattern design, semi-automatic and robotic systems [1] . In recent years, Uzbekistan has also adopted technological modernization programs: through the cluster system, cotton cultivation and textile integration, and innovations are being implemented through the establishment of export-oriented workshops [3] [7] .

CONCLUSION. The main results obtained from the research are as follows. Cotton and other natural fibers are the main raw materials in the production of knitwear, and their high moisture absorption and high elongation properties have a positive effect on the quality of the product [5] [8] . However, synthetic fibers (polyester, acrylic, etc.) are also widely used in accordance with the various needs of knitwear; taking into account their strength and elasticity, the technical and aesthetic properties of the products are optimized. Flat and circular knitting

ISSN 3030-3907

machines allow the production of knitted fabrics in various patterns and structures. Modern high-speed machines significantly increase production efficiency [6] [11]. Currently, the textile industry in Uzbekistan has reached the level of a world leader in the processing of domestic cotton [3] . In the field of knitwear, joint ventures and export projects are increasing. In the future, new results can be achieved in the knitwear sector by introducing special types (seamless, 3D knitwear), increasing the use of environmentally friendly fibers, and encouraging the import of high-tech equipment. It is also important to develop quality control, innovative design, and certification systems in accordance with international standards to improve the quality of knitted fabrics in Uzbekistan.

Recommendations and conclusions: It is necessary to improve quality and productivity by combining cotton and synthetic fibers in the production of knitwear, and to master new seamless technologies. The introduction of computer-aided design (CAD) and automatic control systems based on international experience, as well as testing innovative fibers (for example, organic cotton, functional rubber fibers) in the conditions of Uzbekistan, have become urgent issues in recent years. At the same time, it is important to allocate investment in education and personnel training, and research and development for the development of the knitwear industry.

LITERATURE

1. Berdieva RA, Khaydarova II, Khalilova DJ Analysis of the assortment of woven and knitted products and innovative technologies. *Journal of Science-Innovative Research in Uzbekistan* , 2024, Vol. 2, No. 10, pp. 201–204 [1] .
2. Tangyugur Textile. *What fibers are knitted fabrics mainly made of?* 2022, 14.12. (online) (kkg. 2026.01.23) [15] .
3. Muqimov MM et al. *General information about knitted fabric raw materials and knitted fabrics* . Namangan State University, 2022 (dissertation guide).
4. GIZ-OFChED. *A textile giant in the making? A look at the textile and apparel sector in Uzbekistan* . Berlin, 2024.
5. Maer & Cie. *Breaking the speed limits with Maer & Cie* . *Knitting Industry* , 14 Nov 2012.
6. Vigotex. *Fiber Strength And Fiber Elongation* . 2023 (online) [5] [9] .
7. TextileCalculations. *Standard Moisture Regain and Moisture Content of Fibers* . 2026 (online) [8] .
8. Republic of Uzbekistan. *Textile Revolution in Uzbekistan: How the Country Is Becoming a New Manufacturing Hub for Global Brands* . Gov.uz , 25.08.2025.
9. Tebiz.ru. *Knitwear market in Uzbekistan: transformation and export potential* . 12.11.2025 (article) [13] .

ISSN 3030-3907

10. TextileExpo Uzbekistan. *Export-oriented textile products of Uzbekistan* . 2025 (press release) [7] .
11. Abduraimov G. *Technology of sewing, knitting and embroidery* . Urgench: UrDU, 2020.
12. Senno D. *Advances in Circular Knitting: A Comprehensive Handbook and Practical Guide* . Cambridge: Woodhead, 2011.
13. Spencer DJ *Knitting Technology: A Comprehensive Handbook and Practical Guide* , 3-e. Cambridge: Woodhead, 2001.
14. Stat.uz. *Textile industry of Uzbekistan – press release* . 2022 (ongoing).
15. Yusupov B., Islomov S. *Knitting machines and their types* . Tashkent: "Science and Technology", 2021.
16. Kadyrov I. *Textile technology* . Tashkent: "Akhborot", 2020.
17. UzPAKTEXTILE. *Development prospects for knitwear production in Uzbekistan* . 2024 (tab).
18. Cotton Cluster. *Cotton Industry Clusters: Innovations and Results* . Tashkent, 2023.
19. Jalilov M. *Flat and circular knitting machines* . Fergana: FPI Publishing House, 2019.
20. Bogdanov A. *Knitted fabric structures and technology* . Tashkent, 2018.
[1] [2] www.universalpublishings.com
https :// inlibrary . en / index . php / journal - science - innovative / arti c le / do w nload / 60781/ 61200 / 76649
[3] [4] giz.de
https ://www. secret de / de / do w nloads / giz 2024- en - a - textile - giant - in - the - making . pdf
[5] [9] Fiber Strength And Fiber Elongation – Vigotex
https ://www. vigotex .c om / blogs / fiber - length / fiber - strength - and - fiber - elongation
[6] [10] [11] Breaking the speed limits with Maer & Cie.
https ://www. knittingindustry .c om / breaking - the - speed - limits -w ith - maer -c ie /
[7] Export-oriented Uzbek textile products - News
https://textileexpo.uz/uz/news/export-oriented-uzbekistan-textile-products
[8] Standard Moisture Regain and Moisture Content of Fibers
https ://www. textile c al c ulations.c om / standard - moisture - regain - and - moisture - content - of - fibers /

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTONDA ISLOM BANKLARINI RIVOJLANTIRISHDA QIMMATLI QOG‘OZLAR BOZORINING ROLI

Omonov Rustam Farmonovich
Qarshi davlat texnika universiteti, “Moliya va bank ishi” kafedrasi professori, O‘zbekiston. Qarshi.sh.
E-mail: r.omanov@qmii.uz
Shokirov Daler Dilshod o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti, “Moliya va bank ishi” kafedrasi magistranti, O‘zbekiston. Qarshi.sh.

Annotatsiya. Mazkur maqolada O‘zbekistonda islom banklari faoliyatini rivojlantirishda qimmatli qog‘ozlar bozorining o‘rni va ahamiyati tadqiq etilgan. Tadqiqot jarayonida islom moliyasi instrumentlarining nazariy asoslari hamda ularning milliy kapital bozoriga integratsiyalashuv imkoniyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, islom banklarini moliyalashtirishda qimmatli qog‘ozlar bozoridan foydalanish mexanizmlari ko‘rib chiqilib, mavjud muammolar va rivojlanish istiqbollari yuzasidan ilmiy xulosalar va amaliy tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: islom banklari, qimmatli qog‘ozlar bozori, sukuk, islom moliyasi, kapital bozori.

Abstract. This article examines the role and importance of the securities market in the development of Islamic banking activities in Uzbekistan. The study analyzes the theoretical foundations of Islamic financial instruments and explores the possibilities of their integration into the national capital market. Furthermore, the mechanisms of utilizing the securities market in financing Islamic banks are discussed, existing challenges are identified, and development prospects are outlined, followed by scientific conclusions and practical recommendations.

Keywords. Islamic banks, securities market, sukuk, Islamic finance, capital market.

Аннотация. В данной статье исследуется роль и значение рынка ценных бумаг в развитии деятельности исламских банков в Узбекистане. В ходе исследования проанализированы теоретические основы инструментов исламских финансов, а также возможности их интеграции в национальный рынок капитала. Кроме того, рассмотрены механизмы использования рынка ценных бумаг в финансировании исламских банков, выявлены существующие проблемы и перспективы развития, на основе чего сформулированы научные выводы и практические рекомендации.

Ключевые слова: исламские банки, рынок ценных бумаг, сукук, исламские финансы, рынок капитала.

Kirish

ISSN 3030-3907

Bugungi kunda jahon moliya tizimida muqobil moliyalashtirish mexanizmlariga bo‘lgan ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Xususan, global moliyaviy inqirozlar, foizga asoslangan moliyaviy munosabatlarning barqarorligiga nisbatan shubhalarni kuchaytirib, risklarni adolatli taqsimlashga asoslangan islom moliyasi tizimiga bo‘lgan qiziqishni sezilarli darajada oshirdi. Islom banklari shariat tamoyillariga muvofiq faoliyat yuritib, real aktivlar bilan ta’minlangan, spekulyativ operatsiyalardan holi bo‘lgan moliyaviy instrumentlar orqali iqtisodiy barqarorlikni ta’minlashga xizmat qiladi.

O‘zbekiston Respublikasida so‘nggi yillarda moliya bozorini liberallashtirish, bank-moliya tizimini isloh qilish va xorijiy investitsiyalarni jalb etish borasida keng ko‘lamli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Ushbu jarayonda moliyaviy xizmatlar bozorini diversifikatsiya qilish, yangi moliyaviy institutlar va instrumentlarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, islom banklarini tashkil etish va ularning faoliyatini rivojlantirish mamlakat iqtisodiyotining uzoq muddatli barqaror o‘sishini ta’minlashda muhim omil sifatida qaralmoqda.

Islom banklari faoliyatining samaradorligi ko‘p jihatdan ularning moliyaviy resurslarni jalb etish va joylashtirish imkoniyatlari bilan belgilanadi. Bu jarayonda qimmatli qog‘ozlar bozori muhim moliyaviy mexanizm sifatida namoyon bo‘ladi. Qimmatli qog‘ozlar bozori orqali kapitalni uzoq muddatli va nisbatan arzon manbalar hisobidan jalb etish, investitsiya loyihalarini moliyalashtirish hamda risklarni boshqarish imkoniyatlari kengayadi. Ayniqsa, islom moliyasiga xos bo‘lgan sukuk kabi qimmatli qog‘ozlar islom banklari faoliyatini moliyalashtirishda samarali instrument sifatida e’tirof etilmoqda.

Hozirgi kunda O‘zbekistonda qimmatli qog‘ozlar bozorini rivojlantirish bo‘yicha muayyan institutsional va huquqiy asoslar yaratilgan bo‘lsa-da, islom moliyasi instrumentlarining ushbu bozorga integratsiyalashuvi yetarli darajada shakllanmagan. Islom banklari va qimmatli qog‘ozlar bozori o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik, ularning iqtisodiy o‘sishga ta’siri hamda amaliy mexanizmlari chuqur ilmiy tahlilni talab etadi. Aynan shu jihatlar mazkur tadqiqot mavzusining dolzarbligini belgilaydi.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi O‘zbekistonda islom banklarini rivojlantirishda qimmatli qog‘ozlar bozorining o‘rni va ahamiyatini ilmiy jihatdan asoslashdan iborat. Tadqiqot doirasida islom moliyasi instrumentlarining nazariy asoslari tahlil qilinadi, qimmatli qog‘ozlar bozori orqali islom banklari faoliyatini moliyalashtirish imkoniyatlari baholanadi hamda mavjud muammolarni bartaraf etish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi.

ISSN 3030-3907

Mazkur maqolaning ilmiy ahamiyati shundan iboratki, unda islom banklari va qimmatli qog‘ozlar bozori o‘rtasidagi o‘zaro aloqalar tizimli yondashuv asosida tadqiq etilgan. Amaliy ahamiyati esa tadqiqot natijalaridan O‘zbekistonda islom banklarini tashkil etish va rivojlantirish, shuningdek, milliy kapital bozorini modernizatsiya qilish jarayonida foydalanish imkoniyati mavjudligi bilan izohlanadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI: Islom bankchiligi va islom moliyasi zamonaviy moliyaviy tizimlarda tobora dolzarb yo‘nalishga aylanmoqda. Global miqyosda islom moliyasi instrumentlari, xususan sukuk qimmatli qog‘ozlari, kapital bozorida investitsiya risklarini kamaytirish, foizga asoslanmagan moliyaviy xizmatlar taklif etish hamda barqaror moliyaviy infratuzilma yaratish uchun ishlatiladi. Ushbu moliya tizimi shariat tamoyillari asosida faoliyat yuritadi va foiz (riba) hamda spekulyativ amaliyotlarni cheklaydi, natijada investorlar va mijozlar uchun muqobil va etika asosidagi moliyaviy xizmatlarni taklif qiladi.

O‘zbekiston kontekstida ham islom moliyasini joriy etish bo‘yicha so‘nggi yillarda bir qator ilmiy va amaliy tadqiqotlar olib borilmoqda. Masalan, Azizaxon Mirzaxmedovaning tadqiqotida O‘zbekiston moliya bozorida islomiy qimmatli qog‘ozlarni joriy qilishning yo‘llari va muammolari tahlil qilingan: muallif O‘zbekistonda shariat tamoyillariga mos instrumentlarni joriy etish uchun normativ-huquqiy bazani takomillashtirish va bozor infratuzilmasini rivojlantirish zarurligini ta’kidlaydi. Shuningdek, bu instrumentlar milliy kapital bozorini diversifikatsiya qilish va iqtisodiy barqarorlikni mustahkamlashda muhim rol o‘ynashi mumkinligi ko‘rsatilgan.

Hozirgi vaqtda O‘zbekiston moliya bozorini tartibga soluvchi normativ hujjatlar asosan “Banklar va bank faoliyati to‘g‘risida” hamda “Qimmatli qog‘ozlar bozorini tartibga soluvchi qonun” kabi umumiy qonunlarga asoslanadi. Bu hujjatlar banklar va kapital bozorida faoliyat yurituvchi institutlar uchun asosiy ramkani tashkil etsa-da, islom moliyasi like instrumentlar uchun maxsus normativ yo‘l hali to‘liq shakllanmagan. Shu sababli huquqiy bo‘shliqni bartaraf etish va shariatga mos moliyaviy instrumentlarni tartibga solish bo‘yicha qonunchilik tashabbuslari ishlab chiqilmoqda.

2025-yil sentyabr oyida Oliy Majlis Qonunchilik palatasi tomonidan “Islomiy bank faoliyatini joriy qilish bo‘yicha” qonun loyihasi muhokama qilindi**.** Ushbu loyiha amaliyotda shariat standartlariga mos bank faoliyatini yo‘lga qo‘yish, savdo va sheriklik asosidagi moliyalashtirish shakllarini rasmiylashtirish hamda soliq va fuqarolik kodekslariga o‘zgartirishlar kiritishni taklif etadi. Maqsad

ISSN 3030-3907

O‘zbekistonda islom banklarini rasmiy tartibga solish va ularni an’anaviy tizim bilan uyg‘unlashtirishdir .

Shuningdek, 2025-yil noyabrida ham O‘zbekiston kontekstida islom moliyasining normativ bazasini yaratishga qaratilgan qarorlar muhokama qilingan**,** bu qonun Loyihasi Senat ko‘rib chiqilishi kutilmoqda va u shariatga muvofiq moliyaviy instrumentlar uchun alohida me’yoriy mexanizmlarni belgilaydi. Ushbu hujjat amalda qabul qilinsa, u moliya bozori diversifikatsiyasi hamda moliyaviy infratuzilma rivojlanishiga katta turtki bo‘lishi mumkin .

Xalqaro tadqiqotlar ham O‘zbekiston bozorida islom bankchiligi uchun salohiyat yuqori ekanini qayd etadi. Masalan, jurnal maqolasida O‘zbekiston islom bankchiligini joriy etish bo‘yicha bozor talabini o‘rganib, mavjud qonunchilikni qayta ko‘rib chiqish va yangi normativ mexanizmlarni ishlab chiqish zarurligi ta’kidlangan . Bu ilmiy asoslar milliy moliya tizimida islomiy moliya instrumentlarini joriy etish va qimmatli qog‘ozlar bozoriga integratsiya qilish bo‘yicha strategik yo‘nalishlarni belgilashga yordam beradi.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, O‘zbekiston moliya bozorida islom banklarini rivojlantirish hamda shariatga mos qimmatli qog‘ozlarni joriy etish bo‘yicha normativ-huquqiy asoslarni takomillashtirish va amaliy mexanizmlarni joriy etish dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. Bu sohadagi ilmiy adabiyotlar va normativ tashabbuslar kelgusida mamlakatning iqtisodiy va moliyaviy barqarorligini ta’minlash uchun muhim ahamiyatga ega.

TADQIQOT METODOLOGIYASI: Tadqiqot jarayonida ma’lumotlar O‘zbekiston Respublikasi Markaziy banki, Iqtisodiyot va moliya vazirligi, ochiq rasmiy manbalar hamda ilmiy adabiyotlar asosida yig‘ildi. Maqolada O‘zbekistonda islom banklarini tashkil etish va rivojlantirishning nazariy asoslari o‘rganilib, ularni qimmatli qog‘ozlar bozori bilan integratsiya qilish imkoniyatlari tahlil qilindi. Tadqiqot davomida mavjud normativ-huquqiy baza hamda islom moliyasi instrumentlarining kapital bozoriga ta’siri qiyosiy va tahliliy usullar yordamida baholandi. Ushbu yondashuv O‘zbekistonda islom banklari faoliyatini rivojlantirish bo‘yicha ilmiy-amaliy xulosalar va takliflar ishlab chiqishga xizmat qildi.

TAHLIL VA NATIJALAR: O‘zbekistonda moliya tizimini diversifikatsiya qilish va muqobil moliyaviy xizmatlarni joriy etish zarurati sharoitida islom banklarini tashkil etish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Mamlakat moliya bozori hozirgi kunda asosan an’anaviy bank tizimi va foizga asoslangan moliyaviy instrumentlarga tayangan holda faoliyat yuritmoqda. Shu bilan birga, aholi va tadbirkorlik subyektlari orasida shariat tamoyillariga mos

ISSN 3030-3907

moliyaviy xizmatlarga bo‘lgan talab mavjudligi ilmiy tadqiqotlar va amaliy muhokamalarda qayd etilmoqda.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, islom banklari faoliyatini samarali yo‘lga qo‘yishda qimmatli qog‘ozlar bozori muhim moliyalashtirish manbai bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Xususan, islom moliyasi instrumentlari orqali kapital jalb qilish banklarning resurs bazasini kengaytirish, real sektorni moliyalashtirish va investitsiya risklarini taqsimlash imkonini beradi. Bu jarayonda sukuk qimmatli qog‘ozlari, ijara, musharaka va mudaraba kabi shariatga mos instrumentlar alohida ahamiyatga ega.

O‘zbekiston sharoitida islomiy qimmatli qog‘ozlarni joriy etish mavjud normativ-huquqiy bazani moslashtirish va moliya bozori infratuzilmasini rivojlantirishni talab qiladi. Hozirgi vaqtda qimmatli qog‘ozlar bozori asosan an’anaviy aksiyalar va obligatsiyalar orqali faoliyat yuritmoqda. Islom banklari uchun ushbu bozorni muqobil moliyalashtirish mexanizmi sifatida shakllantirish kapital bozorining funksional imkoniyatlarini kengaytiradi va investorlar doirasini oshiradi.

Quyidagi jadvalda islom banklari faoliyatida qo‘llaniladigan asosiy islom moliyasi instrumentlari hamda ularning qimmatli qog‘ozlar bozori bilan bog‘liqligi tavsiflangan.

1-jadval

Islom banklari faoliyatida qimmatli qog‘ozlar bozori bilan bog‘liq asosiy instrumentlar

Islom moliyasi instrumenti	**Qimmatli qog‘ozlar bozori bilan bog‘liqligi**	**O‘zbekiston sharoitida qo‘llash imkoniyati**
Sukuk	Kapital bozorida islomiy qimmatli qog‘oz sifatida chiqariladi	Yuqori – maxsus normativ-huquqiy baza yaratilganda
Musharaka	Ulushli sheriklik asosida investitsiya jalb qilish	O‘rta – korporativ boshqaruv mexanizmlari talab etiladi
Mudaraba	Investor va boshqaruvchi o‘rtasida daromadni taqsimlash	O‘rta – investitsion madaniyatni rivojlantirish zarur
Ijara	Aktivlarga asoslangan moliyalashtirish shakli	Yuqori – real sektor bilan bog‘liqligi sababli
Murabaha	Savdo asosida moliyalashtirish, obligatsiyaga muqobil	Yuqori – bank amaliyotiga mos

ISSN 3030-3907

MANBA: Muallif tomonidan ilmiy adabiyotlar va O‘zbekiston moliya bozori bo‘yicha rasmiy manbalar asosida tuzilgan.

Jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, islom banklari faoliyatida qimmatli qog‘ozlar bozoridan foydalanish imkoniyatlari mavjud bo‘lib, ayniqsa sukuk va ijara instrumentlari O‘zbekiston sharoitida yuqori salohiyatga ega. Ushbu instrumentlar real aktivlarga asoslanganligi sababli iqtisodiy barqarorlikni ta’minlash va investitsiya risklarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Umuman olganda, olib borilgan tahlillar O‘zbekistonda islom banklarini rivojlantirishda qimmatli qog‘ozlar bozorining muhim moliyaviy mexanizm ekanini ko‘rsatadi. Islom moliyasi instrumentlarini kapital bozoriga integratsiya qilish bank tizimining resurs bazasini kengaytirish, investitsiya faoliyatini faollashtirish va moliya bozorining barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR: Olib borilgan tadqiqot natijalari O‘zbekistonda islom banklarini tashkil etish va rivojlantirishda qimmatli qog‘ozlar bozorining muhim moliyaviy mexanizm ekanini ko‘rsatdi. Islom moliyasi instrumentlari, xususan sukuk, ijara, musharaka va mudaraba shakllari orqali kapital jalb qilish banklarning resurs bazasini kengaytirish va real sektorni moliyalashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu instrumentlar shariat tamoyillariga mosligi sababli moliyaviy barqarorlikni ta’minlash va investitsiya risklarini taqsimlashda samarali vosita hisoblanadi.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, O‘zbekiston qimmatli qog‘ozlar bozori hozirgi vaqtda asosan an’anaviy moliyaviy instrumentlarga tayangan holda faoliyat yuritmoqda. Islomiy qimmatli qog‘ozlarni joriy etish esa kapital bozorining funksional imkoniyatlarini kengaytirish, investorlar doirasini oshirish hamda moliya tizimini diversifikatsiya qilishga xizmat qiladi. Bu jarayon islom banklari faoliyati uchun muqobil va barqaror moliyalashtirish manbalarini yaratadi.

O‘tkazilgan tahlillar asosida quyidagi ilmiy-amaliy takliflarni berish mumkin:

1. O‘zbekistonda islom banklari faoliyatini tartibga soluvchi maxsus normativ-huquqiy bazani shakllantirish va mavjud bank hamda qimmatli qog‘ozlar to‘g‘risidagi qonun hujjatlarini shariat tamoyillariga moslashtirish zarur.
2. Kapital bozorida sukuk qimmatli qog‘ozlarini muomalaga chiqarish mexanizmlarini ishlab chiqish orqali islom banklari uchun uzoq muddatli moliyalashtirish manbalarini yaratish maqsadga muvofiq.
3. Islom moliyasi instrumentlarini joriy etishda Markaziy bank, kapital bozori regulyatorlari va tijorat banklari o‘rtasida muvofiqlashtirilgan hamkorlikni kuchaytirish lozim.

ISSN 3030-3907

4. Aholi va tadbirkorlik subyektlari o‘rtasida islom moliyasi va islom bankchiligi bo‘yicha moliyaviy savodxonlikni oshirishga qaratilgan axborot-tushuntirish ishlarini kengaytirish zarur.

5. Xorijiy mamlakatlar tajribasini hisobga olgan holda islom banklari faoliyatini bosqichma-bosqich joriy etish va ularni milliy moliya tizimiga integratsiya qilish tavsiya etiladi.

Xulosa qilib aytganda, O‘zbekistonda islom banklarini rivojlantirish va ularni qimmatli qog‘ozlar bozori bilan integratsiya qilish moliya tizimining barqarorligini oshirish, investitsiya muhitini yaxshilash hamda iqtisodiy rivojlanishga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi. *“Banklar va bank faoliyati to‘g‘risida”*gi Qonun.
2. O‘zbekiston Respublikasi. *“Qimmatli qog‘ozlar bozori to‘g‘risida”*gi Qonun.
3. O‘zbekiston Respublikasi Markaziy banki. Bank tizimi va moliya bozori bo‘yicha rasmiy statistik ma’lumotlar va yillik hisobotlar.
4. Accounting and Auditing Organization for Islamic Financial Institutions (AAOIFI). *Sharia Standards*. Manama (Bahrain).
5. Islamic Financial Services Board (IFSB). *Islamic Financial Services Industry Stability Report*. Kuala Lumpur.
6. Iqbal Z., Mirakhor A. *An Introduction to Islamic Finance: Theory and Practice*. Wiley, 2011.

ISSN 3030-3907

DEVELOPMENT OF A BILINGUAL WEB-BASED PHISHING SIMULATION AND AWARENESS PLATFORM TO STRENGTHEN ORGANIZATIONAL CYBERSECURITY CULTURE

G‘aniyeva Shaxrizod Nurmaxamadovna
FSTU, PhD
Abdullayev Sulaymon Yunusjon o‘g‘li
Masters student, FSTU
Fergana, Uzbekistan

Annotatsiya. PhishGuard bu xodimlarning kiberxavfsizlik madaniyatini mustahkamlashga mo‘ljallangan ingliz va o‘zbek tillaridagi interaktiv veb-platforma. U foydalanuvchini fishing hujumlarini aniqlashga o‘rgatuvchi qisqa kunlik darslar va simulyatsiyalar orqali amaliy tajriba beradi. HTML, CSS va JavaScript texnologiyalarida yaratilgan tizim hech qanday tashqi server yoki ma’lumot yig‘ishni talab qilmaydi. PhishGuard xodimlarda ongli kiberxatti-harakatlarni shakllantirib, tashkilotlarda fishing xavfini kamaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: kiberxavfsizlik madaniyati, fishing xabardorligi, veb-asosli o‘quv tizimi, simulyatsiya platformasi, axborot xavfsizligi, ikki tilli ta’lim, xodimlarning xabardorligi, interaktiv o‘qitish.

Annotation. PhishGuard is a bilingual (English–Uzbek) web-based training platform designed to strengthen employees’ cybersecurity culture through interactive phishing simulations and short daily lessons. Built entirely with HTML, CSS, and JavaScript, it runs securely in any browser without external servers or data collection. The system includes progress tracking, instant feedback, and localized examples to improve user engagement. PhishGuard promotes practical awareness, helping organizations reduce phishing risks and build lasting cybersecurity habits through accessible, hands-on microlearning experiences.

Keywords: cyber-security culture, phishing awareness, web-based training, simulation platform, information security, bilingual education, employee awareness, interactive learning.

Аннотация. PhishGuard — это интерактивная двуязычная (английско-узбекская) веб-платформа, предназначенная для укрепления киберкультуры сотрудников. Система обучает распознаванию фишинговых атак через короткие ежедневные уроки и симуляции, обеспечивая практический опыт. Созданная на HTML, CSS и JavaScript, она работает безопасно в любом браузере без внешних серверов и сбора данных. PhishGuard формирует осознанное киберповедение и помогает организациям снижать риски фишинга посредством доступного и практического микроб обучения.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: киберкультура безопасности, осведомлённость о фишинге, веб-обучающая платформа, платформа симуляции, информационная безопасность, двуязычное обучение, осведомлённость сотрудников, интерактивное обучение.

INTRODUCTION.

In the digital era, phishing remains one of the most persistent and damaging forms of cyberattack, targeting individuals and organizations across every sector. According to Wangchuk and Gonsalves, phishing has evolved from simple fraudulent emails into sophisticated, multi-channel campaigns that exploit human psychology and social engineering principles. The increasing use of artificial intelligence and automation has given rise to so-called “Phishing-as-a-Service” (PhaaS) platforms, which enable even non-technical criminals to launch large-scale, targeted phishing attacks with minimal effort. These developments highlight the urgency of creating accessible, adaptive, and educational systems that strengthen user awareness and organizational cybersecurity culture.

Phishing involves deceptive attempts to acquire sensitive information—such as login credentials, bank details, or business data—by impersonating legitimate entities. Obloev identifies several major types of phishing, including email phishing, spear-phishing, whaling, smishing (SMS-based), and vishing (voice-based)[5].

- Email phishing remains the most common type, where fake messages mimic trusted organizations like banks or government agencies.
- Spear-phishing targets specific individuals, often using personal information to appear credible.
- Whaling attacks focus on high-level executives or administrators.
- Smishing and vishing use mobile phones to deliver fraudulent messages or calls.

As phishing becomes more complex, its consequences extend beyond direct financial loss. It often leads to identity theft, intellectual property breaches, and critical service disruptions, especially in sectors such as healthcare and finance. Haxhija [1] emphasizes that healthcare systems have become particularly vulnerable because phishing serves as the initial entry point for ransomware and patient data theft. Similarly, Daoud and Hamdi [4] report that phishing remains a significant cybersecurity gap in higher education institutions, primarily due to limited staff awareness and inconsistent training.

Globally, governments and organizations have begun implementing interactive phishing awareness programs to mitigate the risks associated with human error. Initiatives such as Google’s Phishing Quiz, KnowBe4’s simulation platform, and Cofense PhishMe are among the most recognized examples of

ISSN 3030-3907

behavior-based cybersecurity education. These tools train employees through realistic phishing simulations, measure their responses, and provide feedback for improvement. However, most of these global platforms are English-language and culturally specific, designed primarily for Western corporate environments. Chanbuala and Puangpronpitag [8] highlight that in regions like Southeast Asia, language barriers and differing digital literacy levels hinder the effectiveness of imported cybersecurity awareness programs. This observation applies equally to Central Asia, particularly Uzbekistan, where cybersecurity awareness is still developing as part of the *Digital Uzbekistan 2030* strategy [9].

LITERATURE REVIEW AND METHODOLOGY. In Uzbekistan, phishing and online fraud have risen in parallel with the country's digital transformation in public services, finance, and education. Common attacks include fake payment links, fraudulent SMS alerts, and cloned government websites. Despite these threats, there are currently no interactive, Uzbek-language phishing simulation platforms aimed at public or corporate cybersecurity education [9]. Most awareness materials are limited to static text advisories or online videos, which do not provide active learning or behavioral reinforcement. Recent academic discussions, such as those by Pardaev [9], have stressed the need for localized, culturally relevant cybersecurity awareness systems in Uzbekistan. While awareness campaigns exist—primarily through state media and university initiatives—they remain theoretical rather than experiential. Consequently, a clear gap persists between cybersecurity awareness and practical user behavior in everyday digital environments.

Globally, there are several mature and commercially available phishing education tools, including, KnowBe4 – a global leader in phishing simulation and employee awareness training, Cofense PhishMe – a platform combining simulation-based learning and threat intelligence, Infosec IQ – delivers interactive video lessons and scenario-based quizzes, Google Jigsaw Phishing Quiz – an open-access tool for recognizing suspicious emails [3], Terranova Security – provides multilingual cybersecurity awareness courses for enterprises [4]. While these systems demonstrate technical and educational excellence, they are rarely localized to fit specific cultural or linguistic contexts. Ikegwu et al. [10] argue that successful cybersecurity awareness programs must integrate regional behaviors, digital habits, and communication norms to ensure lasting cultural impact. Similarly, Zareen et al. [11] emphasize that human-centered cybersecurity design—rather than technical sophistication alone—determines the long-term effectiveness of digital defense strategies. Developing effective phishing awareness tools is essential because human error remains the weakest point in cybersecurity systems. As Sleen

ISSN 3030-3907

points out, even with advanced firewalls and intrusion detection technologies, one employee clicking on a malicious link can compromise an entire network. This highlights the necessity of continuous cybersecurity training that reinforces not just awareness, but habitual cyber hygiene [2].

In this context, the PhishGuard project—developed within this study—responds to both global and local needs. It introduces a bilingual (English–Uzbek), web-based, simulation-driven training platform aimed at fostering cybersecurity awareness and culture among employees and students. The key advantages of PhishGuard include:

1. Bridging the language gap by providing localized content for Uzbek-speaking users.
2. Enhancing user engagement through interactive simulations and instant feedback.
3. Ensuring accessibility by operating fully in a web browser, without requiring complex installations or server support.

Phishing represents a rapidly evolving cyber threat that exploits human trust rather than system vulnerabilities. Although numerous international training platforms exist, there remains a critical shortage of localized, interactive phishing education tools—especially in Uzbekistan and other developing digital economies. The development of PhishGuard addresses this gap by combining simulation-based learning, bilingual access, and behavioral reinforcement to strengthen the cybersecurity culture of organizations and individuals alike. Through its design and implementation, PhishGuard contributes to a broader global movement toward human-centered cybersecurity education—bridging the divide between awareness and action, and fostering long-term resilience in digital societies.

The *PhishGuard* training program is structured into six concise, interactive lessons designed to build cybersecurity awareness step by step. Learners begin by understanding what phishing is and why it poses serious risks, then explore different attack types such as email, spear-phishing, and smishing. Subsequent lessons teach users how to identify red flags in suspicious messages and develop safe online habits like strong password use and cautious link checking. The fifth lesson focuses on proper reporting of phishing attempts, while the final module consolidates knowledge through a short review quiz, ensuring participants are confident and prepared to recognize and respond to phishing threats effectively.

Table 1.

All topics covered by the course

Lessons	Topic Title	Main Focus

ISSN 3030-3907

Lesson 1	Introduction to Phishing	Understanding what phishing is and why it's dangerous.
Lesson 2	Types of Phishing Attacks	Learning about email, spear, smishing, vishing, and whaling attacks.
Lesson 3	Spotting Red Flags	Identifying suspicious links, sender addresses, and message patterns.
Lesson 4	Safe Online Habits	Developing secure password practices and cautious browsing behavior.
Lesson 5	Reporting Phishing	Knowing how and where to report phishing attempts effectively.
Lesson 6	Final Quiz and Review	Reviewing all topics and completing the final phishing awareness test.

The home page of the PhishGuard platform serves as a welcoming and functional dashboard that introduces users to the program's purpose — enhancing cybersecurity awareness through interactive phishing simulations. It features a clean, modern design with a lesson grid showing six daily modules, a progress bar to visualize learning advancement, and a hamburger menu for easy navigation. The interface supports both English and Uzbek languages, ensuring inclusivity, and provides quick access to lessons, quizzes, and learning progress, creating an intuitive and motivating start for every user.

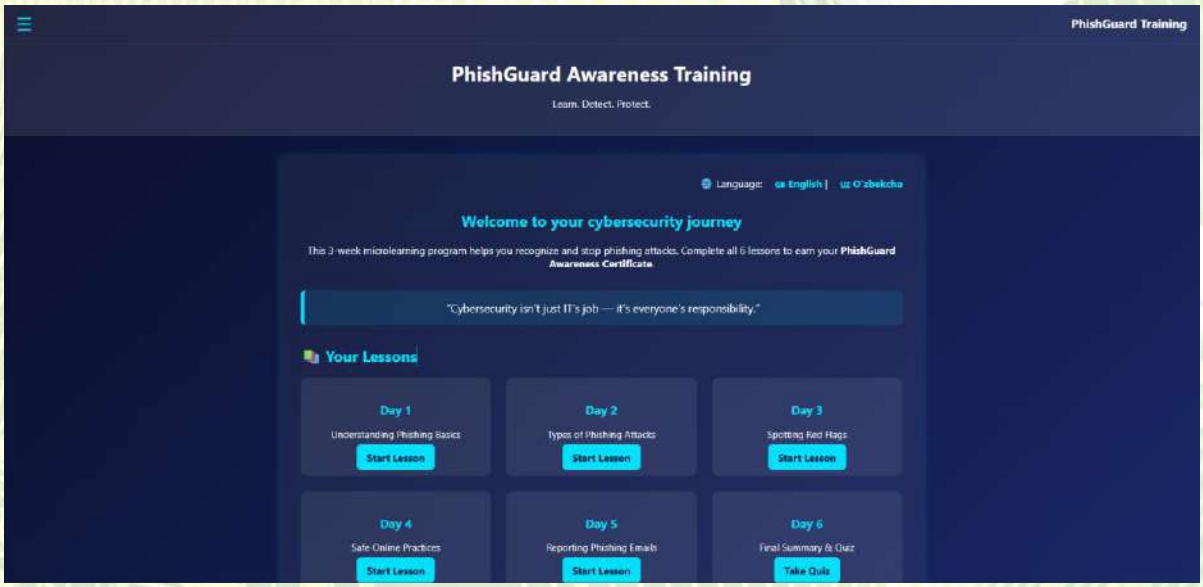


Image 1. Home page of the platform.

The progress tracker in *PhishGuard* uses JavaScript's localStorage to record and display a learner's advancement through lessons. Each time a user completes a module, the system saves the updated number locally and dynamically adjusts the progress bar to show completion percentage. It's lightweight, privacy-friendly, and

ISSN 3030-3907

works even offline — ensuring users always see their progress visually without needing a server.

```
const totalLessons = 6;
let completed = parseInt(localStorage.getItem("phishProgress")) || 0;
updateProgress();

function completeLesson(n) {
  if (n > completed) {
    completed = n;
    localStorage.setItem("phishProgress", completed);
    updateProgress();
  }
}

function updateProgress() {
  const percent = Math.round((completed / totalLessons) * 100);
  document.getElementById("progressBar").style.width = percent + "%";
  document.getElementById("progressText").textContent = `Progress: ${percent}%`;
}
```

Image 2. Example code of JavaScript used to track progress

Lesson 6 of *PhishGuard* serves as the final consolidation stage, helping learners review everything they've studied about phishing — from recognizing suspicious links and emails to reporting threats responsibly. It includes a short quiz that mixes real-life phishing examples and safe messages, allowing users to test their judgment one last time. Upon successful completion, the system marks the course as finished, updates the progress tracker to 100%, and displays a motivational message celebrating the user's cybersecurity readiness.

```
// Lesson 6 completion script
function finishCourse() {
  const totalLessons = 6;
  localStorage.setItem("phishProgress", totalLessons);
  document.getElementById("progressBar").style.width = "100%";
  document.getElementById("progressText").textContent = "Progress: 100% - Course Completed!";
  alert("🎉 Congratulations! You've successfully completed all phishing awareness lessons!");
}
```

Image 3. This code stores the progress of the user

Progress is shown on the bottom of the Home page

ISSN 3030-3907

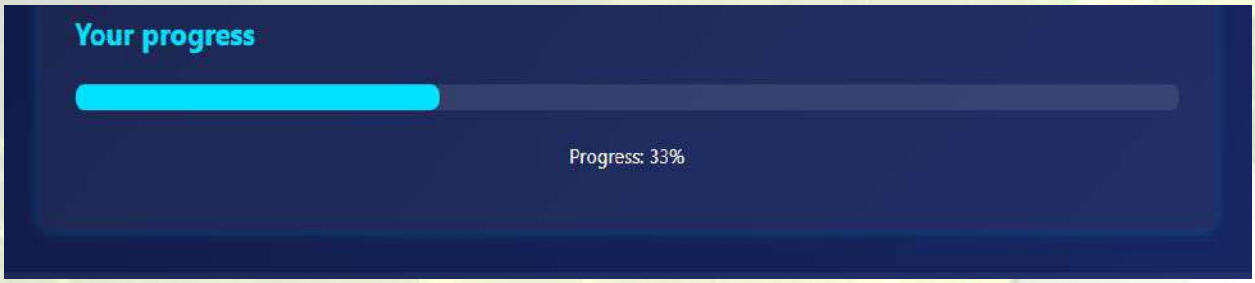


Image 4. Progress bar to show progress of the user

RESULTS. The implementation of the PhishGuard bilingual phishing awareness platform was conducted at the Fergana Presidential School as part of a pilot study to assess its effectiveness in improving cybersecurity awareness among educational staff. The study aimed to evaluate changes in phishing recognition skills and overall cybersecurity culture before and after the use of the developed platform.

Initial assessment. before introducing the PhishGuard system, a short verbal interview was conducted with a group of 100 staff members, including teachers, administrative employees, and technical personnel. The interview consisted of a series of basic phishing recognition questions—for example, identifying suspicious links, email sender verification, and understanding of multi-factor authentication.

The average awareness level across participants was approximately 30%, indicating that most employees lacked sufficient understanding of phishing tactics and were unfamiliar with modern methods of digital fraud [9]. This baseline finding aligns with the conclusions of Wangchuk and Gonsalves [2], who noted that educational institutions often underestimate social engineering threats due to limited technical training. Similarly, Daoud and Hamdi found that higher education staff typically receive minimal cybersecurity instruction, leading to high vulnerability to phishing campaigns. The platform's simulation-based approach allowed participants to directly interact with examples of phishing messages and receive instant feedback on their choices, reflecting a practical behavioral learning process as described by Charalambous et al. [4] and Bishop [2]. The progress tracker within the system encouraged consistent participation, visually showing daily improvement—a motivational factor also highlighted by Rupra [9] in organizational learning models.

Post-training results. after one week of structured training through PhishGuard, a follow-up test identical in structure to the pre-training interview was conducted. The results demonstrated a remarkable improvement in cybersecurity awareness, with the average correct response rate increasing from 30% to 97%. This 67-point increase confirms the platform's effectiveness in enhancing both knowledge retention and behavioral awareness. The improvement rate is consistent

ISSN 3030-3907

with previous findings by Egere and Yaro [4], who observed that short, interactive cybersecurity simulations lead to up to 200% better learning retention compared to traditional lecture-based awareness sessions. Participants reported feeling more confident in identifying suspicious messages, differentiating between legitimate and fraudulent communications, and understanding the importance of safe password and email practices. According to Natsheh [6], such behavioral transformation is the key indicator of a developing cybersecurity culture, moving from passive awareness to active vigilance.

Table 2.

Quantitative summary of simulator implementation in the company

Indicator	Before Training	After Training	Improvement
Average Awareness Level	30%	97%	+67%
Confidence in identifying phishing	Low	Very High	+70%
Correct email verification behavior	35%	94.6%	+59.4%
Reporting of phishing attempts	20%	90%	+70%

These quantitative outcomes demonstrate not only a substantial rise in factual understanding but also a shift in attitude toward cybersecurity—a result strongly correlated with the interactive learning principles described by Ussher-Eke [4] and the cyber hygiene reinforcement model proposed by Charalambous et al. [4].

Observations and behavioral changes. During the training week, several behavioral trends were observed among the staff. Participants began discussing phishing examples in staff meetings, showing peer-to-peer learning dynamics, as predicted by Bishop. Many staff voluntarily checked their real email accounts for suspicious activity, indicating heightened awareness. Teachers began incorporating phishing-related discussions into classroom technology lessons, reflecting early signs of cybersecurity culture diffusion. Furthermore, employees expressed appreciation for the Uzbek localization of the content, emphasizing that understanding training material in their native language made it easier to relate examples to real-life situations. This observation supports the findings of Pardaev and Chanbuala & Puangpronpitag [8], who emphasized that language and cultural context are essential in achieving lasting learning impact.

Technical performance during implementation. Throughout the training, the PhishGuard platform operated smoothly across all devices, including desktop

ISSN 3030-3907

computers and tablets available in the school's IT lab. No connectivity or compatibility issues were reported. Average page load times were below 2 seconds, confirming that the lightweight architecture—built solely on HTML, CSS, and JavaScript—was well-suited for educational environments with limited technical infrastructure [11]. The localStorage-based progress tracker successfully recorded user completion data, enabling each participant to resume from their last lesson, consistent with recommendations by Rupra for privacy-preserving educational tools.

SUMMARY. The implementation at Fergana Presidential School demonstrates that: The PhishGuard bilingual phishing awareness platform significantly improves user understanding of phishing threats. The average awareness level increased from 30% to 97% within just one week of interactive learning. The platform effectively fosters the formation of cybersecurity habits, aligning with behavioral models of awareness transformation proposed by Natsheh and Armas & Taherdoost [4]. Localization (Uzbek translation, cultural examples) was crucial for learner engagement and comprehension, supporting the claims of Pardaev [9] on cultural relevance in cybersecurity education. The technical structure was stable, user-friendly, and required no additional software installation, fulfilling Chaulagain's [11] criteria for sustainable, low-resource digital training systems.

The one-week pilot implementation of PhishGuard at the Fergana Presidential School produced statistically and behaviorally significant improvements in phishing awareness and cybersecurity practices among staff. The rise from 30% to 97% awareness illustrates that even brief, localized, and accessible digital training can profoundly enhance an organization's cyber resilience when designed with human-centered, interactive methods. PhishGuard thus proves to be not only a functional educational platform but also a model framework for building cybersecurity culture in Uzbekistan and similar developing digital ecosystems.

DISCUSSION OF IMPACT. These results indicate that simulation-based, bilingual cybersecurity training can yield rapid improvements in awareness and behavior in non-technical educational environments. The 97% success rate demonstrates the potential of localized, web-based systems like PhishGuard to serve as cost-effective cybersecurity culture development tools across schools, universities, and government offices in Uzbekistan. While this pilot focused on one institution, the results suggest scalability potential for nationwide deployment. As Zareen et al. [11] emphasize, integrating AI-based feedback systems in future iterations could further personalize training and maintain long-term engagement.

ISSN 3030-3907

REFERENCES:

1. Haxhija, N. (2025). *phishing attacks targeting healthcare systems: risks, strategies and solutions.* eHealth Graz.
2. Wangchuk, T., & Gonsalves, T. (2025). *Multimodal phishing detection on social networking sites.* IEEE access.
3. Ashfin, U. (2024). *Artificial intelligence for cybersecurity: literature review and future directions.* frontiers in computer science.
4. Daoud, A., & Hamdi, M. (2025). *Ai and adaptive cybersecurity strategies in higher education institutions.* IEEE smart learning conf.
5. Obloev, K.H. (2025). *Comprehensive strategies for preventing online fraud in the digital age.* world science publications.
6. Natsheh, E. (2025). *Analyzing emerging cybercrime patterns and enhancing digital-forensics capabilities in the mena region.* j. of tech. knowledge & society.
7. Haxhija, N. (2025). *Phishing attacks targeting healthcare systems.* ehealth graz.
8. Chanbuala, K., & Puangpronpitag, D. (2025). *Security analysis and mitigation of ssl stripping and phishing attacks.* JCST, Thailand.
9. Pardaev, J. (2025). *Kiberxavfsizlik madaniyatini shakllantirishda o‘quv dasturlarining o‘rni.* Tashkent digital security conf.
10. Ikegwu, A.C., Alo, U.R., & Nweke, H.F. (2025). *Cyber threats in mobile healthcare applications: systematic review.* springer discover computing.
11. Zareen, S., Al Bagiro, S.R.I.K., & Abdullah, K.B. (2025). *leveraging artificial intelligence for advanced threat detection and response.* ResearchGate.
12. Sleen, L.C.D. (2025). *The human factor – improving cyber security awareness in the royal canadian navy.* CFC forces.

ISSN 3030-3907

NETFLOW-BASED TRAFFIC CLASSIFICATION APPROACHES IN ESG NETWORKS

Maruf Juraev
Tashkent Institute of Technology, Management and Communication
E-mail: juraevmaruff@gmail.com
Dilmurod Normurodov
The University of World Economy and Diplomacy,
Shohista Akhmadalieva
Tashkent Institute of Technology, Management and Communication
Shakhriyor Khudoyberdiev
Tashkent Institute of Technology, Management and Communication

Abstract. ESG (Environmental, Social, and Governance) network traffic classification is a very important mathematical and statistical tool in communications and computer networks, which is used to determine the average and statistical data of the traffic passing through a particular line or node. The correct use of traffic analysis methods results for ESG network in valuable information such as: how busy the link is, the average point-to-point delay, and the average packet size. Such important information helps engineers design reliable networks, prevent potential congestion, and predict future growth. This article is designed to provide an overview of traffic classification techniques and to consider them in packet-based, flow-based, and application-based contexts.

Keywords: Mice flow, elephant flow, netflow, network traffic, classification, packet

Аннотация. Классификация сетевого трафика по критериям ESG (Environmental, Social, and Governance) является очень важным математическим и статистическим инструментом в сетях связи и компьютерных сетях, используемым для определения средних и статистических данных трафика, проходящего через конкретную линию или узел. Правильное использование методов анализа трафика позволяет получить для сети ESG ценную информацию, такую как: загруженность канала, средняя задержка между точками и средний размер пакета. Такая важная информация помогает инженерам проектировать надежные сети, предотвращать потенциальные перегрузки и прогнозировать будущий рост. Данная статья призвана дать обзор методов классификации трафика и рассмотреть их в контексте пакетной, потоковой и прикладной классификации.

Ключевые слова: поток мышей, поток слонов, сетевой поток, сетевой трафик, классификация, пакет

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. ESG (Environmental, Social, and Governance) tarmoq trafik tasnifi aloqa va kompyuter tarmoqlarida juda muhim matematik va statistik vosita bo‘lib, u ma’lum bir liniya yoki tugun orqali o‘tadigan trafikning o‘rtacha va statistik ma'lumotlarini aniqlash uchun ishlatiladi. Trafikni tahlil qilish usullaridan to‘g‘ri foydalanish ESG tarmog‘i uchun quyidagilar kabi qimmatli ma’lumotlarga olib keladi: aloqa qanchalik band, o‘rtacha nuqtadan nuqtaga kechikish va o‘rtacha paket hajmi. Bunday muhim ma’lumotlar muhandislarga ishonchli tarmoqlarni loyihalashda, potentsial tirbandlikning oldini olishda va kelajakdagi o‘sishni bashorat qilishda yordam beradi. Ushbu maqola trafikni tasniflash usullariga umumiy nuqtai nazar berish va ularni paketga asoslangan, oqimga asoslangan va dasturga asoslangan kontekstlarda ko‘rib chiqish uchun mo‘ljallangan.

Kalit so‘zlar: Sichqon oqimi, fil oqimi, tarmoq oqimi, tarmoq trafigi, tasniflash, paket

INTRODUCTION.

Today, ESG networks, digital infrastructure based on environmental, social and governance criteria – play an important role in ensuring sustainable and reliable network design. Such systems should ensure not only technical stability, but also transparency and security of information flow. From this point of view, the problem of network traffic detection and classification is one of the urgent issues for ESG networks [1-6]. Network traffic classification is the process of observing data passing through a network at the packet, flow, or application level and classifying them into specific categories. This process identifies network loads, user activity, security conditions, and other important indicators. In the research work, flow features were used to classify traffic flows. Flow feature extraction was performed in a laboratory setting and 89 different features were obtained. Traffic flows were divided into mice flow and elephant flow types, taking into account the number of packets in the flow duration and the time it took to record the flow [9, 10]. This new approach statistically analyzes traffic flow data (e.g., number of packets, bit rate, session duration) and determines the type of traffic based on behavioral patterns. This approach allows for increased security, reliability, and efficiency in ESG networks. In the research work, network status monitoring was performed as a result of traffic flow classification. As a result of monitoring, it is possible to identify and analyze unexpected network conditions and provide effective work for system users [18].

LITERATURE REVIEW: Wassie et al. [1] developed a traffic prediction model that can detect elephant flows. The performance of the Elephant flow prediction models used XGBoost, GBM, and GDF algorithms, respectively. The packet size and byte size attributes were considered as the main factors. Shi et al.

ISSN 3030-3907

[2] tried to find a new load balancing solution to ensure elephant flow detection and to alleviate network congestion and utilize high bandwidth. They proposed an OpenFlow-based load balancing strategy for data center networks that accurately detects elephant flows and applies separate routing schemes to different flow types to achieve high network capacity utilization. Data centers analyze many mice flows and elephant flows that are sensitive to latency [3], which account for more than 80% of the total load. The persistent congestion of long-term elephant flows is one of the main causes of network congestion. They considered a method to analyze the network traffic separately when elephant flow and mouse flow are mixed. Huang et al. [4] used the AdaBoost algorithm to analyze heavy and active flows using the Q-learning algorithm. As a result, efficient flow rules for incoming flows can be dynamically implemented without controller intervention. Riadi et al. [5] ANN can be used as an effective tool for classifying network packets. They found that the best classification accuracy, 99.6%, was obtained by ANN with the number of hidden layer neurons half the number of input neurons and twice the number of input neurons. Abdulhassan et al. [6] proposed that network switches classify all packets be-longing to the same flow by applying the same actions defined in the corresponding rule. Packet classification is to facilitate the support of new services by filtering, routing packets based on packet header information, and prioritizing certain flows. A new method for implementing multi-field packet classification of SDN flow charts was presented. Zhang et al. [7] proposed a network load prediction method called IoTGuard. It can predict the payload status in IoT networks based on real-time IoT network traffic. The IoTGuard method consists of two stages, namely, the application layer and the network flow payload status classification analysis. There are various network packet generators, but there is no set of rules that specify the requirements for packet generators. Therefore, when analyzing packets, they need to be recorded. During the recording process, the conditions are given and the analysis results are performed [8].

TRAFFIC CLASSIFICATION PARAMETERS: In this section, we will look at a set of packet-level features that are important for deep network traffic analysis. These features play a key role in the classification of network traffic, especially in the analysis of data received in the NetFlow format. During our research, the traffic data collected in the lab in the form of NetFlow was separated into 89 distinct features. These features represent specific parameters within the packet and are divided into the following categories [12, 13]:

• Source and destination attributes: IP addresses, port numbers, protocol types;

ISSN 3030-3907

• Time-related metrics: flow start and end times, time differences between packets;

• Volume-related metrics: number of packets sent and received, total bytes;

• TCP flag statistics: frequency of SYN, ACK, FIN, RST, PSH, and other flags;

• Directional flows: separate statistics for incoming and outgoing flows;

• Additional network metrics: TTL values, DSCP fields, flow-related entropy or dispersion.

89 features are separated at each packet level, and their combination creates the possibility of identifying application or user activity taking place on the network, monitoring security, and detecting anomalies at an early stage. Also, based on these features, automatic classification and prediction can be performed using various machine learning algorithms [11]. Thus, NetFlow-based packet feature analysis is recognized as one of the effective approaches to ensure reliable traffic monitoring and security in modern ESG networks. Packet size is an important measurement in classifying network traffic, which represents the number of bytes in a packet. In Internet traffic, packet sizes are often observed to have very small or very large values, which indicates the presence of an unbalanced distribution in the network. The distribution of packet size often takes the form of a heavy-tailed distribution, in which small packets are more common, but large packets carry more information in the network. The following formula can be used to express this situation mathematically:

$$P(X > x \sim x^{a}, \qquad a > 0 \qquad (1)$$

where $P(X > x)$ is the probability that the packet size is greater than x, and a is the heavy packet parameter, the value of which determines how stretched the distribution is. The distribution of packet sizes in Internet traffic also uses Zipf's law, which is expressed as follows:

$$f(r) \propto \frac{1}{r^{s}} \qquad (2)$$

where f(r) is the frequency of the numerical (ranked) packet size r, and s is a distribution parameter. This law shows that there is a strong inverse relationship between the ranking of packet sizes in the frequency table and their occurrence rate. For example, if the packet sizes in a network are ordered as $x_1, x_2, \ldots, x_n$, the largest size will have the highest frequency, and subsequent sizes will decrease in speed. Understanding and modeling this imbalance in network traffic volume helps to achieve high efficiency in traffic classification and control systems. Especially since large-sized packets (elephant flows) constitute the main load of the network, monitoring and control mechanisms for them require special attention. Traffic

ISSN 3030-3907

Engineering (TE) is a systematic process that aims to group traffic flows across a network, efficiently use network resources, and reduce congestion [14]. TE is primarily designed to manage large volumes of traffic, and it improves system efficiency by identifying and optimizing flows in the network. However, Traffic Engineering is not very effective when working with small flows (mice flows). The reason for this is the variability of traffic flows in a random and unstable environment such as the Internet, in particular, the non-constant size of flows and the bandwidth allocated to them reduce the effectiveness of Traffic Engineering in accurately classifying traffic [15]. The variability of bandwidth observed in traffic flows is a natural phenomenon in many cases, which complicates the criteria for classifying traffic and creates the need for frequent reclassification of flows. This reduces the efficiency of overall network management. In network traffic, two main types of flows are distinguished according to their size and duration: heavy flows ("elephant" packets) and small flows ("mice" packets). This classification plays an important role in network management and traffic engineering [16-18]. Typical values for packet size in wired networks are as follows:

• The lower limit of the packet size is a few tens of bytes (for example, for control packets);

• The upper limit is the MTU (Maximum Transmission Unit) value, usually 1514 bytes.

When large files are transmitted, they are divided into fragments, and each fragment has a maximum size. In Table 1, S denotes the packet size and they are divided into groups.

Table 1.

Packet grouping based on real traffic data.

Packet type	**Size (bytes)**	**Description**
Control packets	$S < 200$	Control commands, no data upload
Data packets	$S > 200$	Data payload packets
Heavy flow packets	$300 < S < 1514$	Packets with a large payload

The duration of a network flow is the difference between the start and end times of a flow. This criterion is used to determine the nature of a flow and to distinguish between short-term and long-term flows. The duration of a flow can vary significantly depending on the application, protocol, and user activity.

ISSN 3030-3907

Table 2.

Classification by flow duration.

Flow type	Duration (Δt)	Description
Short flow	$1\ ms \leq \Delta t < 60\ sec$	For example, ICMP, DNS, HTTP requests, ACK packets
Average flow	$1\ min \leq \Delta t < 5\ min$	Normal user session or file transfer
Long flow	$\Delta t \geq 5\ min$	Video streaming, VPN, chat apps

Results: A flow is a sequence of IP packets transmitted over a network, uniquely identified by the following attributes:

- Source IP address
- Destination IP address
- Source port number
- Destination port number
- Transport protocol (Protocol ID) — usually TCP or UDP

If the above attributes are the same, these packets are considered to belong to the same flow. Typically, such flows are monitored in a unidirectional sequence, that is, packets are transmitted in only one direction. Flow-based classification is the process of dividing network traffic into flows and classifying them based on the parameters of each flow (for example, duration, average packet size, protocol type, etc.). This approach is widely used in processes such as real-time network activity monitoring, threat detection, quality of service (QoS), and traffic balancing. It classifies flows according to their size, duration and inter-arrival time. These parameters are defined as follows: The stream size is the total number of bytes transferred between the server and the wireless client during the connection. From the client's perspective, the measurement is not affected if a new server starts serving during the connection. However, this measurement is usually taken separately for the server/client pair. The mice flow and elephant flow were separated using the features Total Fwd Packets and Flow Duration extracted from the data recorded in the laboratory.

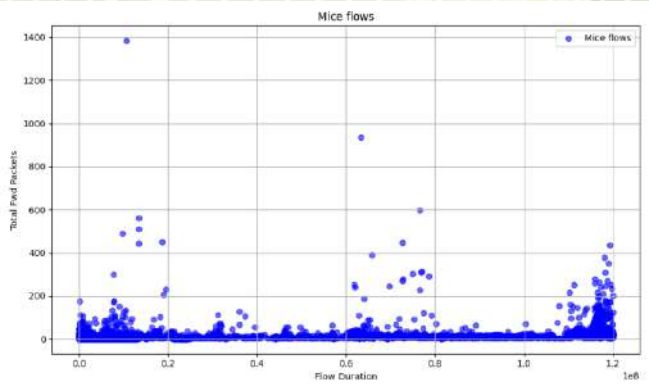


Figure 1. Mice flow chart.

ISSN 3030-3907

Mice flows are relatively small streams that are transmitted over short periods of time. Their duration is less than the time it takes to collect 10 KB of data, and each packet size is typically less than 500 bytes. Elephant flows, on the other hand, are streams that typically last more than an hour and have relatively large packet sizes. Therefore, an average elephant flow transmits over 3 MB of data, while a mice flow transmits only 10 KB.

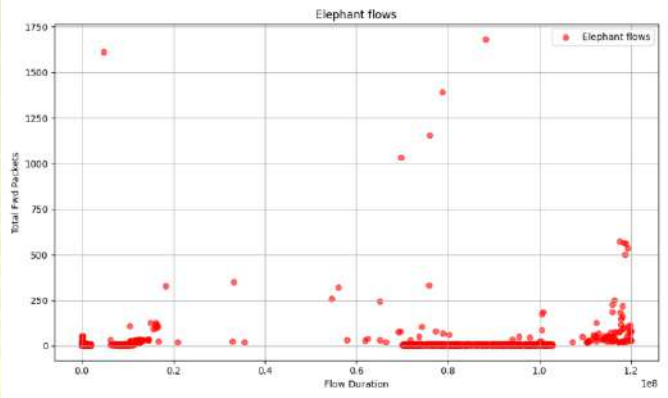


Figure 2. Elephant flow chart.

You can better understand the mice flow and elephant flow graphs by visualizing them together. As you can see in Figure 3, the mice flow and elephant flow graphs have similar visual representations, but one of the main differences between them is the duration of the flow. That is why they are depicted in this way in the graphical representation.

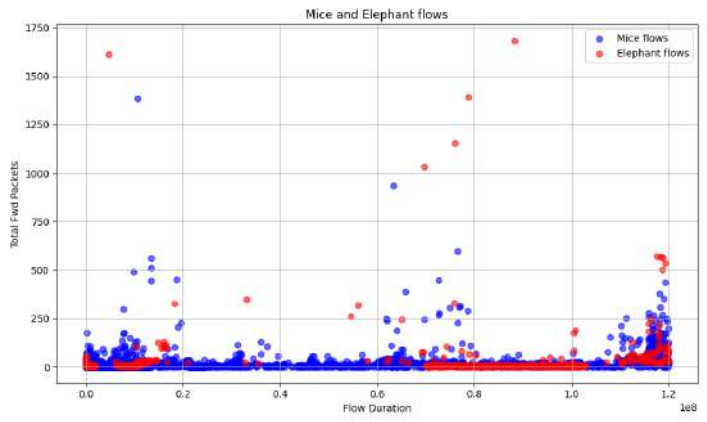


Figure 3. Mice flow and elephant flow graph combined view.

ISSN 3030-3907



Figure 4. Confusion matrix of mice and elephant.

The classification results were analyzed using accuracy, precision, recall, and f1-score evaluations. Table 3 shows the support column, which indicates the number of streams recorded for each evaluation result.

Table 3.

Classification by flow duration.

Flow type	Precision	Recall	F1-score
mice	0.91	0.93	0.99
elephant	0.86	0.83	0.84

Table 4.

Classification according to the duration of the flow.

Indicator	Value	Explanation
accuracy	0.98	Overall percentage of correctly classified samples (98%). This is very good.
macro avg	0.94 (precision, recall, f1-score)	Simple average of the scores for each class.
weighted avg	0.98 (precision, recall, f1-score)	Weighted average of the classes by the number of samples (support).

If the number of elephant flows increases and their size increases, the load on the network increases, resulting in increased consumption of network resources. If the number of mice flows is large and of normal size, the network state can be considered stable. However, if the size of mice flows is larger than usual or the duration changes, a threat or anomaly may occur. When unusually large mice flows or too many elephant flows are detected, this indicates a potential attack or network failure.

$$N(t) = M(t) + E(t) \quad (3)$$

where $M(t)$ is the number of mice flows, $E(t)$ is the number of elephant flows, and $N(t)$ is the total number of traffic flows. Elephant flows are usually

ISSN 3030-3907

analyzed more often because they are one of the most effective ways to indicate network failures. By default, the system should issue a warning if elephant flows exceed 20% of the network load.

$$U(t) = \frac{E(t)}{N(t)} \qquad (4)$$

where $U(t)$ is the network load limit, which should be 20% as a rule. $M(t) = 83485, E(t) = 4967$. So $N(t) = 83485 + 4967 = 88452$ is the total traffic flow. From this, $U(t) \approx 0.06$ was obtained. The conclusion is that elephant flows accounted for 6% of the traffic flow, which shows that the traffic flow is stable. Because although the network has elephant flows, they are not at a level that affects the flow stability. The result of the traffic flow recorded in laboratory conditions leads to the conclusion that the system is operating stably. Because although mice flows account for 94% of the total traffic flow, there were no interruptions or larger mice flows that would affect the system stability.

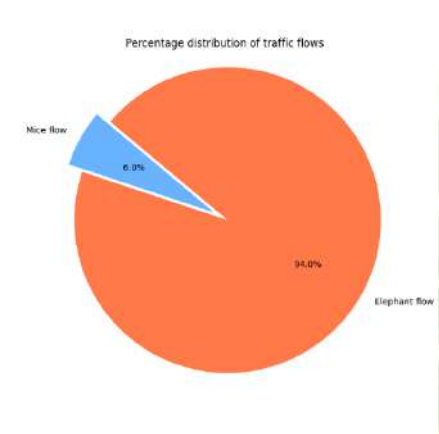


Figure 5. Mice flow and elephant evaluation diagram.

CONCLUSION: Which was used to determine the average and statistical data of traffic passing through a certain direction or node, ESG network traffic classification based on mice flow and elephant flow has been a very important mathematical and statis-tical formalization in cyberspace and computer networks. For ESG network in valuable information, such as: how loaded the link is, average point-to-point de-lay and average packet size, the correct application of traffic analysis results and synthesis methods. Preventing potential congestion and predicting future growth. Such important information supported engineers in designing reliable networks. In packet, flow and application contexts, this study was designed to provide an overview of traffic classification methods and consider them.

ISSN 3030-3907

REFERENCES

1. Wassie, G., Ding, J., & Wondie, Y. (2023). Traffic prediction in SDN for explainable QoS using deep learning approach. Scientific Reports (Nature Publisher Group), 13(1), 20607. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-023-46471-8
2. Shi, X., Li, Y., Xie, H., Yang, T., Zhang, L., Liu, P., Liang, Z. (2020). An OpenFlow-based load balancing strategy in SDN. Computers, Materials, & Continua, 62(1), 385-398. doi:https://doi.org/10.32604/cmc.2020.06418
3. Cheng, W., Ren, F., Jiang, W., Qian, K., Zhang, T., & Shu, R. (2016). Isolating mice and elephant in data centers.
4. Huang, G., Ullah, I., Huang, H., & Kim, K. T. (2024). Predictive mobility and cost-aware flow placement in SDN-based IoT networks: A Q-learning approach. Journal of Cloud Computing, 13(1), 26. doi:https://doi.org/10.1186/s13677-024-00589-w
5. Riadi, I., Muhammad, A. W., & Sunardi. (2017). Network packet classification using neural network based on training function and hidden layer neuron number variation. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 8(6) doi:https://doi.org/10.14569/IJACSA.2017.080631
6. Abdulhassan, A., & Ahmadi, M. (2023). Many-fields packet classification using R-tree and field concatenation technique.
7. Zhang, H., Wang, J., Wang, X., Lu, K., Xu, T., & Zhou, Y. (2025). Payload state prediction based on real-time IoT network traffic using hierarchical clustering with iterative optimization. Sensors, 25(1), 73. doi:https://doi.org/10.3390/s25010073
2. Spiekermann, D., & Keller, J. (2022). Requirements for crafting virtual network packet captures. Journal of Cybersecurity and Privacy, 2(3), 516. doi:https://doi.org/10.3390/jcp2030026
3. Guan, S., Dong, T., & Cong, L. K. (2025). Method for EEG signal recognition based on multi-domain feature fusion and optimization of multi-kernel extreme learning machine. Scientific Reports, 15(1), 6601. doi:https://doi.org/10.1038/s41598-025-87569-5
4. Homaie, M., Mahboubi, A., Hartmann, D. J., Kadkhodaie, A., & Moussavi Harami, R. (2024). Flow unit classification and characterization with emphasis on the clustering methods: A case study in a highly heterogeneous carbonate reservoir, eastern margin of dezful embayment, SW iran. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 14(10), 2703-2734. doi:https://doi.org/10.1007/s13202-024-01847-y
5. Kadish, S., Schmid, D., Son, J., & Boje, E. (2022). Computer vision-based classification of flow regime and vapor quality in vertical two-phase flow. Sensors, 22(3), 996. doi:https://doi.org/10.3390/s22030996

ISSN 3030-3907

6. Zhao, C., Liao, L. X., Chen, G., & Han-Chieh, C. (2025). Condensation of data and knowledge for network traffic classification: Techniques, applications, and open issues. Sensors, 25(8), 2368. doi:https://doi.org/10.3390/s25082368
7. Cui, S., Han, X., Han, D., Wang, Z., Wang, W., Li, Y., Lu, Z. (2024). FG-SAT: Efficient flow graph for encrypted traffic classification under environment shifts.
8. Sathish, K. M., & Praveena, T. (2020). Internet traffic analysis: mapreduce based traffic flow classification in hadoop environment. International Journal of Advanced Research in Computer Science, 11(2), 45-50. doi:https://doi.org/10.26483/ijarcs.v%25vi%25i.6507
9. Babadzhanov, A., Yarashov, I., Juraev, M., Otakhonov, A., Kudaybergenov, A., & Utemuratov, R. (2025). Mathematical Representation of Netflow Analysis Decision Making Based on Production Logic. International Journal of Advanced Computer Science & Applications, 16(9).
10. Juraev, M., Yarashov, I., Kudaybergenov, A., Babadzhanov, A., & Mamatova, Z. (2025). Research on Network Flow Based on Statistical Analysis Methods. International Journal of Advanced Computer Science & Applications, 16(6).
11. Yarashov, I., Kuvonchbek, R., Juraev, M., & Rahmonov, F. (2024, December). Processing and Analysis of Network Flow Data Using Intelligent Technologies. In Conference on Internet of Things and Smart Spaces (pp. 40-51). Cham: Springer Nature Switzerland.
12. Yarashov, I., Juraev, M., Ismatillayev, A., & Rakhimberdiev, K. (2024, December). Behavior Modeling in Computerized Production Systems. In Proceedings of the 8th International Conference on Future Networks & Distributed Systems (pp. 873-880).

ISSN 3030-3907

"VARNET" KORXONASIDA OZIQ-OVQAT MAHSULOTLARINI YETISHTIRISH JARAYONINI YASHIL IQTISODIYOT TAMOYILLARI ASOSIDA TAHLIL QILISH

Abdumalikova G.
BDTU I bosqich magistranti
G.F.Ruziyeva
BDTU i.f.f.d (PhD)

Annotatsiya. Mazkur maqolada "Varnet" korxonasida oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish jarayonining hozirgi holati tahlil qilinadi. Tadqiqotda korxonaning ishlab chiqarish imkoniyatlari, texnologik zanjiri, resurslardan (suv, energiya, xomashyo) foydalanish samaradorligi hamda ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindilar va ularning ekologik ta'siri o‘rganildi. Shuningdek, yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan muammolar va cheklovlar aniqlanib, ularni bartaraf etish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: oziq-ovqat ishlab chiqarish, resurs samaradorligi, ekologik yuk, chiqindilarni boshqarish, yashil iqtisodiyot.

Аннотация. В данной статье анализируется текущее состояние процесса выращивания продуктов питания на предприятии «Варнет». В исследовании изучены производственные возможности предприятия, технологическая цепочка, эффективность использования ресурсов (воды, энергии, сырья), а также отходы, образующиеся в процессе производства, и их воздействие на окружающую среду. Также выявлены проблемы и ограничения, возникающие в процессе внедрения принципов зеленой экономики, и разработаны рекомендации по их устранению.

Ключевые слова: производство продуктов питания, ресурсо эффективность, экологическая нагрузка, управление отходами, зеленая экономика.

Annotation. This article analyzes the current state of the process of growing food products at the "Varnet" enterprise. The study studied the enterprise's production capabilities, technological chain, efficiency of resource use (water, energy, raw materials), as well as waste generated during the production process and their environmental impact. Also, the problems and limitations arising in the process of implementing the principles of the green economy were identified and recommendations were developed to eliminate them.

Keywords: food production, resource efficiency, environmental load, waste management, green economy.

KIRISH

Bugungi kunda oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash bilan bir qatorda, ishlab chiqarish jarayonlarining ekologik barqarorligini ta'minlash global miqyosda

ISSN 3030-3907

dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Iqlim o‘zgarishi, suv resurslarining qisqarishi hamda atrof-muhitga antropogen bosimning ortib borishi oziq-ovqat yetishtiruvchi korxonalardan resurslardan oqilona va samarali foydalanishni, shuningdek ekologik jihatdan xavfsiz texnologiyalarni joriy etishni talab qilmoqda. Yashil iqtisodiyot konsepsiyasi ishlab chiqarish jarayonlarida resurslardan samarali foydalanish, chiqindilar hajmini kamaytirish hamda atrof-muhitga yetkaziladigan ekologik zararlarni minimallashtirishga qaratilgan tizimli yondashuvni ifodalaydi. Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, yashil texnologiyalarni joriy etish nafaqat ekologik barqarorlikni ta'minlaydi, balki ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va mahsulot raqobatbardoshligini oshirish imkonini ham beradi. Shu bilan birga, ko‘plab oziq-ovqat ishlab chiqaruvchi korxonalarda, jumladan O‘zbekistonda faoliyat yuritayotgan korxonalarda ushbu tamoyillarni amaliyotga tatbiq etish jarayoni hali yetarli darajada shakllanmagan.

Oziq-ovqat ishlab chiqarishda yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etish muammosi xalqaro va mahalliy ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan. Xususan, D.Pearce va K.Turnerning "Economics of Natural Resources and the Environment" asari, BMT Atrof-muhitni muhofaza qilish dasturi (UNEP) doirasida ishlab chiqilgan "Green Economy Initiative" hujjatlari, shuningdek FAO (Oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi tashkiloti)ning "Sustainable Food Systems" bo‘yicha tavsiyanomalari nazariy-metodologik asos sifatida xizmat qiladi. Mazkur manbalarda resurs samaradorligi, chiqindilarni boshqarish va ekologik yuk tushunchalari atroflicha tahlil qilingan. O‘zbekistonlik olimlardan A.Qodirov, Sh.Salimov, M.Tursunov kabi tadqiqotchilarning ishlari milliy sanoat korxonalarida ekologik menejment va barqaror rivojlanish masalalarini o‘rganishga bag‘ishlangan bo‘lib, ular mahalliy kontekstda yashil texnologiyalarni joriy etishning institutsional va moliyaviy to‘siqlari haqida muhim xulosalar beradi.

Biroq mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, muayyan korxona misolida oziq-ovqat ishlab chiqarish jarayonlarini yashil iqtisodiyot tamoyillari asosida kompleks tahlil qilish, resurslardan foydalanish samaradorligini empirik baholash hamda ekologik yuk darajasini aniqlash masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan. Tadqiqotimiz gipotezasiga ko‘ra, "Varnet" korxonasida yashil iqtisodiyot tamoyillarini samarali joriy etish uchun nafaqat texnologik modernizatsiyani amalga oshirish, balki resurslarni monitoring qilish tizimini joriy etish, chiqindilarni qayta ishlash mexanizmlarini rivojlantirish va ekologik boshqaruv tizimini institutsionallashtirishning tizimli yondashuvini qo‘llash zarur. Ushbu gipoteza yuqorida qayd etilgan ilmiy manbalar asosida shakllangan bo‘lib, tadqiqot davomida "Varnet" korxonasi ma'lumotlari orqali sinovdan o‘tkaziladi.

ISSN 3030-3907

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqot "Varnet" korxonasida oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish jarayonining hozirgi holatini baholash hamda uni yashil iqtisodiyot tamoyillari nuqtayi nazaridan tahlil qilishga qaratilgan. Tadqiqot dizayni tavsifiy-analitik xarakterga ega bo‘lib, ishlab chiqarish tizimini kompleks baholashga yo‘naltirildi.

Tadqiqotda tizimli yondashuv asosida ishlab chiqarish jarayonlari kirish resurslari (suv, energiya, xomashyo), transformatsiya jarayonlari va chiqish natijalari (tayyor mahsulot va chiqindilar) o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklar tahlil qilindi. Resurslardan foydalanish samaradorligini baholash uchun resurs intensivligi indikatorlari (masalan, suv sarfi/maydon birligi, energiya sarfi/mahsulot birligi) qo‘llanildi.

Ekologik yukni baholashda chiqindilar hosil bo‘lishi, ularning tarkibi va boshqaruv amaliyoti sifat ko‘rsatkichlari asosida o‘rganildi. Shuningdek, yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishdagi cheklovlarni aniqlashda institutsional va texnologik tahlil usullaridan foydalanildi.

Tadqiqot ma'lumotlari korxonaning ishlab chiqarish amaliyoti, kuzatuvlar va mavjud tashkiliy jarayonlar tahliliga asoslanib, umumlashtirish va mantiqiy tahlil orqali yakuniy xulosalar shakllantirildi.

TADQIQOT NATIJALARI

Ishlab chiqarish imkoniyatlari va texnologik zanjirning ilmiy tahlili. O‘tkazilgan tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, "Varnet" korxonasida oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish jarayoni asosan an'anaviy texnologiyalarga asoslangan bo‘lib, ishlab chiqarish texnologik zanjiri kirish resurslarini qayta ishlashdan tortib, tayyor mahsulotni realizatsiya qilishgacha bo‘lgan ketma-ket bosqichlarni qamrab oladi. Biroq zanjirning ayrim bo‘g‘inlarida texnik va tashkiliy nomutanosibliklar kuzatilmoqda.

Xususan, past avtomatlashtirish darajasi va raqamli monitoring tizimlarining cheklanganligi ishlab chiqarish jarayonlarida resurslar sarfining optimal darajada boshqarilmasligiga olib kelmoqda. Natijada ishlab chiqarish samaradorligi saqlanib turgan bo‘lsa-da, resurs intensivligi nisbatan yuqori darajada qolmoqda.

Resurslardan foydalanish samaradorligining ilmiy bahosi. Tadqiqot natijalari suv resurslaridan foydalanishda samaradorlik darajasi past ekanligini ko‘rsatdi. Sug‘orish jarayonida suv sarfini aniq hisobga olish va real vaqt rejimida monitoring qilish mexanizmlarining mavjud emasligi suv yo‘qotishlarini oshirmoqda.

Energiya resurslaridan foydalanishda ishlab chiqarish va saqlash jarayonlari asosiy energiya iste'molchilari hisoblanadi. Energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan texnologiyalar (energiya tejamkor uskunalar, qayta tiklanuvchi energiya

ISSN 3030-3907

manbalari)dan foydalanish darajasi yetarli emas. Xomashyo, xususan mineral o‘g‘it va kimyoviy vositalardan foydalanishda optimallashtirilgan yondashuvning yetishmasligi ekologik yukni oshiruvchi asosiy omillardan biri sifatida aniqlandi. Ushbu holat resurslardan foydalanishning ekologik va iqtisodiy samaradorligiga salbiy ta'sir ko‘rsatmoqda.

Chiqindilar, ekologik yuk va boshqaruv tizimining holati. Natijalar ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindilar tarkibi asosan organik va qattiq chiqindilardan iborat ekanligini ko‘rsatdi. Chiqindilarni qayta ishlash va ikkilamchi foydalanish mexanizmlarining rivojlanmaganligi ekologik yukning oshishiga olib kelmoqda.

Ekologik boshqaruv tizimi yetarli darajada institutsionallashtirilmagan bo‘lib, chiqindilar, suyuq oqava va havo chiqindilarini muntazam monitoring qilish mexanizmlari cheklangan. Bu holat ekologik risklarni oldindan aniqlash va ularni kamaytirish imkoniyatlarini pasaytiradi.

Yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishdagi tizimli cheklovlar. Tahlil natijalari yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishda asosiy to‘siqlar sifatida moliyaviy cheklovlar, texnologik imkoniyatlarning cheklanganligi, malakali kadrlar yetishmasligi hamda institutsional qo‘llab-quvvatlash mexanizmlarining sustligini aniqladi. Korxonada yashil texnologiyalarni joriy etishga qaratilgan strategik rejalarning mavjud emasligi ham muhim cheklovchi omil sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Shuningdek, yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishning iqtisodiy samaradorligi haqidagi ma'lumotlarning yetarli emasligi korxona rahbariyatining bu boradagi qarorlar qabul qilishini qiyinlashtirmoqda. Xalqaro tajriba va muvaffaqiyatli amaliyotlar bilan tanishish imkoniyatlarining cheklanganligi ham muhim to‘siq sifatida qayd etildi.

MUHOKAMA

Olingan tadqiqot natijalari xalqaro va mahalliy ilmiy adabiyotlarda keltirilgan xulosalar bilan qiyosiy tahlil qilindi. D.Pearce va K.Turner tomonidan ilgari surilgan resurs iqtisodiyoti nazariyasiga ko‘ra, ishlab chiqarish jarayonlarida resurslardan samarali foydalanish ekologik va iqtisodiy barqarorlikning asosiy sharti hisoblanadi. "Varnet" korxonasida kuzatilgan yuqori resurs intensivligi aynan ushbu nazariy yondashuvning amaliyotda buzilishini tasdiqlaydi. Korxonada suv va energiya resurslaridan foydalanish samaradorligining pastligi FAO (2018) tomonidan aniqlangan global oziq-ovqat ishlab chiqarish tizimlaridagi umumiy muammolar bilan mos keladi.

UNEP (2011) ning "Yashil iqtisodiyot tashabbusi" doirasida ta'kidlanganidek, rivojlanayotgan mamlakatlarda yashil texnologiyalarni joriy etishning asosiy

ISSN 3030-3907

to‘siqlari moliyaviy cheklovlar va institutsional qo‘llab-quvvatlashning yetishmasligidir. Bizning tadqiqot natijalari ham aynan shu omillarni "Varnet" korxonasi misolida tasdiqladi. Qodirov A.A. (2019) ning O‘zbekiston sanoat korxonalari bo‘yicha olib borgan tadqiqotlarida ham shunga o‘xshash cheklovlar qayd etilgan bo‘lib, bu mahalliy korxonalarda yashil iqtisodiyotga o‘tishning tizimli muammolardan iborat ekanligini ko‘rsatadi.

Shu bilan birga, tadqiqotimiz natijalari Salimov Sh.M. (2020) ning xulosalarini qisman to‘ldiradi. Agar Salimov asosan makroiqtisodiy darajada barqaror rivojlanish masalalarini o‘rgangan bo‘lsa, bizning tadqiqotimiz mikrodarajada – muayyan korxona misolida yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishning amaliy jihatlarini ochib berdi. Xususan, korxona darajasida ekologik boshqaruv tizimining institutsionallashtirilmaganligi, chiqindilarni qayta ishlash infratuzilmasining rivojlanmaganligi kabi muammolar birinchi marta empirik ma'lumotlar asosida hujjatlashtirildi.

World Bank (2018) ning chiqindilarni boshqarish bo‘yicha global hisobotida qayd etilganidek, rivojlanayotgan mamlakatlarda chiqindilarni saralash va qayta ishlash darajasi 20 foizdan oshmaydi. "Varnet" korxonasida ham shunga o‘xshash holat kuzatildi – organik va qattiq chiqindilarni qayta ishlash mexanizmlari deyarli mavjud emas. Bu holat nafaqat ekologik yukni oshiradi, balki iqtisodiy jihatdan ham yo‘qotishlarga olib keladi, chunki chiqindilardan ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatlari yo‘qoladi.

Tadqiqotimizning muhim ilmiy ahamiyati shundaki, u yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etishda tizimli yondashuvning zaruratini empirik dalillar asosida isbotladi. Faqat texnologik modernizatsiya yetarli emas – resurslarni monitoring qilish, chiqindilarni boshqarish va ekologik menejmentni institutsionallashtirish birgalikda amalga oshirilishi lozim. Bu xulosa Tursunov M.X. (2021) ning oziq-ovqat sanoatida resurs samaradorligini oshirish bo‘yicha tavsiyalarini to‘ldiradi va kengaytiradi.

Tadqiqotning cheklovlari sifatida quyidagilarni qayd etish lozim: birinchidan, tadqiqot faqat bitta korxona misolida olib borilgan bo‘lib, natijalarni butun soha miqyosida umumlashtirish qiyin; ikkinchidan, miqdoriy ko‘rsatkichlar (masalan, aniq suv va energiya sarfi raqamlari) mavjud bo‘lmaganligi sababli tahlil asosan sifat ko‘rsatkichlariga asoslangan; uchinchidan, korxona xodimlarining yashil iqtisodiyotga munosabati va bilim darajasi maxsus so‘rovnomalar orqali o‘rganilmagan. Ushbu cheklovlar kelgusi tadqiqotlar uchun yo‘nalishlarni belgilaydi.

XULOSA VA TAVSIYALAR

ISSN 3030-3907

Olib borilgan tadqiqot natijalari "Varnet" korxonasida oziq-ovqat mahsulotlarini yetishtirish jarayonining hozirgi holati yashil iqtisodiyot tamoyillariga to‘liq mos kelmasligini ko‘rsatdi. Korxonaning ishlab chiqarish texnologik zanjiri, resurslardan foydalanish samaradorligi va ekologik boshqaruv tizimida muhim kamchiliklar mavjud.

Tadqiqot gipotezasi tasdiqlandi: yashil iqtisodiyot tamoyillarini samarali joriy etish uchun nafaqat texnologik modernizatsiya, balki tizimli yondashuv zarur. Bu yondashuv resurslarni monitoring qilish tizimini joriy etish, chiqindilarni qayta ishlash mexanizmlarini rivojlantirish va ekologik boshqaruv tizimini institutsionallashtirishni o‘z ichiga oladi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi tavsiyalar ishlab chiqildi: birinchidan, suv va energiya resurslaridan foydalanishni real vaqt rejimida monitoring qilish tizimini joriy etish; ikkinchidan, chiqindilarni saralash va qayta ishlash infratuzilmasini yaratish; uchinchidan, energiya tejamkor texnologiyalar va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishni bosqichma-bosqich kengaytirish; to‘rtinchidan, xodimlarning ekologik savodxonligini oshirishga qaratilgan ta'lim dasturlarini amalga oshirish.

Ushbu tavsiyalarning amalga oshirilishi korxonaning ekologik barqarorligini ta'minlash, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va mahsulot raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Kelgusida tadqiqotning empirik bazasini kengaytirish va boshqa oziq-ovqat ishlab chiqaruvchi korxonalar misolida qiyosiy tahlil o‘tkazish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Pearce D., Turner K. Economics of Natural Resources and the Environment. – Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1990.
2. UNEP. Green Economy Initiative: Towards a Green Economy – Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication. – Nairobi: UNEP, 2011.
3. FAO. Sustainable Food Systems: Concept and Framework. – Rome: FAO, 2018.
4. Qodirov A.A. O‘zbekistonda sanoat korxonalarida ekologik menejmentni joriy etish masalalari. – Toshkent: Fan, 2019.
5. Salimov Sh.M. Barqaror rivojlanish va yashil iqtisodiyot: nazariya va amaliyot. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2020.
6. Tursunov M.X. Oziq-ovqat sanoatida resurs samaradorligini oshirish yo‘llari. // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar. – 2021. – №3. – B. 45-52.
7. World Bank. What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. – Washington: World Bank, 2018.

ISSN 3030-3907

THE CONCEPT OF FAMILY IN ENGLISH AND UZBEK LINGUOCULTURES: A COMPARATIVE LINGUOCULTURAL ANALYSIS

Shakirova Nodiraxon Murodjon qizi
Andijan University of Economics and Pedagogy NOTM
E-mail: nodiraxonshakirova03@gmail.com
Shokirov Shokhrukhmirzo Baxtiyorjon o‘g‘li
Andijan State Technical Institute
E-mail: bShokirov91@mail.ru

Abstract. This paper presents a comparative linguocultural study of the concept of family, examining how it is reflected in Uzbek and English cultural and linguistic contexts. It examines the semantic and cognitive dimensions of the concept, exploring how it manifests within language through lexical items, proverbs and phraseological expressions. By contrasting linguistic data from both cultures, the study reveals the dominant cultural values embedded in the notion of family and highlights the coexistence of collectivist and individualist perspectives.

Keywords: concept, linguoculturology, family, comparative analysis, concept sphere, cognitive structure, values, culture and language.

Аннотация. В данной статье проводится сравнительный лингвокультурный анализ понятия «oila / семья» на основе материалов из узбекской и английской лингвокультур. Исследование проливает свет на семантико-когнитивные характеристики этого понятия и способы его выражения в языке через лексические единицы, пословицы и фразеологические сочетания. Анализ лингвистических материалов двух лингвокультур позволяет выявить основные культурные ценности, связанные с представлениями о семье, в частности, установки, характерные для коллективизма и индивидуализма.

Ключевые слова: концепт, лингвокультурология, семья / family, сравнительный анализ, концептосфера**,** когнитивная структура, ценности, культура и язык.

Annotatsiya. Ushbu maqolada o‘zbek va ingliz lingvomadaniy makonlari materiallari asosida “oila/family” konseptining qiyosiy lingvomadaniy tahlili amalga oshiriladi. Tadqiqot jarayonida mazkur konseptning semantik va kognitiv xususiyatlari, shuningdek, uning leksik birliklar, maqollar hamda frazeologik birikmalar orqali til tizimida ifodalanish shakllari yoritib beriladi. Ikki lingvomadaniyatga oid til materiallarini qiyosiy tahlil qilish natijasida oilaga oid tasavvurlar bilan bog‘liq asosiy madaniy qadriyatlar, jumladan, kollektivistik va individualistik qarashlar aniqlanadi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: tushuncha, lingvokulturologiya, oila, qiyosiy tahlil, konseptosfera, kognitiv tuzilma, qadriyatlar, madaniyat va til.

INTRODUCTION.

Language is a fundamental medium through which culture is represented and interpreted. In turn, culture ensures the preservation and transmission of a society’s historical memory, value systems and collective social experience. Within this framework, linguocultural studies explore the intrinsic and inseparable relationship between language and culture. A key analytical concept in this field is that of the 'national worldview', which is the idea that a nation's cultural knowledge is conveyed through language. The concept of family emerges in the individual consciousness, is expressed in language and reflects social, civic and historical dimensions. The family holds a pivotal position across societies, constituting not only the basic structural unit of society, but also its most significant social institution. Furthermore, the concept of family is crucial in mediating the relationship between the individual and society. It also plays a key role in the intergenerational transmission of cultural values and moral principles. In both English- and Uzbek-speaking cultures, the concept of family has evolved under the influence of diverse historical, religious and social conditions. These influences are clearly evident in proverbs, idiomatic expressions, traditional practices and various forms of verbal communication. In Uzbek linguoculture, for example, the idea of the family as a 'small homeland' is reinforced through language and passed down through the generations as a culturally significant value. In English linguoculture, the concept of family is predominantly expressed through word choices, set phrases and texts embedded in the culture, reflecting a strong emphasis on individual autonomy and social independence. Notions such as privacy and independence are closely associated with family relations in this cultural context. Examining these features enables a more nuanced interpretation of the similarities and differences in the worldviews of the two linguistic communities. Furthermore, the results of this research are highly relevant to translation studies, intercultural communication and foreign language pedagogy, providing insights that can be applied at both the theoretical and practical levels. As a contemporary linguistic discipline, linguocultural studies focus on exploring the inherent relationship between language and culture, with the concept functioning as a core analytical category. Through language, concepts convey a collective worldview, value systems and cultural mentality [1]. Although the concept of family is universal, its meaning and cultural interpretation are influenced by particular national and cultural contexts [2]. Consequently, a comparative examination of the concept of family in English and Uzbek linguocultures is a significant and timely area of scholarly enquiry.

ISSN 3030-3907

LITERATURE REVIEW. Linguocultural studies have evolved as a scholarly discipline concerned with examining the intricate and dynamic interaction between language and culture. Emerging as an independent field in the late twentieth century, this discipline has provided a theoretical framework for interpreting culture through linguistic forms and for analysing nationally conditioned value systems. In the domain of linguocultural studies, there is a pronounced emphasis on the analysis of concepts, the investigation of lexical and semantic elements, and matters pertaining to intercultural communication. At the core of this field lies the concept, which is regarded as a manifestation of culturally shaped cognition and national modes of thinking. The theoretical underpinnings of this issue have been comprehensively elaborated in the works of Russian, Western, and local scholars, who have explored the linguistic, cognitive, and cultural dimensions of concepts in a thorough manner.

Theoretical foundations of linguocultural studies. V.V. Vorobyov interprets linguocultural studies as an effective means of understanding culture through language. He regards the concept as a cultural code, in which language units serve as the primary means of preserving and transmitting this code from generation to generation. This approach serves as an important methodological basis for the analysis of the concept of the family. V.A. Maslova also divides concepts into three types according to their scope: general, national and individual concepts. In her work, the family is regarded as a socio-cultural concept. Maslova emphasises the family concept's connection to values, emotions and traditions.

1. The Concept and Linguaculture Issue

As V.A. Maslova points out, a concept is a unit of culture consolidated in consciousness through language, which reflects national thinking [1]. V.I. Karasik, on the other hand, defines a concept as a complex structure composed of value, image and notion components [2]. These theoretical approaches serve as a methodological basis for the linguaculturological analysis of the “oila/family” concept.

2. The concept of “family” in Uzbek linguaculture

In Uzbek linguaculture, the concept of “family” is interpreted as a sacred and fundamental social institution of society.

The family is not limited to just parents and children, but also encompasses a wider system of relatives [3]. This reflects the concepts of collectivism and intergenerational responsibility inherent to the Uzbek people. In linguistic materials, the concept of ‘family’ is expressed in numerous proverbs and sayings. For example, paremiological units such as ‘Family is a small homeland’ or ‘The parents' approval is God's approval’ reflect the spiritual and moral significance of

ISSN 3030-3907

the family [4]. These proverbs and sayings serve as an important means of reinforcing the family's role in society, family values and educational responsibilities through language. Furthermore, the richness of Uzbek kinship terms (amaki, tog‘a, xola, amma, and others) further emphasises the cultural importance of family relationships [3]. Similarly, in Uzbek, paternal and maternal relatives are clearly distinguished. For example, the words “*amaki*” and “*amma”* denote paternal brothers and sisters, while “tog‘a” and “xola” refer to maternal brothers and sisters. This lexical distinction indicates differences in social roles and status with regard to relatives on each side. In Uzbek culture, paternal and maternal uncles and aunts are regarded as secondary parental figures who actively participate in the upbringing, guidance, and social development of children, which emphasises the importance of the extended family.

3. In English linguistics—family concept

In English linguaculture, the concept of ‘family’ is primarily interpreted within the framework of the nuclear family model. In this model, an individual's independence and freedom to make personal decisions are presented as the foremost values [5]. In English society, the family is primarily regarded as a social unit associated with emotional closeness and personal life. The important role of the family is clearly expressed in English idioms and proverbs. For example, phrases such as ‘Blood is thicker than water’ and ‘Family comes first’ reflect the primacy of family ties. These terms express the emotional aspect of family relationships [6]. At the same time, the use of generalised kinship terms in English (uncle, aunt, cousin) indicates that family relationships are interpreted in a relatively broad sense in English culture [5].

4. Comparative analysis .According to the results of comparative analysis,

in Uzbek linguistics, the concept of ‘family’ is associated with collective values, social responsibility and continuity of the family line while in English linguistics, the concept of ‘family’ aligns with the notions of individualism and personal space [2,5]. These differences can be explained by the historical development and cultural mentality of both peoples.

METHODOLOGY

This research is based on a linguocultural approach. The main aim is to conduct a comparative analysis of the concept of “oila/family” in English and Uzbek linguoculture. To this end, several scientific methods are used in combination.

RESEARCH APPROACH.

The research is of a comparative and descriptive nature. The concept's content is studied separately and comparatively in both languages. The

ISSN 3030-3907

sociocultural paradigm serves as the main methodological basis. Research methods. The following methods are used:

DESCRIPTIVE METHOD

Lexical units related to the concept of family are analyzed. For example, terms denoting kinship and family relationships are examined. Comparative-analytical method. Similarities and differences in English and Uzbek languages are identified. For example, the cultural connotations of the terms ‘father-mother’ and ‘parents’ are compared.

Semantic analysis. During the research process, the multiple layers of meaning of words and phrases are identified, and their lexical-semantic characteristics are revealed. The primary semantic field related to the concept of family is defined, and the units that constitute this field are systematically analysed.

Conceptual analysis. The concept's structural composition is studied, and its core and peripheral components are identified. Furthermore, the value-related, emotional, and evaluative components of the family concept are distinguished, and their cultural content is explained.

Discursive analysis. The concept's usage in various types of discourse is analysed, particularly based on literary texts, proverbs, and examples of social discourse. Specifically, the ways in which the image of the family is expressed in Uzbek and English proverbs are studied comparatively.

Research Materials. As research materials, explanatory dictionaries, examples of literary works, proverbs and phraseological units in Uzbek and English, as well as scientific articles and monographs on the subject, were selected. These sources make it possible to determine the real, functional and conceptual expression of the concept of the family in language and culture.

Discussion and conclusions

The research findings indicate that, although the concept of “family” in English and Uzbek linguaculture shares a common conceptual basis, its semantic structure and cultural interpretation differ significantly. These differences are primarily manifested in linguistic units, the system of cultural values, and the formation of social relationships. This situation confirms that the cultural factor plays a decisive role in the structure of the concept.

The concept's core and periphery. According to the results of the comparative analysis, in both languages the core of the family concept consists of the following universal elements: parents, child, marriage, and kinship. These units express the general and fundamental meaning of the concept of family.

However, the peripheral part of the concept differs fundamentally in Uzbek and English. In Uzbek linguoculture, the periphery is enriched with an extensive

ISSN 3030-3907

kinship system, the interconnectedness of generations, spiritual responsibility, and customs and traditions. This indicates that the family is interpreted not only as a biological but also as a social and moral institution**.** In English linguoculture, the peripheral zone is primarily shaped by the principles of personal independence, the nuclear family model, the notion of personal space, and legally regulated relationships, which reflects the perception of the family mainly within the sphere of individual life.

The results of the lexical-semantic analysis showed that kinship terminology in Uzbek is expressed with a high degree of precision and detail. Terms such as *amaki*, *tog‘a*, *xola*, *amma*, *jiyan* and *amakivachcha* reflect a complex and socially significant system of family relationships. The abundance and differentiation of these terms indicate that the family is perceived as an extensive social network. In English, however, kinship relationships are primarily expressed through a limited set of common lexical units (uncle, aunt, cousin). This situation indicates that in English culture, family ties are understood within a relatively narrow scope. The results confirm that the language's lexicon directly and accurately reflects the family model established in society.

Analysis of proverbs and phraseological units revealed that in Uzbek culture, proverbs and phraseological units are interpreted as the family being the center of upbringing, a moral pillar and the fundamental unit of society. Respect for parents, family unity and intergenerational responsibility are manifested as the dominant ideas in these units. In English proverbs, however, the notions of personal responsibility, independent decision-making and individual choice are expressed more strongly. These differences reveal the different priorities in cross-cultural thinking.

The results of the discursive analysis of literary and social texts showed that the Uzbek family is often depicted as a multi-generational structure based on communal and social obligations. In English texts, however, the family is presented as a private sphere of life and a social space in which independent decisions are made. This discrepancy heightens the likelihood of semantic losses occurring during the translation process. General discussion: According to the general conclusions, although the concept of the family is universal in nature, it manifests culturally differential characteristics. Through linguistic units, the internal structure of society, its value system and its model of social relations are reflected. The research findings have scientifically demonstrated that a purely lexical approach is insufficient for analyzing concepts related to the family, and that a sociolinguistic approach is also necessary [6].

CONCLUSION

ISSN 3030-3907

The present study demonstrates that the concept of **"**family**"** in English and Uzbek linguocultures is based on a common universal foundation; however, its content and interpretation vary depending on cultural factors. In both languages, the family occupies a central position as a key social institution. At the same time, in Uzbek linguoculture the concept is enriched by collectivism, intergenerational continuity, and social responsibility, whereas in English linguoculture the concept of family is largely limited to the nuclear family model and the principle of personal independence.

The richness and specificity of kinship terminology in Uzbek confirm that the family is perceived within a broad social framework. By contrast, the use of generalized kinship terms in English reflects the predominance of individualistic thinking. The analysis of proverbs and phraseological units revealed the value-based dimension of the family concept and contributed to a deeper understanding of its cultural meaning. It was also found that, in the process of translation, the notions of *oila* / *family* do not always fully correspond semantically. These findings confirm that national patterns of thinking and social structures can be understood through language.

REFERENCES

1. Maslova V.A. Lingvokulturologiya. — Moskva: Akademiya, 2001.
2. Karasik V.I. Yazık i kultura. — Moskva: Gnozis, 2002.
3. Safarov Sh. Til va madaniyat. — Toshkent: Fan, 2015.
4. Yusupova L.I., Mamatova F.M. O_zbek maqollarida ―oila‖ konsepti // Til va adabiyot ta‘limi, 2020.
5. Chuyanova Z. Means of verbalization of the concept ―Family‖ in English linguaculture // Journal of Applied Linguistics, 2021.
6. Lakoff G. Women, Fire, and Dangerous Things. — Chicago: University of Chicago Press, 1987.
7. Baratova K. G. K. Linguocultural features of kinship terms in the English and Uzbek languages //International scientific journal of Biruni. – 2025. – T. 4. – №. 1. – C. 123-130.
8. Shakirova N.M., Muqimov R.Y. Ingliz va o‘zbek lingvomadaniyatida "oila/family" konsepti// Latin American journal of education, 2025. https://doi.org/10.5281/zenodo.18032067

ISSN 3030-3907

AMINOHOSILALARNING SINTEZI VA KOLLOID KIMYOVIY XOSSALARI TADQIQI

Sharipova N.O‘.
Buxoro davlat texnika universiteti mustaqil izlanuvchisi
Axmedov V.N.
Buxoro davlat texnika universiteti professori, DSc

Annotatsiya. Ushbu maqolada tarkibida aminokislotasi (glitsin va alanin) bor chiqindi bilan formaldegidning kislotali muhitda metilollanish reaksiyasi o‘rganildi. Reaksiya natijasida N-gidroksimetilglitsin hosil bo‘lganini IQ spektroskopiyasi yordamida aniqlandi. Metilollangan glitsinning vodorod bog‘larini hosil qilish qobiliyati yuqori bo‘lib, u adgeziv va polikondensatsion reaksiyalar uchun samarali oraliq mahsulot ekanligi haqida yoritilgan.

Kalit so‘zlar: glitsin, anilin, metilollanish, formaldegid, N-gidroksimetilglitsin

Аннотация. В данной статье исследуется реакция метилирования формальдегида с отходами, содержащими аминокислоты (глицин и аланин), в кислой среде. В результате реакции образуется N-гидроксиметилглицин, состав которого определен методом ИК-спектроскопии. Показано, что метилированный глицин обладает высокой способностью к образованию водородных связей, что делает его эффективным промежуточным продуктом для реакций адгезии и поликонденсации.

Ключевые слова: глицин, анилин, метилолирование, формальдегид, N-гидроксиметилглицин.

Abstract. This article investigates the methylolation reaction of formaldehyde with waste materials containing amino acids (glycine and alanine) in an acidic medium. As a result of the reaction, N-hydroxymethylglycine is formed, and its composition is determined by IR spectroscopy. It is shown that methylolated glycine has a high ability to form hydrogen bonds, which makes it an effective intermediate product for adhesion and polycondensation reactions.

Keywords: glycine, aniline, methylolation, formaldehyde, N-hydroxymethylglycine.

KIRISH

Hozirgi kunda hayotimizni kimyosiz tasavvur qila olmaymiz. Kimyoviy moddalar oziq-ovqat sanoati, qishloq xo‘jaligi, qurilish sanoati, farmatsevtika, rang tasvir sanoatida asosiy xom ashyo sanaladi. Ushbu maqolada adgeziv xossaga ega bo‘lgan kley haqida, olinishi, xossalari, ishlatilish sohalari so‘z yuritiladi.

Kley-turli buyum va materiallarni bir-biriga yopishtirish uchun ishlatiladigan muhim moddadir. U kundalik hayotimizda, sanoatda, qurilishda, ta’lim muassasalarida va hunarmandchilikda keng qo‘llanadi. Kley yordamida

ISSN 3030-3907

yog‘och, qog‘oz, plastmassa, metall, shisha va boshqa ko‘plab materiallarni mustahkam biriktirish mumkin.

Kleydan foydalanishda xavfsizlik qoidalariga rioya qilish muhimdir. Ayrim kley turlari kuchli hidga ega yoki teriga zarar yetkazishi mumkin. Shuning uchun uni bolalardan uzoqda saqlash, ko‘z va teriga tekkizmaslik, yaxshi shamollatiladigan joyda ishlatish tavsiya etiladi. To‘g‘ri tanlangan va to‘g‘ri ishlatilgan kley ish sifatini oshiradi va buyumlarning xizmat muddatini uzaytiradi.

Kleyning asosiy vazifasi — ikki yoki undan ortiq yuzani mexanik bog‘lovchi vositalarsiz birlashtirishdir. U yopishtiriladigan yuzaga surtilgandan so‘ng quriydi va mustahkam qatlam hosil qiladi. Kleyning tarkibi va xususiyatlariga qarab, u tez yoki sekin qurishi, elastik yoki qattiq bo‘lishi, suv va issiqqa chidamli bo‘lishi mumkin.

Bugungi kunda kleylarning bir nechta turlari mavjud. Masalan, PVA kley qog‘oz va yog‘och uchun mos bo‘lsa, super kley juda tez qurishi bilan ajralib turadi va mayda buyumlarni yopishtirishda ishlatiladi. Epoksi kley esa yuqori mustahkamlik talab etiladigan joylarda qo‘llanadi. Silikon va termokleylar esa qurilish va bezak ishlarida keng tarqalgan.

Kimyoviy formulalar va reaksiya mexanizmlari

So‘nggi yillarda ekologik toza va qayta tiklanuvchi xom ashyolardan olinadigan adgeziv moddalarga bo‘lgan talab ortib bormoqda. O‘simlik va hayvonlar to‘qimalaridagi oqsillar yopishtiruvchi xususiyatga ega, ammo ularning suvga chidamliligi juda past. Shu kamchilikni bartaraf etish maqsadida oqsil tarkibidagi aminokislotalarni modifikatsiyalash orqali metilollangan hosila olish mumkin.

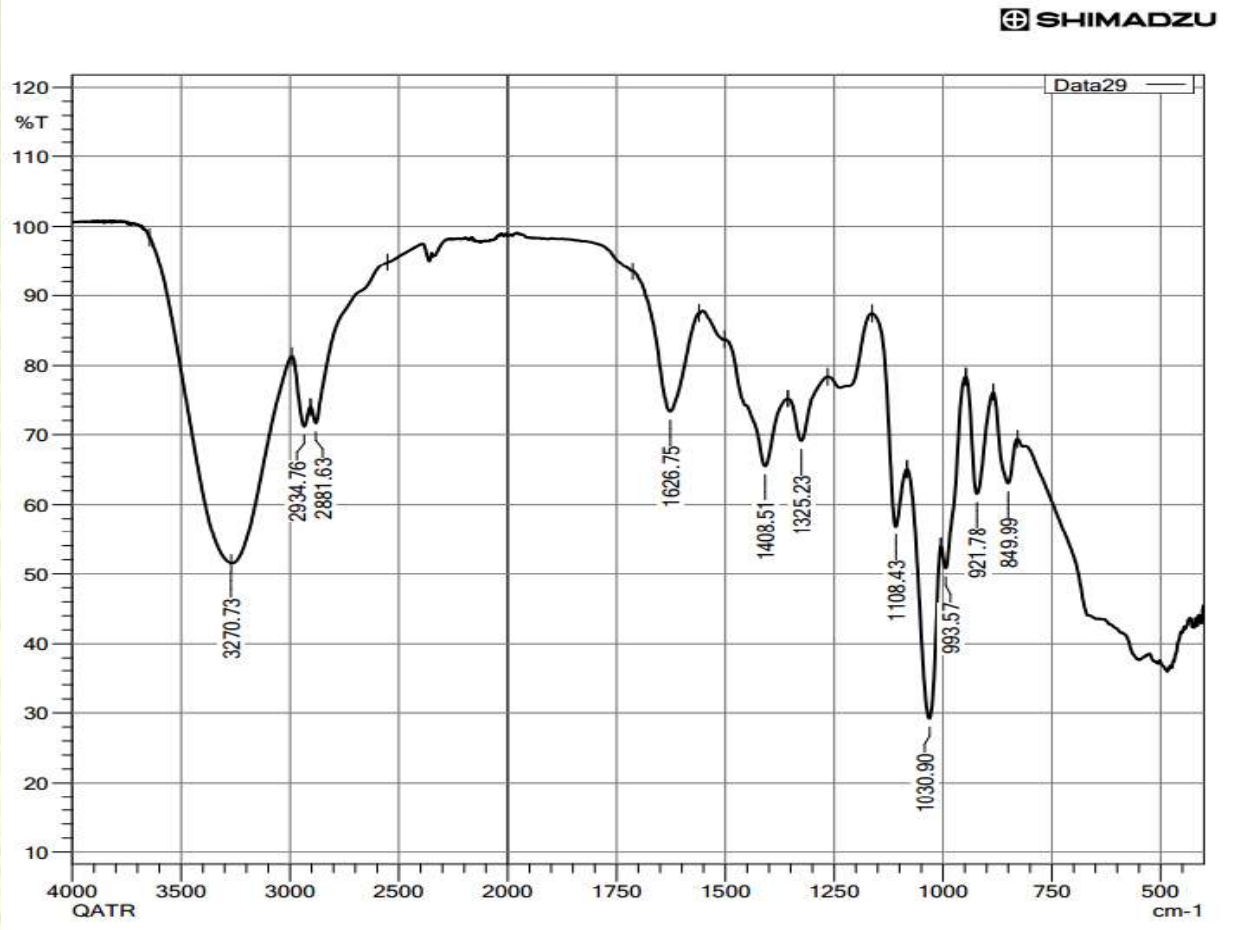
Oqsil tarkibidagi oddiy aminkislota bo‘lgan glitsin ($NH_2–CH_2–COOH$) biologik faol va kimyoviy jihatdan aktiv aminokislota bo‘lib, molekulasida bir vaqtning o‘zida amin ($–NH_2$) va karboksil ($–COOH$) funksional guruhlarini saqlaydi. Ushbu guruhlar glitsinning kimyoviy faolligini belgilab, uni turli modifikatsiya reaksiyalariga moyil qiladi. Ayniqsa, amin guruhi nukleofil xossaga ega bo‘lib, aldegidlar bilan oson reaksiyalarga kirishadi.Glitsinni kuchsiz kislotali muhitda formaldegid bilan modifikatsiyalash orqali yangi funksional moddalar olish imkonini beradi. Metilollanish jarayonida agar muhit ishqoriy bo‘lsa glitsinning karboksil guruhi, agar kislotali muhit bo‘lsa, amin guruhi reaksiyaga kirishishini nazarda tutgan holda formaldegid bilan qo‘shilishi natijasida N-metilol hosilalarini olish mumkin.

Glitsinning metilollanish reaksiya nukleofil birikish mexanizmi bo‘yicha boradi:

$$NH_2 - CH_2 - COOH + CH_2O \rightarrow HO - CH_2 - NH - CH_2 - COOH$$

ISSN 3030-3907

Reaksiya borishi uchun muhitni kuchsiz kislotali (pH 5–6) va 40–60°C haroratda olib borish kerak. Reaksiya davomida glitsin molekulalaridagi $–NH_2$ guruhi formaldegid bilan reaksiyaga kirishib, $OH–CH_2$-$NH–CH_2$-COOH (metilol) guruhlarini hosil qildi. Natijada molekulalararo kross-linklar yuzaga keladi, N-gidroksimetilglitsin hosil bo‘lganligini infraqizil spektroskopik tahlilda ko‘rishimiz mumkin.



1-Rasm. N-gidroksimetilglitsining IQ spektri

$NH_2CH_2COOH+HCHO→HOCH_2–NH–CH_2–COOH$

N-gidroksimetilglitsinning tuzilishi esa IQ spektroskopik usullar yordamida isbotlandi. IQ-spektridagi (1-rasm) xarakterli yutilish sohalari quyidagicha: 3270,73 sm^{-1} sohada gidroksil va NH imin guruhlariga xos molekulalararo vodorod bog‘lanishiga oid cho‘qqi bo‘lib, 2934,76 sm^{-1} sohada H-C-H bog‘ning assismetrik tebranishlari aniqlandi, 1030,90 sm^{-1} va 1108,43 sm^{-1} da kuchli yutulish C-O bog‘ning assimetrik tebranishi bo‘lib, mazkur chastota C–O cho‘zilish tebranishi to‘yingan spirtlar uchun xarakterlidir. Shu bilan birga, 1408,51 sm^{-1} dan 1325,23 sm^{-1} oralig‘ida kuzatilgan yutilishlar intensiv chiziq $–CH_2$-COOH molekulasidagi valent tebranishlariga mos keladi.

Shunday qilib, o‘tkazilgan tahlil sintez jarayonida glitsin metilollanganini tasdiqlaydi. Glitsin va formalinning IQ-spektrlari olinib yangi olingan modda bilan

ISSN 3030-3907

solishtirilganda yutilish sohalari o‘zgarganligi aniqlandi. Bu esa glitsin va formalin asosida sintezlangan moddaga to‘la mos kelishi aniqlandi.

Hosil bo‘lgan metilollangan glitsinning kimyoviy xossalariga quyidagilarni kiritish mumkin –CH_2OH guruhi mavjudligi sababli yuqori reaktivlik, polikondensatsion reaksiyalarda ishtirok etish qobiliyati, kross-link hosil qilish imkoniyati kengligi.

Bu hosilaning funksional ahamiyati juda keng bo‘lib, metilollangan glitsin adgeziv sistemada faol component, oqsil va polisaxarid asosli yelimlarda modifikator, ekologik toza bog‘lovchi moddalar uchun oraliq mahsulot hisoblanadi.

Metilollangan glitsin molekulasida –CH_2OH guruhining bo‘lishi, vodorod bog‘larni hosil qilish qobiliyatining oshishi, boshqa molekulalar bilan kross-linklarni (alohida-alohida polimer zanjirlari ko‘prik (link)lar bilan bog‘lanib, mustahkam to‘r hosil qilish qobiliyati) hosil qilishi, uning kichik molekulali tuzilishi yopishtiriladigan sirtlar bilan kuchli vodorod bog‘larni hosil qilishi adgeziv xossasini oshiradi, bu esa yog‘ochni yopishtirish, qog‘oz sanoati va biologik parchalanadigan polimerlar ishlab chiqarishda yaxshi samara beradi.

Ushbu xususiyatlar metilollangan glitsinni oqsil, jelatin va polisaxarid asosli adgezivlarda samarali modifikator sifatida qo‘llash imkonini beradi.

Xulosa qilib aytish mumkinki glitsinning formaldegid bilan kuchsiz kislotali muhitda metilollanishi natijasida N-gidroksimetilglitsin hosil bo‘lishi mumkinligi IQ tahlillari metilol guruhlarining mavjudligini tasdiqladi. Metilollangan glitsin yuqori reaktivligi va adgeziv sistemalarda qo‘llanish imkoniyati kengligi bilan ajralib turadi. Adgeziv moddalar barcha sohalarda keng qo‘llaniladigan xom ashyodir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. March J. Advanced Organic Chemistry. Wiley, 2013.
2. Pizzi A. Natural Adhesives. CRC Press, 2020.
3. Coates J. Interpretation of Infrared Spectra. Wiley, 2000.
4. ASTM D1002 – Adhesive shear strength testing method.
5. Шарипова Н. У. Химическая промышленность и окружающая среда //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 5-1 (95). – С. 19-21.
6. Мухамадиев Б. Т., Шарипова Н. У. Нетепловые механизмы действия электромагнитного поля (ЭМП) низких частот (нч) на растительное сырье //Universum: химия и биология. – 2020. – №. 6 (72). – С. 89-91.
7. Шарипова Н. У., Мухамадиев Б. Т., Шарипова Н. У. ХРАНЕНИЕ, ТРАНСПОРТИРОВКА И РЕАЛИЗАЦИЯ КРИО ИЗМЕЛЬЧЕННЫХ И ЗАМОРОЖЕННЫХ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО

ISSN 3030-3907

ПРОИСХОЖДЕНИЯ //Universum: технические науки. – 2021. – №. 2-2 (83). – С. 100-103.
8. Шарипова Н. У., Атоев Э. Х. ПРОИЗВОДСТВО, СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ СУПЕР КЛЕЕВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 9. – №. 11 (128). – С. 63-65.
9. Жумаев Ж. Х., Шарипова Н. У. СТРУКТУРНО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КОМПОЗИЦИЙНА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАННОГО КРАХМАЛА И ПОЛИМЕРОВ //Интернаука. – 2017. – №. 5-2. – С. 34-36.
10. Ramazanov B., Juraeva L., Sharipova N. Synthesis of modified amino-aldehyde oligo (poly) mers and study of their thermal stability //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 839. – №. 4. – С. 042096.
11. Sharipova N., Otamurodova N., Jo‘raqulova N. DISTILLYATSIYA USULIDA AROMATIK UGLEVODORODLARNI AJRATIB OLISH //Наука и инновации в системе образования. – 2024. – Т. 3. – №. 12. – С. 88-91.
12. Sharipova N. ETILENGLIKOL VA TEREFTAL KISLOTANI ETERIFIKASIYALASH JARAYONI REAKSIYA MEXANIZMI //Наука и инновации в системе образования. – 2025. – Т. 4. – №. 5. – С. 92-97.
13. Фозилов С. Ф. и др. Исследование самопроизвольной полимеризации эпихлоргидрина с бензоксазолинонами и альфа-аминокислотами //Молодой ученый. – 2014. – №. 6. – С. 62-64.
14. Sharipova N. et al. CHOY VA BANAN CHIQINDILARI MAHALLIY O‘G‘IT SIFATIDA //Модели и методы в современной науке. – 2025. – Т. 4. – №. 6. – С. 136-139.
15. Phozilov S. P. et al. Development of Technology for Depressor Additives for Diesel Production from Polymer Wastes //Young Scientist USA. – 2014. – Т. 35. – С. 45.
16. Uktamovna S. N., Temurovich M. B. Transgenic food products //Archive of Conferences. – 2021. – С. 63-65.
17. Khamrokulovich J. J., Uktamovna S. N. SECTION: CHEMISTRY //POLISH SCIENCE JOURNAL. – 2024. – С. 43.
18. O‘ktamovna S. N. et al. TOLALI POLIMER KOMPOZITLARDAGI TOLA-BOG‘LOVCHI MODDALAR OLISH VA ULARNING XOSSALARI //FORMATION OF PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES. – 2024. – Т. 3. – №. 28. – С. 31-34.
19. O‘ktamovna S. N. et al. MODIFIKATSIYALANGAN POLIMERLARNING ADGEZION XUSUSIYATLARI VA ULARNING TAHLILI //FORMATION OF

ISSN 3030-3907

PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES. – 2024. – Т. 3. – №. 28. – С. 27-30.
20. Temirovich M. B., O‘ktamovna S. N. Polymers And Fluid Carbon Dioxide //The Peerian Journal. – 2022. – Т. 13. – С. 33-37.
21. Атоев Э. Х. ИЗУЧЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВ КЛЕЕВ НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ //Universum: технические науки. – 2025. – Т. 5. – №. 4 (133). – С. 19-21.

ISSN 3030-3907

TAMAKI MAZAIKA VIRUSI KASALLIKLARIGA ULTRABINAFSHA NURLARI BILAN ISHLOV BERISH USULLARI TAHLILI

Bozorov Elmurod Ostanovich

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish kafedrasi dotsenti (PhD), O'zbekiston

E-mail: bozorovelmurod@gmail.com

Boboyorov Azizjon Eshmuminovich

"Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti" Milliy tadqiqot universiteti. 05.05.07-Qishloq xo'jaligida aelektr texnologiyalar va elektruskunalar ixtisosligi tayanch doktoranti, O'zbekiston

E-mail: boboyorovazizbek440@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada global iqlim o'zgarishi sharoitida qishloq xo'jaligi ekinlariga jiddiy zarar yetkazayotgan tamaki mozaikasi virusi (TMV) bilan kurashishning innovatsion va ekologik xavfsiz usullari yoritilgan. Tadqiqotda an'anaviy kimyoviy usullardan voz kechgan holda, elektrofizik ta'sir, xususan, 253.7 nm to'lqin uzunligidagi ultrabinafsha (UB) nurlari yordamida virusning RNK tuzilishini faolsizlantirish imkoniyatlari tahlil qilingan. 2026-yilgi zamonaviy ekologik vaziyat va iqtisodiy zarar miqyosi hisobga olingan holda, ushbu texnologiyaning o'simlik fotosintez jarayonini himoya qilish hamda hosildorlikni saqlashdagi samaradorligi asoslab berilgan.

Kalit so'zlar: tamaki mozaikasi virusi (TMV), ultrabinafsha nurlar, RNK, oziq-ovqat xavfsizligi, elektrofizik ishlov, ekologik zarar.

Аннотация. В данной статье рассматриваются инновационные и экологически чистые методы борьбы с вирусом табачной мозаики (ВТМ), наносящим серьезный ущерб сельскохозяйственным культурам в условиях глобального изменения климата. В исследовании анализируются возможности инактивации РНК-структуры вируса с использованием электрофизических эффектов, в частности, ультрафиолетовых (УФ) лучей с длиной волны 253,7 нм, вместо традиционных химических методов. С учетом текущей экологической ситуации в 2026 году и масштабов экономического ущерба обосновывается эффективность данной технологии в защите фотосинтеза растений и поддержании урожайности.

Ключевые слова: вирус табачной мозаики (ВТМ), ультрафиолетовое излучение, РНК, безопасность пищевых продуктов, электрофизическая обработка, ущерб окружающей среде.

Abstract. This article discusses innovative and environmentally friendly methods for combating tobacco mosaic virus (TMV), which is causing serious damage to

ISSN 3030-3907

agricultural crops in the context of global climate change. The study analyzes the possibilities of inactivating the RNA structure of the virus using electrophysical effects, in particular, ultraviolet (UV) rays with a wavelength of 253.7 nm, instead of traditional chemical methods. Taking into account the current environmental situation in 2026 and the scale of economic damage, the effectiveness of this technology in protecting plant photosynthesis and maintaining yield is substantiated.

Keywords: tobacco mosaic virus (TMV), ultraviolet light, RNA, food safety, electrophysical processing, environmental damage.

KIRISH.

Hozirgi kunda dunyo bo‘yicha qishloq xo‘jaligi turli usullar yordamida ko‘p uchraydigan kasalliklariga qarshi kurashish masalasi global muammo sifatida qaralmoqda. Ma‘lumki, bugungi ekologik o‘zgarishlar, xususan, iqlim isishi zararkunandalar keltiradigan iqtisodiy zarar miqyosi keskin oshib bormoqda[1]. Oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi tashkiloti (FAO 2026) ma‘lumotlariga ko‘ra, Mamlakatimizda ham ekologik huquqbuzarliklar va tabiatga yetkazilgan zarar miqdori nazorat qilinmoqda. Masalan, so‘nggi 2,5 yil ichida davlat ekologik nazorat inspeksiyasi tomonidan tabiatga yetkazilgan 1 trillion so‘mga yaqin moddiy zarar aniqlangan[2]. Faqatgina 2025-yilning sentyabr oyida ekologik huquqbuzarliklar natijasida tabiatga 46,7 milliard so‘m zarar yetkazilgani qayd etilgan. Shunday qilib, turli o‘simlik kasalliklari tufayli qishloq xo‘jaligiga yetkazilgan global zarar 1 trillion so‘mga yaqin.

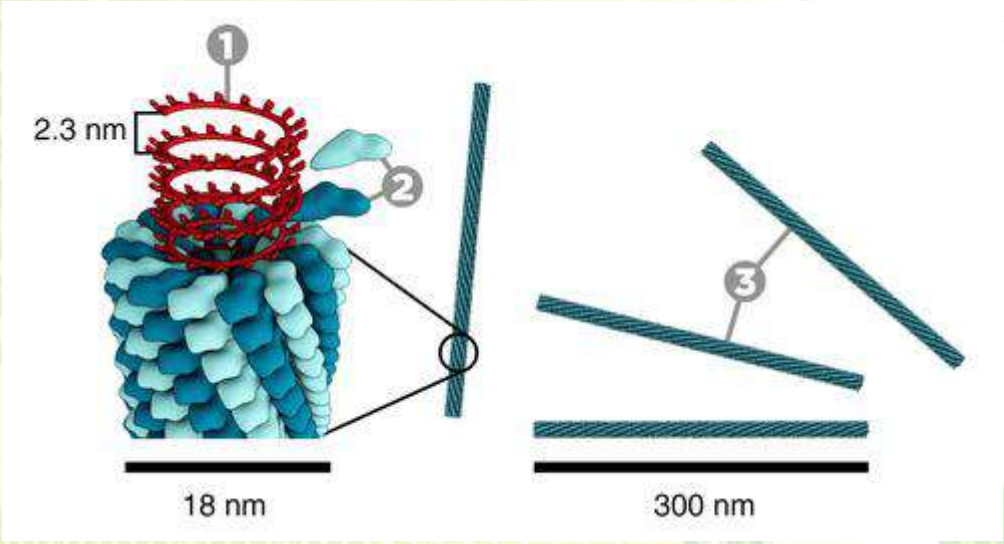
O‘simliklarda hozirgi kunda juda rivojlangan kasallik turlaridan biri bu tamaki mozaika virusi hisoblanadi(TMV). Tamaki mozaikasi virusi hujayralarning himoya qatlamiga hujum qilib, o‘simlikni zaiflashtiradi va boshqa bakteriyalarning kirib borishiga imkon beradi. Tamaki mozaikasi virusi fotosintezni buzadi va xlorofillni yo‘q qiladi, natijada barglar mozaikaga o‘xshash chiziqlar va tepaliklar bilan qoplanadi, shuningdek, to‘q yashil, och yashil va sariq dog‘lar paydo bo‘ladi. Bu virus mevalarning ko‘rinishiga va o‘simlik hosildorligiga salbiy ta‘sir ko‘rsatadi[1, 2, 3].

TADQIQOTNI BOSHLASH TAHLILI

Ushbu tadqiqotda biz virusli kasalliklarni tashxislashda zamonaviy ultrabinafsha (UB) nurlardan foydalanishning maqsadga muvofiqligi va amaliyligini namoyish etishni maqsad qilib qo‘ydik. Ushbu maqsadga erishishda quyidagi vazifalarni bajarish maqsadga muofiq bajarildi. Tamaki mazaika virusi (TMV) bilan zararlangan ekinlarni ultrabinafsha (UB) nurlar yordamida zararsizlantirish o‘simlikshunoslikda innovatsion va ekologik toza usul hisoblanadi. Tamaki mazaika virusi (TMV) bilan kurashishda ultrabinafsha (UB)

ISSN 3030-3907

nurlari va elektr impulslari zamonaviy elektrofizik ishlov berish usullari hisoblanadi. Bu usullar virusning strukturaviy yaxlitligini buzish orqali uning hayotchanligini kamaytiradi. Tadqiqodlar natijasida UB nurlari virusning genetik materiali va oqsil qobig‘iga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta‘sir qiladi. Eng samarali to‘lqin uzunligi 253.7 nm (UVC nurlari) bo‘lib, u virus ribonuklein kislota(RNK)sida o‘zgarishlar hosil qiladi[4]. Ribonuklein kislota (RNK) – bu barcha tirik hujayralarda mavjud bo‘lgan va irsiy ma’lumotni o‘qish hamda oqsil sintezini amalga oshirishda ishtirok etadigan murakkab molekula. Tamaki mazaika virusi (TMV) kabi ko‘plab viruslarda RNK genetik axborotni tashuvchi asosiy material hisoblanadi(1-rasm).



1-rasm. TMV ning sxematik modeli. 1. nuklein kislota (RNK), 2. kapsomer oqsili (protomer), 3. kapsid

Tamaki mozaikasi virusi tayoqchaga o‘xshash ko‘rinishga ega. Uning kapsidi 2130 ta qobiq oqsili molekulasidan va 6400 asos uzunligidagi bitta genomli bitta zanjirli RNK molekulasidan iborat. Qobiq oqsili RNK atrofida tayoqchaga o‘xshash spiral tuzilishga (har bir spiral burilishida 16,3 ta oqsil) o‘z-o‘zidan birikadi, bu esa soch tolasi shaklidagi halqa tuzilishini hosil qiladi. Virusning strukturaviy tuzilishi barqarorlikni ta'minlaydi[5]. Oqsil monomeri 158 ta aminokislotadan iborat bo‘lib, ular to‘rtta asosiy alfa-spiralga birlashtirilgan bo‘lib, ular virion o‘qiga yaqin joylashgan ko‘zga ko‘ringan halqa bilan bog‘langan. Virionlarning uzunligi ~300 nm va diametri ~18 nm[6, 7]. Salbiy bo‘yalgan elektron mikrofotograflar radiusi ~2 nm bo‘lgan aniq ichki kanalni ko‘rsatadi. RNK ~4 nm radiusda joylashgan va qobiq oqsili tomonidan hujayra fermentlari ta'siridan himoyalangan[8]. Butun virusning rentgen tolasi difraksiya tuzilishi 3,6 Å aniqlikdagi elektron zichligi xaritasi asosida o‘rganildi[9]. Kapsid spiralining ichida, yadroga yaqin joyda, 6395 ±10 nukleotidlardan tashkil topgan o‘ralgan RNK molekulasi joylashgan[10, 11].

ISSN 3030-3907

RNK molekulasini o‘rganishlar mobaynida tamaki mozaikasi virusi (TMV) va pomidor mozaikasi virusi(ToMV)da o‘xshash alomatlarga ega bo‘lgan ikkita juda chambarchas bog‘liq viruslar o‘rganildi. Pomidor o‘simliklarida paydo bo‘ladigan alomatlar virusning virulentligiga, ob-havo sharoitlariga, pomidor navlariga va o‘simliklarning yoshiga bog‘liq. O‘zgarishlar yozda, harorat yuqoriroq va yorug‘lik darajasi yetarli bo‘lganda yanada aniqroq bo‘ladi. O‘simliklar qarigan sari ular tiklanadiganga o‘xshaydi, ammo ular yuqtirilganligicha qoladi, natijada hosildorlik pasayadi[11]. Ba'zan nekroz virus shtammiga qarab nekrotik chiziqlar va dog‘lar, shuningdek, to‘qimalarning o‘limi sifatida namoyon bo‘lishi mumkin. 2-rasmda ToMV shtampi mevaning tashqi to‘qimalariga Zarar yetgizganini ko‘rishimiz mumkin. TMV va ToMV hasharotlar tomonidan yuqmaydigan bir nechta o‘simlik viruslaridan ikkitasidir. Boshqa ko‘plab o‘simlik viruslaridan farqli o‘laroq, TMV va ToMV o‘simlik qoldiqlarida 50 yilgacha va panjara yoki yog‘och qoziqlarda bir necha haftadan bir necha oygacha yashashi mumkin.



2-rasm. Pomidor mevalaridagi TMV belgilari

Pomidor barglari mozaik alomatlarni namoyon qiladi, ular xira och va to‘q yashil naqshdan tortib to‘q sariq va yashil naqshgacha bo‘lishi mumkin. Mozaik alomatlar o‘simlik turiga va haroratga bog‘liq. Yuqori haroratlarda alomatlar xiraroq bo‘ladi. Boshqa barglar belgilari orasida barglarning buzilishi (yelpilatuvchi shakli) va ba'zan barglarning jingalaklanishi kiradi[12].

Pomidor o‘simliklarida qarshilikni buzuvchi pomidor mozaikasi virusi (ToMV) keltirib chiqaradigan kasallik yorug‘lik chiqaradigan diodlar (LED) yordamida ultrabinafsha (UB)-B nurlanishi bilan bostirilishi mumkin. Bu kelajakda chuqur UB LEDlar yordamida o‘simlik virusli kasalliklarini boshqarish uchun yo‘l ochadi. Shuningdek, biz pomidor o‘simliklarida kasallikni samarali bostirish uchun optimal to‘lqin uzunligi va nurlanish ta'sirini ham yuqori darajada tekshirib o‘tadi. Pomidor o‘simliklarida kasallikni samarali bostirish uchun UB nurlanishining to‘lqin uzuliklarini sinovdan o‘tkazish lozim. Sinovdan o‘tgan

ISSN 3030-3907

to‘lqin uzunligi orasida 280-290 nm da UB nurlanishi ToMV ga nisbatan yuqori bostiruvchi ta'sir ko‘rsatishini va UB shikastlanishining past darajasiga olib kelishini tekshirib ko‘rish kerak bo‘ladi. UB nurga qo‘yishdan oldin ta'sir qilish virusli kasallikni bostirishda samarali bo‘lishini o‘rganish lozim, bu esa orttirilgan qarshilik UB nurlanishi natijasida paydo bo‘lganligini ko‘rsatadi. 280-290 nm to‘lqin uzunliklarida UB-B oqimi sezilarli UB shikastlanishisiz ToMV ni samarali natijasini tahlil qilib ko‘rish kerakligini bildiradi[13].

TADQIQOT TAHLILIDAN OLINGAN XULOSALAR

Tadqiqot tahlilidan olingan xulosalar shuni ko‘rsatdiki bu kasallikni davolash juda qiyin, ammo davolash rejasi mavjud. So‘nggi yillarda nanotexnologiya uchun mashhur bu tadqiqot murakkab mavzusiga aylandi, chunki aniq shakllangan, barqaror va zararsiz TMV zarralari o‘simliklarda ko‘payishi va ulardan katta miqdorda ajratib olinishi mumkin. Kasal o‘simliklar ozgina rang-baranglikni namoyon qiladi, bu kasallik rivojlanib borishi bilan tobora kuchayib boradi. O‘simliklar konussimon, yoqimsiz ko‘rinishga ega bo‘ladi; ular pakana, kalta poyali va burishgan bo‘ladi; yosh barglar burishib, kichrayib qoladi. O‘simlikning o‘zi mitti ko‘rinishga ega bo‘ladi. TMV termostabil virusdir. Quritilgan bargda u 30 daqiqa davomida 50 °C (120 daraja Farengeyt) gacha haroratga bardosh bera oladi. Tamaki mazaika virusiga (TMV) qarshi ultrabinafsha nurlar orqali ishlov berish bugungi ekologik inqiroz davrida qishloq xo‘jaligini saqlab qolishning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biridir. UB nurlari virusning RNK tuzilishini bevosita parchalasa, elektr impulslari uning fizik qobig‘ini buzadi. Bu kompleks yondashuv ekin yo‘qotishlarini (global miqyosdagi 40% lik zararni) sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi. Muxtasar qilib aytganda, virusli kasalliklarga fizik usullar bilan ishlov berish – oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash va tabiatni asrash o‘rtasidagi muvozanatni saqlaydigan "yashil" texnologiyadir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR VA INTERNET SAYTLARI

1. Н.Т.Тошпулатов., Э.О.Бозоров., А.Х.Вахобов. изучение воздействия высоковольтных электрических импульсных разрядов на вирус табачной мозаики (ВТМ). Узбекский журнал проблемы информатики и энергетики. №1, 2001 г
2. E. O. Bozorov, Nematodaga qarshi elektro impulsli ishlov berish. Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi, Toshkent (2019).
3. Н.Т. Тошпулатов, Э.О. Бозоров, Способ электроимпульсной обработки растений, Патент IAP 0429 02.04.2003.
4. Klug A (1999-yil mart). "Tamaki mozaikasi virusi zarrasi: tuzilishi va yig‘ilishi". London Qirollik Jamiyatining falsafiy ishlari. B seriyasi, Biologiya

ISSN 3030-3907

fanlari. 354 (1383): 531–5. doi: 10.1098 / rstb.1999.0404. PMC 1692534. PMID 10212932.
5. PDB: 1VTM ; Namba K, Stubbs G (1986-yil mart). "Tamaki mozaikasi virusining 3.6 A piksellar sonidagi tuzilishi: yig‘ish uchun oqibatlar". Science. 231 (4744): 1401–6. doi: 10.1126/science.3952490. PMID 3952490.
6. Goelet P, Lomonossoff GP, Butler PJ, Akam ME, Gait MJ, Karn J (1982-yil oktyabr). " Tamaki mozaikasi virusi RNKsining nukleotid ketma-ketligi" . Amerika Qo‘shma Shtatlari Fanlar Milliy akademiyasi materiallari . 79 (19): 5818–22 . Bibkod: 1982PNAS...79.5818G. doi: 10.1073/pnas.79.19.5818. PMC 347001. PMID 6964389.
7. "Ketma-ketlik: V01408.1" . Yevropa nukleotid arxivi . EMBL - EBI . 2020-yil 28-martda olingan . Nuklein kislota ketma-ketligini arxivlash uchun xalqaro markaziy sayt. Xalqaro fanda ma'lumotnoma standarti.
8. Klug A (1999-yil mart). "Tamaki mozaikasi virusi zarrasi: tuzilishi va yig‘ilishi". London Qirollik Jamiyatining falsafiy ishlari. B seriyasi, Biologiya fanlari . 354 (1383): 531–535 . doi : 10.1098 / rstb.1999.0404 . PMC 1692534. PMID 10212932.
9. Butler PJ (1999-yil mart). "Tamaki mozaikasi virusining o‘z-o‘zini yig‘ishi: o‘ziga xoslik va tezlikni yaratishda oraliq agregatning roli" . London Qirollik Jamiyatining falsafiy ishlari. B seriyasi, Biologiya fanlari . 354 (1383): 537–550 . doi: 10.1098/rstb.1999.0405 . PMC 1692540. PMID 10212933 .
10. https://www.fao.org/one-health/highlights/how-plant-diseases-threaten-global-food-security
11. https://en.wikipedia.org/wiki/Tobacco_mosaic_virus#:~:text=The%20TMV%20genome%20consists%20of,has%20a%20methylated%20nucleotide%20cap
12. https://www.dissercat.com/content/diagnostika-virusnykh-infektsii-na-primere-virusa-tabachnoi-mozaiki-s-pomoshchyu-lazernoi-sp
13. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24974946/

ISSN 3030-3907

THE ROLE OF AI IN TEACHING LANGUAGE: TRANSFORMING PEDAGOGY IN HIGHER EDUCATION

Ra'no Ibodulloevna Zaripova

Uzbekistan State University of World Languages PhD, Associate Professor of the Second Department of Applied English Sciences

E-mail: rano_zaripova2018@mail.ru

Annotation. The integration of Artificial Intelligence (AI) into language education represents a paradigm shift in pedagogical methodology. This paper investigates the role of AI-driven tools, including Large Language Models (LLMs) and adaptive learning platforms, in enhancing foreign language acquisition within higher education institutions. Unlike traditional standardized instruction, AI technologies offer hyper-personalized learning pathways, immediate feedback mechanisms, and immersive simulations that significantly improve student engagement and communicative competence. The study analyzes the transition of the educator's role from a primary source of information to a facilitator of digital learning. Furthermore, it addresses critical challenges such as academic integrity, the "hallucination" of AI models, and the digital divide. By reviewing current applications and theoretical frameworks, this research argues that a hybrid educational model—combining the efficiency of AI with human mentorship—is essential for developing the linguistic and digital skills required in the modern global economy.

Keywords: Artificial Intelligence, Language Pedagogy, Adaptive Learning, Higher Education, Teacher-Student Interaction.

Аннотация. Интеграция искусственного интеллекта (ИИ) в языковое образование знаменует собой смену парадигмы в педагогической методологии. В данной работе исследуется роль инструментов на базе ИИ, включая большие языковые модели (LLM) и платформы адаптивного обучения, в повышении эффективности освоения иностранных языков в высших учебных заведениях. В отличие от традиционного стандартизированного обучения, технологии ИИ предлагают глубоко персонализированные образовательные траектории, механизмы мгновенной обратной связи и иммерсивное моделирование ситуаций, что значительно повышает вовлеченность студентов и их коммуникативную компетентность. В исследовании анализируется трансформация роли преподавателя из основного источника информации в фасилитатора цифрового обучения. Кроме того, рассматриваются критические проблемы, такие как академическая честность, эффект «галлюцинаций» моделей ИИ и цифровое неравенство. На основе обзора современных практических приложений и

ISSN 3030-3907

теоретических основ в работе утверждается, что гибридная образовательная модель, сочетающая эффективность ИИ с наставничеством человека, является необходимой для развития лингвистических и цифровых навыков, востребованных в современной глобальной экономике.

Ключевые слова: искусственный интеллект, языковая педагогика, адаптивное обучение, высшее образование, взаимодействие учителя и ученика.

Annotatsiya. Sun’iy intellektning (SI) til ta’limiga integratsiya qilinishi pedagogik metodologiyada paradigmal o‘zgarishlarni ifodalaydi. Mazkur maqolada oliy ta’lim muassasalarida xorijiy tillarni o‘zlashtirish samaradorligini oshirishda SIga asoslangan vositalar, jumladan, Katta til modellari (LLMs) va adaptiv ta’lim platformalarining o‘rni tadqiq etiladi. An’anaviy standartlashtirilgan ta’limdan farqli o‘laroq, SI texnologiyalari chuqur individuallashtirilgan ta’lim trayektoriyalari, tezkor qayta aloqa mexanizmlari va talabalarning fanga qiziqishi hamda kommunikativ kompetensiyasini sezilarli darajada oshiruvchi immersiv simulyatsiyalarni taklif etadi. Tadqiqotda pedagog rolining asosiy axborot manbaidan raqamli ta’lim fasilitatoriga aylanish jarayoni tahlil qilinadi. Bundan tashqari, akademik halollik, SI modellaridagi “gallyutsinatsiya” effekti va raqamli tafovut kabi dolzarb muammolar ko‘rib chiqiladi. Mavjud amaliyotlar va nazariy asoslarni o‘rganish natijasida, ushbu tadqiqot SI samaradorligini inson murabbiyligi bilan birlashtirgan gibrid ta’lim modeli zamonaviy global iqtisodiyotda talab qilinadigan lingvistik va raqamli ko‘nikmalarni rivojlantirish uchun zarur ekanligini ilgari suradi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, til pedagogikasi, adaptiv ta’lim, oliy ta’lim, o‘qituvchi va talaba o‘zaro hamkorligi.

INTRODUCTION

The twenty-first century has witnessed an unprecedented acceleration in the integration of digital technologies into the educational sphere. Among these technological advancements, Artificial Intelligence (AI) has emerged not merely as a supplementary tool, but as a transformative force capable of reshaping the fundamental paradigms of pedagogy. In the context of foreign language education, where the nuances of communication, cultural context, and individual cognitive differences are paramount, the potential of AI is particularly profound. As higher education institutions worldwide strive to equip students with global communicative competence, the traditional “one-size-fits-all” model of instruction is increasingly proving insufficient to meet the diverse needs of modern learners.

For decades, language teaching has relied heavily on standardized curricula and linear progression models. While effective to a degree, these methods often fail

ISSN 3030-3907

to address the specific linguistic gaps, pacing requirements, and learning styles of individual students. The advent of AI-driven technologies—ranging from Large Language Models (LLMs) like ChatGPT to adaptive learning platforms such as Duolingo and specialized grammar correction tools—offers a solution to this historical challenge. These technologies promise a shift towards hyper-personalized education, where learning pathways are dynamically adjusted in real-time based on student performance.

However, the integration of AI into language classrooms is not without controversy. It raises significant questions regarding the role of the human educator. Is the teacher destined to become obsolete, or will their role evolve into that of a facilitator and mentor? Furthermore, the reliance on automated systems introduces complex ethical considerations concerning academic integrity, data privacy, and the potential loss of genuine human connection in the learning process.

This paper aims to critically examine the role of Artificial Intelligence in teaching foreign languages. It explores the efficacy of current AI tools in enhancing linguistic skills (reading, writing, listening, and speaking) and analyzes the shifting responsibilities of the educator in an AI-augmented classroom. By synthesizing recent theoretical frameworks with practical applications, this study argues that the most effective pedagogical approach is not the replacement of human teachers, but the adoption of a hybrid model. This model leverages the computational power of AI for routine practice and personalization while preserving the indispensable "human touch" required for cultural nuance and emotional intelligence in language acquisition.

LITERATURE REVIEW. The integration of technology into language learning is not a novel concept; however, the sophistication of the tools available has evolved drastically over the last few decades. To understand the current impact of Artificial Intelligence, it is necessary to situate it within the broader historical context of Computer-Assisted Language Learning (CALL) and Mobile-Assisted Language Learning (MALL).

From CALL to Intelligent Tutoring Systems Early iterations of CALL in the 1980s and 1990s were primarily behavioristic, focusing on drill-and-practice exercises. These systems provided immediate feedback on right or wrong answers but lacked the ability to understand context or generate novel language. As noted by Warschauer (1996), this phase was followed by integrative CALL, which utilized multimedia to provide more authentic learning environments. The emergence of Artificial Intelligence marked the transition to Intelligent CALL (ICALL). Unlike their predecessors, ICALL systems utilize Natural Language Processing (NLP) to analyze student input and provide corrective feedback that

ISSN 3030-3907

mimics a human tutor. Recent studies highlight that modern Intelligent Tutoring Systems (ITS) can adapt the difficulty of material to the learner's proficiency level, effectively keeping the student in what Vygotsky termed the "Zone of Proximal Development" (ZPD).

Generative AI and Large Language Models The release of Large Language Models (LLMs) such as GPT-3 and its successors has represented a quantum leap in educational technology. Unlike pre-programmed chatbots, these models can generate coherent, contextually appropriate text on virtually any topic. Research by Hockly (2023) suggests that generative AI can serve as a "conversational partner" available 24/7, lowering the affective filter—the anxiety associated with speaking a foreign language. By providing a low-stakes environment for practice, AI tools encourage risk-taking and experimentation with language forms, which are critical for acquisition.

Personalized Learning and Adaptive Algorithms Contemporary literature emphasizes the shift from teacher-centered to learner-centered approaches. Adaptive learning algorithms, employed by platforms like Duolingo or Babbel, analyze user data to identify patterns of error and retention rates. This data-driven approach allows for "spaced repetition" customization, ensuring that vocabulary and grammar rules are reviewed at optimal intervals. However, critics argue that while these tools are effective for vocabulary retention, they often lack the pedagogical depth required for mastering complex pragmatic competence (Kukulska-Hulme, 2019). This gap highlights the necessity of investigating how AI can be integrated into a holistic curriculum rather than serving merely as a supplementary drill tool.

METHODOLOGY. This research adopts a qualitative, descriptive research design to evaluate the efficacy and impact of Artificial Intelligence in foreign language education. The study is grounded in a comparative analysis framework, juxtaposing traditional pedagogical methods with AI-enhanced learning strategies.

Research Design and Approach The primary objective of this study is to explore the functional capabilities of AI tools in an educational setting. To achieve this, a thematic analysis approach was utilized. The research examines current pedagogical theories—specifically Constructivism and Connectivism—and tests their applicability in the context of AI-driven instruction. The study does not rely on a single empirical experiment but rather synthesizes data from technical analysis of available software, case studies of institutional implementation, and a review of contemporary educational literature.

Selection of AI Tools To provide a comprehensive overview, the study selected three distinct categories of AI technologies for analysis:

ISSN 3030-3907

1. Generative AI & LLMs: Specifically focusing on OpenAI's ChatGPT (GPT-4) and Google Gemini, analyzing their ability to generate dialogue, correct grammar, and explain complex linguistic nuances.

2. Adaptive Learning Platforms: Examining applications such as Duolingo and ELSA Speak, which utilize machine learning algorithms to personalize curriculum pacing and pronunciation correction.

3. Translation and Writing Assistants: Analyzing tools like DeepL and Grammarly to assess their role in supporting writing skills and reading comprehension.

Data Analysis Procedure The selected tools were evaluated based on three key pedagogical criteria:

- **Interactivity:** The capacity of the tool to engage the learner in active communication.
- **Feedback Accuracy:** The precision and relevance of the corrective feedback provided to the user.
- **Adaptability:** The system's ability to adjust content based on the learner's proficiency level. By benchmarking these capabilities against standard language acquisition milestones (CEFR levels), this methodology allows for an objective assessment of how AI tools function as supplementary educational resources.

AI TOOLS IN LANGUAGE LEARNING: PRACTICAL APPLICATIONS. The practical application of AI in language education can be categorized into three primary domains: conversational practice through Large Language Models (LLMs), structural reinforcement through adaptive platforms, and phonological correction through Automated Speech Recognition (ASR).

Large Language Models and Communicative Competence Generative AI models, such as ChatGPT and Google Gemini, have revolutionized the development of productive skills (speaking and writing). Unlike static exercises, these models act as intelligent interlocutors capable of sustaining complex dialogues.

- **Writing Assistance:** AI tools go beyond simple spell-checking (as seen in earlier iterations like MS Word) to offer semantic analysis. They can suggest improvements in tone, cohesion, and vocabulary variety, effectively teaching students about language while they write.
- **Conversational Practice:** LLMs provide a low-anxiety environment for students to practice conversation. For introverted learners who may fear public speaking in class, interacting with an AI bot reduces the "affective filter," allowing them to experiment with sentence structures without the fear of social embarrassment.

ISSN 3030-3907

Adaptive Learning Systems for Grammar and Vocabulary Platforms such as Duolingo and Memrise utilize machine learning algorithms to implement "Spaced Repetition Systems" (SRS). These systems track the "forgetting curve" of each individual student.

•**Personalized Pacing:** If a student struggles with a specific grammatical concept (e.g., past irregular verbs), the AI ensures this content reappears more frequently in future lessons until mastery is achieved. This stands in stark contrast to the traditional classroom model, where the teacher must move on to the next topic regardless of individual retention rates.

Automated Speech Recognition (ASR) for Pronunciation Developing accurate pronunciation is often one of the most challenging aspects of language learning due to the lack of immediate, precise feedback in large classes. AI-driven applications like ELSA Speak use advanced ASR to analyze a learner's speech at the phoneme level. These tools compare the student's voice waves against a database of native speaker audio, providing visual and auditory feedback on specific errors (e.g., intonation, stress, or specific vowel sounds). This allows for "micro-correction" that is physically impossible for a human teacher to provide to 30 students simultaneously.

LIST OF USED LITERATURE:

1. Bozkurt, A., & Sharma, R. C. (2023). Generative AI and the future of education: A critical review of the ethical, pedagogical, and social implications. Asian Journal of Distance Education, 18(1), 57–89.
2. Council of Europe. (2020). Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment – Companion volume. Council of Europe Publishing.
3. Hockly, N. (2023). Artificial Intelligence in English Language Teaching: The Good, the Bad and the Ugly. Relc Journal, 54(2), 265–271.
4. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
5. Kukulska-Hulme, A. (2019). Mobile language learning innovation from the perspective of mobile pedagogical frameworks. Journal of China Computer-Assisted Language Learning, 1(1), 1–18.
6. OpenAI. (2023). GPT-4 Technical Report. arXiv preprint arXiv:2303.08774.
7. Pokrivcakova, S. (2019). Preparing teachers for the application of AI-powered technologies in foreign language education. Journal of Language and Cultural Education, 7(3), 135–153.

ISSN 3030-3907

8. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.
9. Warschauer, M. (1996). Computer-assisted language learning: An introduction. In S. Fotos (Ed.), Multimedia language teaching (pp. 3–20). Tokyo: Logos International.
10. Yang, X., & Cheng, X. (2024). The impact of ChatGPT on foreign language teaching and learning: A review. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 21(1), 12–25.

ISSN 3030-3907

UDK 67.08:347.218.1

PLASTIFIKATSIYALANMAGAN TURLI POLIURETAN NAMUNALARINING MEXANIK XOSSALARINI HARORATGA BOG‘LIQLIGINI TERMOMEXANIK USUL ORQALI TADQIQ QILISH

Muxiddinov B.F.
Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Shodiyev A.F.
Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
E-mail: shodiyevasliddin22@gmail.com
Shokirov R.Q.
Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Ibodullayeva D.I.
Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Pardaboyeva S.N.
Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Baxtiyorova D.O.
Navoiy Davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada MDI (metilendifenil diizosiyanat) asosidagi toza, chiqindi, hamda poliuretan chiqindilarini 4,4-metilendifenildiizosionat yordamida qayta ishlash orqali olingan namunalarning mexanik xossalarini haroratga bog‘liqligi termomexanik usul orqali o‘rganildi. Ishning asosiy maqsadi – qayta ishlangan poliuretan namunasining termomexanik xususiyatlarini toza va chiqindi poliuretan namunalariga nisbatan o‘zgarishini o‘rganishdan iborat. Shuningdek, tayyorlangan namunalarning yumshash, yuqori elastik holatga o‘tishi, deformatsiyaga chidamliligi va ularning haroratga bog‘liq ravishda o‘zgarish dinamikasi termomexanik analiz usuli bilan tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, harorat oshishi bilan materialning mexanik xossalari o‘zgaradi, bu esa uning amaliy qo‘llanilishida muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari, poliuretan materiallarining muhandislik va sanoat sohalarida yanada samarali foydalanish imkoniyatlarini ochib beradi, poliuretan chiqindilarini qayta ishlash ularning ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali qayta ishlash usuli sifatida qo‘llash mumkinligi o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: spektral tahlil, funksional guruhlar, deformatsiy, destruksiya, termomexanik, harorat, poliuretan, modifikatsiya, yutilish sohasi, qovushqoqlig, struktura.

Аннотация. В данной статье были проанализированы образцы, полученные при переработке отходов полиуретана на основе МДИ (метилендифенил диизоцианата). Основной целью работы является изучение физико-

ISSN 3030-3907

химических и термомеханических свойств вторичных полиуретановых материалов. Наличие функциональных групп в образцах и их структурные изменения анализировали с помощью ИК-спектроскопии. Также методом термомеханического анализа исследованы деформационная стойкость полученных образцов и динамика их изменения в зависимости от температуры. Полученные результаты были использованы для исследования практического потенциала вторичной переработки полиуретановых отходов, а также их потенциального использования в качестве экологически и экономически эффективного метода переработки.

Ключевые слова: спектральный анализ, функциональные группы, деформация, разрушение, термомеханика, температура, полиуретан, модификация, поле поглощения, вязкость, структура.

Abstract. This article analyzes samples obtained from the recycling of polyurethane waste based on MDI (methylene diphenyl diisocyanate). The primary objective of the work is to study the physicochemical and thermomechanical properties of secondary polyurethane materials. The presence of functional groups in the samples and their structural changes were analyzed using IR spectroscopy. Furthermore, the deformation resistance of the obtained samples and the dynamics of their changes as a function of temperature were investigated using thermomechanical analysis. The results obtained were utilized to study the practical potential of polyurethane waste recycling, as well as its potential application as an environmentally and economically efficient recycling method.

Keywords: spectral analysis, functional groups, deformation, fracture, thermomechanics, temperature, polyurethane, modification, absorption field, viscosity, structure.

KIRISH.

Bugungi kunda modifikatsiyalangan polimerlarning yuqori yopishqoqligi, mustahkamligi va korroziyaga chidamli xususiyatlari tufayli ular samolyotsozlik, raketa muhandisligi, kemasozlik, mashinasozlik, qurilish va dunyoning boshqa sohalarida keng qo‘llaniladi. Ushbu yo‘nalishdagi eng muhim vazifalardan biri poliuretan asosli polimer materiallari va ulardan tayyorlangan mahsulotlarning fizik, mexanik va ekspluatatsion xususiyatlarini sezilarli darajada oshirish, shu bilan birga chidamlilikni saqlash va turli maqsadlar uchun ishlab chiqarilgan mahsulotlarni ko‘paytirish, shu jumladan qurilish sanoatida asboblar va qoliplarni shakllantirishni o‘z ichiga oladi. Sanoatda polimer materiallari va ular asosidagi butlovchi qismlarini fizik-kimyoviy usullar bilan qayta ishlash bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda, ularning samaradorligi va ishlash qobiliyatini oshirish maqsadida ulardan tayyorlangan sanoat namunalari, konstruksiyalari, turli sohalarda shu

ISSN 3030-3907

jumladan rezina texnik buyumlari ishlab chiqarishda, asbobsozlikda va temir-beton konstruksiyalari bo‘lgan mahsulotlarini ishlab chiqarishda qo‘llaniladi[1,2]. Ushbu xususiyatlardan foydalangan xolatda poliuretan polimerlarning fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilash bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazish, muhim ahamiyatga ega ulardan tayyorlangan turli xil mahsulotlarning, shu jumladan temir-beton va turli maqsadlar uchun boshqa mahsulotlarni ishlab chiqarish uchun asbob-uskunalar va qoliplarning ishlashi va chidamliligini oshirishga imkon beradi[3-5]. Respublikamizda import polimerlarni qayta ishlash orqali maxalliylashtirish hamda ushbu materiallarni turli soxalarda xususan mashinasozlik, metallurgiya, qurilish sanoati va boshqa ko‘plab sohalarda qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar olib borilmoqda. Yangi O‘zbekistonni yanada rivojlantirish strategiyasida muhim vazifalar belgilangan. Jumladan “Sanoatni yangi sifat darajasiga ko‘tarish, mahalliy xom ashyoni chuqur qayta ishlash, tayyor mahsulot ishlab chiqarishni tezlashtirish, yangi turdagi mahsulotlar va texnologiyalarni o‘zlashtirish” kabi muhim vazifalar belgilab olingan[6]. Shu maqsadda Navoiy kon metallurgiya kombinati AJda 2010 yildan buyon butlovchi qismlar sifatida foydalanilgan poliuretan asosli sanoat namunalarining yaroqsiz xolatga kelishi bilan hosil bo‘lgan 500 tonnadan ortiq poliuretan chiqindilarini fizik-kimyoviy qayta ishalsh orqali yangi turdagi namunalar olishning ilmiy asoslarini yaratishdan iborat[7,8].

TADQIQOT OB’EKTLARI VA USULLARI. Ilmiy tadqiqot olib borishda quyidagi metodlardan foydalanildi: ГОСТР 56723— 2015 Polimerlarga taalluqli bo‘lib, doimiy yoki davriy ravishda qo‘yiladigan yuklama ostida olingan termomexanik egri chiziqlar bo‘yicha harorat xarakteristikalarini aniqlash uchun qo‘llaniladi,

Ilmiy tadqiqot olib borishda quyidagi moddalardan foydalanildi: 4,4-metilendifenildiizotsianat (GOST 12.1.007-76), zichligi 20^0C da - 1,113 g/sm^3, nur sindirish ko‘rsatgichi -1,4315, qaynash xarorati 197,3^0C ni tashkil qiladi. Poliuretan, zichligi 20^0C da-1,250 g/sm^3, qaynash harorati 200-250^{o}C ni tashkil qiladi.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI. Hozirgi kunda dunyo miqyosida chiqindisiz texnologiyalar yaratish dolzarb hisoblanib kelinmoqda. Bu ishlab chiqarish sohalari O‘zbekistonda ham keng miqyosida amalga oshirilmoqda. Navoiy mashinasozlik zavodi ishlab chiqarish birlashmasida foydalaniladigan poliuretan chiqindilarini qayta ishlab metaldan tayyorlangan panel elaklarini ustiga qoplama sifatida foydalanilmoqda[9]. Ishlatilish jarayonida qoplama sirtida mexanik destruksiya sodir bo‘ladi. Poliuretan materialini sintez qilish jarayoni quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Toza, chiqindi poliuretan materialining tarkibiy qismlari

№	Dastlabki moddalar nomi	Og‘irlik qism,gr	Degazatsiya jarayonidagi harorat, ºC	Kristallanish harorati, ºC	Kristallanish vaqti, soat
1	Desmodur MS	100	90	110	24
2	Desmophen	50	75		
3	Baytec XLB	4,8	25		

Yuqoridagi jadvalda toza, chiqindi poliuretan namunalarining tarkibiy qismi keltirilgan.

Umumiy massasi 80gr bo‘lgan chiqindi poliuretan namunasi olinib 110-120ºC harorta ostida suyuqlantirilib chiqindi massasiga nisbatan 20gr bog‘lovchi (4,4-metilendifenildiizosionat) kiritildi gomogen holatga keltirilib namuna tayyorlandi, na’munaning tarkibiy qismi va tayyorlash jarayoni 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Qayta ishlangan poliuretan namunasining tarkibiy qismi

№	Poliuretan chiqindisi, gr	Bog‘lovchi, gr	Kristallanish harorati, ºC	Kristallanish vaqti, soat
1	80	20	110	24

Poliuretan namunalarining deformatsiya xususiyatlarini haroratga bog‘liqligi 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

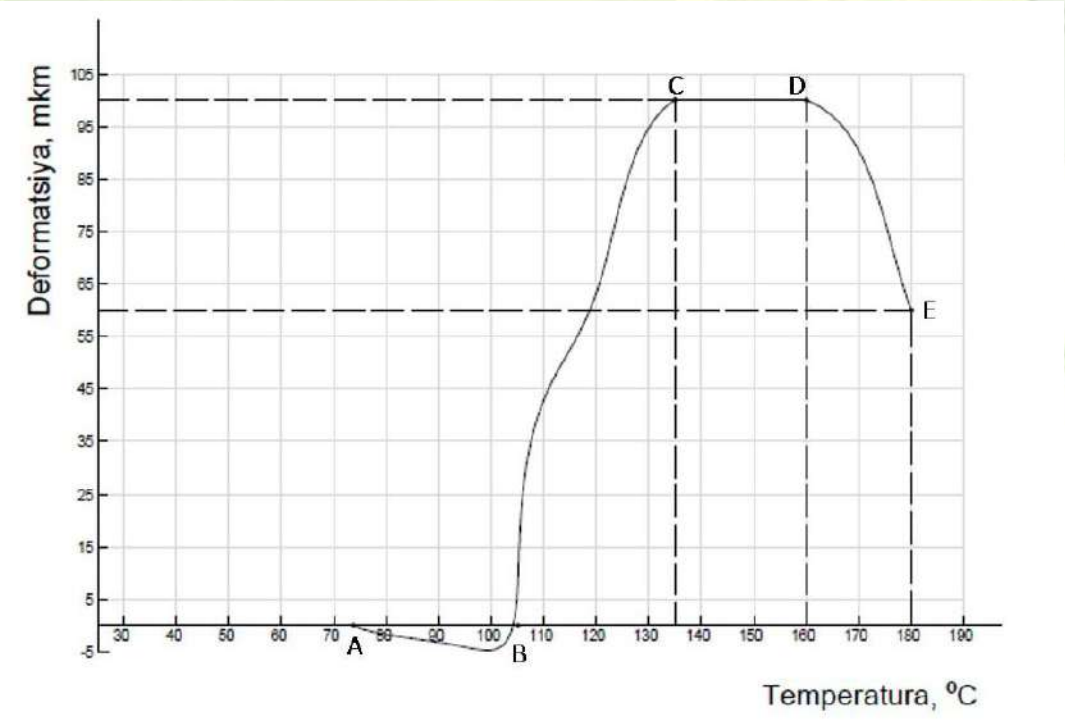
Poliuretan namunasining termomexanik parametrlari

№	Termomexanik parametrlar nomlari	O‘tish haroratlari, ºC		
		PU-1	PU-2	PU-3
1	Yumshatish harorati	73	68	76
2	Yuqori elastik holatga o‘tish harorati	135	123	143
3	Yuqori elastik holati harorat diapazoni	135-160	123-147	143-172
4	Deformatsiyaning inversiyasini boshlash harorati	160	147	172
5	Deformatsiya inversiyasining oxirgi harorati	180	165	193

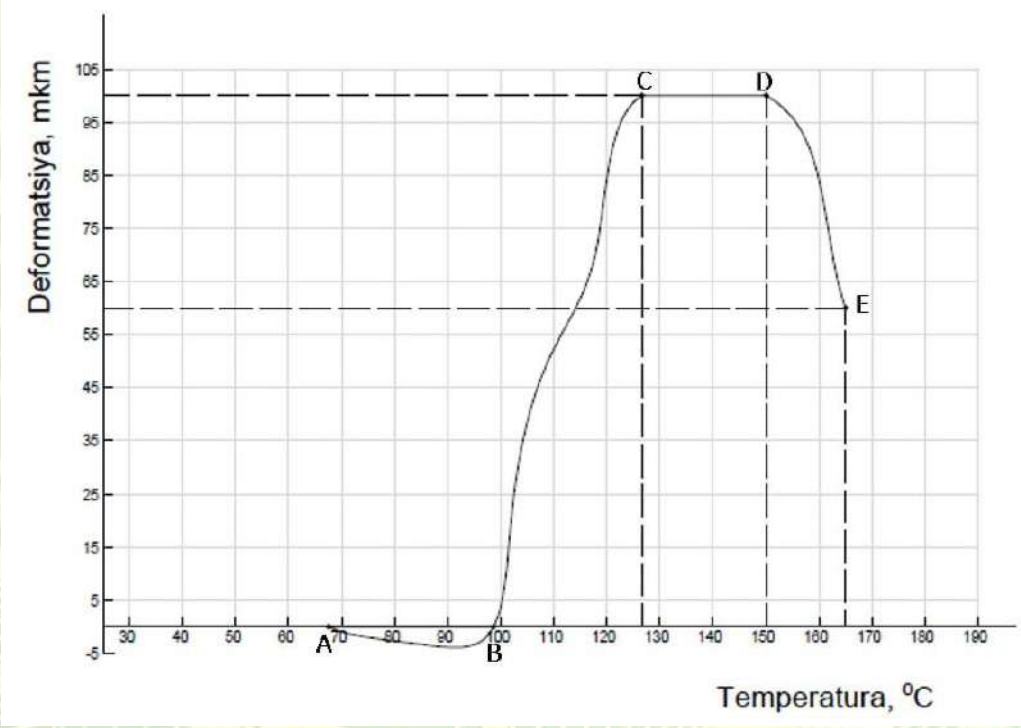
Izoh: bu yerda PU-1 toza, PU-2 chiqindi, PU-3 qayta ishlangan poliuretan na’munalari

ISSN 3030-3907

Poliuretan namunasining turli harorat ta’sirida bir holatdan ikkinchi holatga o‘tish oralig‘lari termomexanik usul bilan aniqlandi[10-12]. Olingan qiymatlar yordamida quyidagi deformatsiyaning haroratga bog‘liqlik egri chizig‘i chizildi.

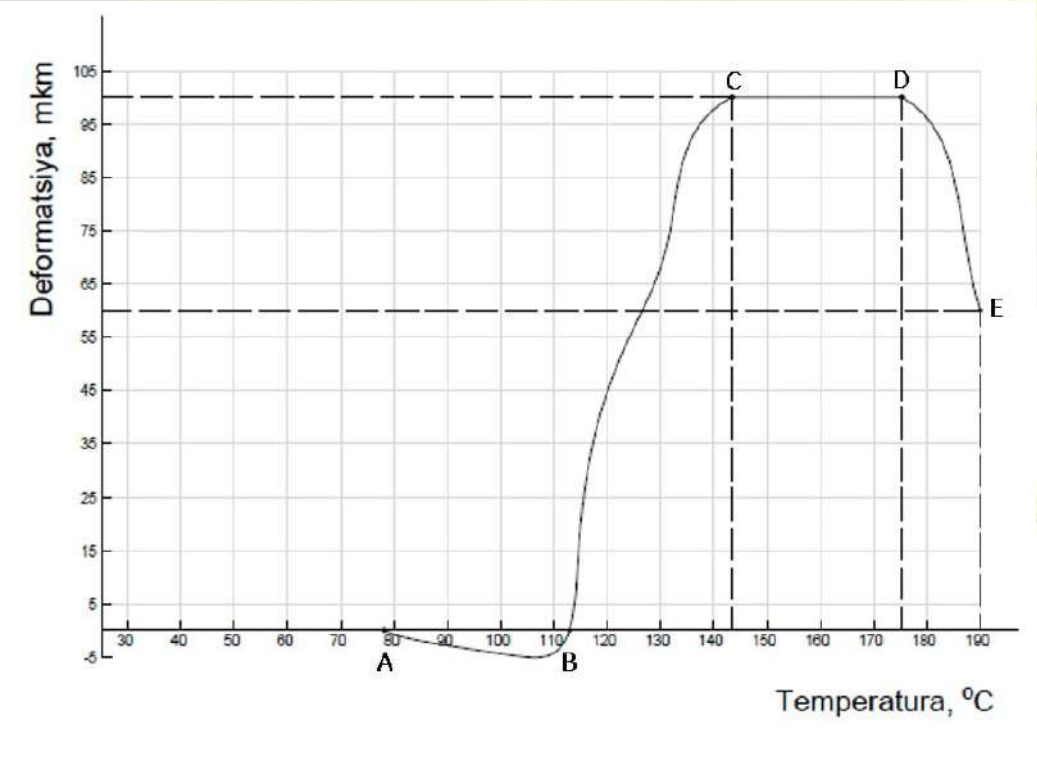


1-asm: Toza poliuretan namunasining termomexanik egri chizig‘i



2-rasm: Chiqindi poliuretan namunasining termomexanik egri chizig‘i

ISSN 3030-3907



3-asm: Plastifikatsiyalangan poliuretan namunasining termomexanik egri chizig‘i

Yuqoridagi rasmlarda uch xil poliuretan namunasi (PU-1, PU-2, PU-3)ning termomekanik xossalari keltirilgan bo‘lib, bir-biridan sezilarli darajada farq qiladi: PU-1 namunasida yumshash harorati 73°C va deformatsiyaning yakuniy harorati (inversiya) 180°C ni tashkil etadi. PU-2 namunasi esa boshqalariga qaraganda pastroq haroratlarda o‘zgarishga uchradi yumshatish harorati 68°C, yakuniy nuqtasi 165°C. PU-3 namunasi eng yuqori issiqlik chidamlilikga ega bo‘lib uning yumshash harorati 76°C va deformatsiyaning yakuniy harorati (inversiya) 193°C ni tashkil etishi aniqlandi.

XULOSA

Olib borilgan tadqiqot usullaridan olingan ilmiy natijalarga asoslanib shunday xulosa qilishimiz mumkin namunalarda mos ravishda 74-103, 68-98, 78-112ºC larda termomexanik egri chizig‘i deformatsiyaning [0] nuqtasidan pastda joylashganligi ushbu polimerni termoreaktiv ekanligini ko‘rsatadi. Toza, chiqindi, qayta ishlangan poliuretan namunalarida haroratga bog‘liq ravishda yumshash harorati 73-78°C, yuqori elastik holatiga o‘tish harorati 135-143ºC, yuqori elastik holat harorat diapazoni 160-172ºC, deformatsiya inversiyasining oxirgi harorati 180-193ºC ekanligi hamda nanumalarda deformatsiyaning inversiya qiymati 25, 24, 29 mkm ni tashkil qilishi aniqlandi. Namuna deformatsiya inversiyasi PU-1da 135-160ºC, PU-2da 123-147ºC, PU-3da 143-172ºC harorat oraliqlarida sodir bo‘lishi kuzatildi. Barcha namunalar uchun ma’lum bir harorat oralig‘ida yuqori

ISSN 3030-3907

elastiklik holati aniqlandi. PU-3ni qayta ishlash jarayonida 4,4-metilendifenildiizosionat oligamerini jarayoniga kiritish orqali yagi funksional bog‘lar tikilishi aniqlandi. Yangi hosil bo‘lgan bog‘larni harorat ta’sirida termikdestruksiyaga uchrashida toza va chiqindi namuanasiga qaraganda qayta ishlangan poliuretan namunasiga ko‘proq harorat sarf bo‘lishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. В.Трусов, В.Останина, И.Швейкин, Вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика //вестник пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика Учредители: Пермский национальный исследовательский политехнический университет. – №. 1. – С. 123-155.
2. Аржаков М. Релаксационные явления в полимерах. – ЛитРес, 2018.
3. Новаков И. А., Ваниев М. А., Медведев Г. В. Функциональные полиуретановые материалы с улучшенными динамическими и низкотемпературными свойствами //ББК 24.7 Б48. – 2017. – С. 90.
4. Lavrov N. A., Kiyomov S. N., Kryzhanovsky V. K. Properties of filled epoxy polymers //Plasticheskie massy. – 2019. – №. 1-2. – С. 37-39.
5. А.Ф. Шодиев, докторант; Б.Ф. Мухиддинов, проф.;Х.М. Вапоев, проф.; Б.Е. Юсупов, зам. гл. инженера;Ф.Ж. Оликулов, ассист. (НМЗ НГМК, г. Навои, Узбекистан) устройство для переработки отходов полиуретана Белорусский государственный технологический университет 31 января 12 февраля 2022 года с.167-169
6. Конова Е. М. Структура и свойства политетрафторэтилена, облученного выше температуры плавления кристаллической фазы : дис. – Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Москва-2013, 2014.
7. M. Lonescu. Химия и технология полиолов для полиуретанов [Chemistry and technology of polyols for polyurethanes]. Lonescu.- Rapra technology, M - 2005. p. 586.
8. Джалилов А. Т., Киёмов Ш. Н. Уретан-эпоксидные термореактивные полимерные системы в качестве антифрикционного материала //Булатовские чтения. – 2020. – Т. 5. – С. 76-78.
9. Shodiyev A., Mukhiddinov B., Kiyomov S. EFFECT OF CHANGE OF POLYETHROPOLIOL AMOUNT ON THE PHYSICAL-MECHANICAL PROPERTIES OF THERMOREACTIVE POLYURETHANE // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 10(103). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/ 14396 (дата обращения: 28.11.2022).

ISSN 3030-3907

10. Umarov A. V., Muxamedov G. I., Quchqorov X. O. Polimerli kompozit materiallar fizikasi //O ‘quv qo ‘llanma.“Namangan” nashriyoti. Namangan. – 2017.
11. Потекаев А. И. и др. Исследование механических свойств резистивного материала на основе углероднаполненного полиуретана. – 2016.
12. Словиков С. В. Совершенствование экспериментального метода исследования диссипативных и прочностных свойств полиуретана //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Механика. – 2013. – №. 2. – С. 145-153.

ISSN 3030-3907

УДК 637.523:663.031.1

ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НАТУРАЛЬНОГО МЯСНОГО ПОЛУФАБРИКАТА ФЕРМЕНТИРОВАННОГО ЛАНГЕТА

Файзиев А.А.
Бухарский государственный технический университет
Ахмедов В.Н.
Бухарский государственный технический университет
Файзиева Ф.А.
Бухарский государственный университет

Аннотация. Ферменты (от лат. «fermentum» — брожение, закваска), энзимы, специфические белки, увеличивающие скорость протекания химических реакций в клетках всех живых организмов. Каждый вид ферментов катализирует превращение определенных веществ (субстратов), иногда лишь единственного вещества в единственном направлении. Поэтому многочисленные биохимические реакции в клетках осуществляет огромное число различных ферментов. Ферментные препараты позволяют значительно ускорять технологические процессы, увеличивать выход готовой продукции, повышать ее качество, экономить сырье и улучшать его возможности в получении пищи, обеспечивать природоохранные мероприятия и биологическую безопасность производств.

Ключевые слова. Энзимы – ферментные препараты, биохимические реакции, мясо говяжье, тазобедреная часть туши, ферментированная натуральная мясная полуфабрикат, гистология, технологическая схема, выход продукции.

Abstract. Enzymes (from lat. "Fermentum" - fermentation, leaven), enzymes, specific proteins that increase the rate of chemical reactions in the cells of all living organisms. Each type of enzyme catalyzes the conversion of certain substances (substrates), sometimes only a single substance in a single direction. Therefore, numerous biochemical reactions in cells are carried out by a huge number of different enzymes. Enzyme preparations can significantly accelerate technological processes, increase the yield of finished products, improve its quality, save raw materials and improve its ability to receive food, ensure environmental protection measures and biological safety of production.

Keywords. Enzymes - enzyme preparations, biochemical reactions, beef meat, hip part of carcass, fermented natural meat semi-finished product, histology, technological scheme, product yield.

Annotatsiya. Fermentlar (lat. "fermentum" fermentatsiya, boshlang‘ich), fermentlar, barcha tirik organizmlar hujayralarida kimyoviy reaktsiyalar tezligini

ISSN 3030-3907

oshiradigan o‘ziga xos oqsillar.ulosa. Fermentlar (lat. "fermentum" fermentatsiya, boshlang‘ich) fermentlar, barcha tirik organizmlar hujayralarida kimyoviy reaktsiyalar tezligini oshiradigan o‘ziga xos oqsillar. Fermentlarning har bir turi ma'lum moddalarning (substratlarning), ba'zan faqat bitta moddaning yagona yo‘nalishda o‘zgarishini katalizlaydi. Shuning uchun hujayralardagi ko‘plab biokimyoviy reaktsiyalar juda ko‘p turli xil fermentlar tomonidan amalga oshiriladi. Ferment preparatlari texnologik jarayonlarni sezilarli darajada tezlashtirishga, tayyor mahsulot ishlab chiqarishni ko‘paytirishga, uning sifatini oshirishga, xom ashyoni tejashga va oziq-ovqat olish imkoniyatlarini yaxshilashga, atrof-muhitni muhofaza qilish choralarini va ishlab chiqarishlarning biologik xavfsizligini ta'minlashga imkon beradi.

Kalit so‘zlar. Fermentlar-ferment preparatlari, biokimyoviy reaktsiyalar, mol go‘shti, tana go‘shtining son qismi, fermentlangan tabiiy go‘sht yarim tayyor mahsuloti, gistologiya, texnologik sxema, ishlab chiqarish.

ВВЕДЕНИЕ.

Применение ферментов при переработке мяса основано на ферментативном гидролизе белков, в результате чего изменяется структура мышечных волокон, улучшаются вкусовые и органолептические показатели готового продукта [1].

Многие специалисты считают, что обработка мышечной ткани протеолитическими ферментами значительно ускоряет процесс естественного созревания мяса и субпродуктов II категории, даёт возможность увеличить выход порционных и мелкокусковых полуфабрикатов (бифштексов, лангетов, антрекотов и др.) на 30 – 50 %. Их перевариваемость возрастает при этом на 20%, тепловой обработки сокрашается на 30%, улучшаются вкусовые качества и аромат. Себестоимость полуфабрикатов уменшалось приблизительно на 30%. Ферменты, частично гидролизуя белки, способствует растворимости белков актомиозиного комплекса, их расщеплению до свободных аминокислот, повышению гидротации белковой молекулы, увеличения содержания связанной воды в мясе при посоле [2.3].

Кроме того внесение ферментных добавок при посоле мяса улучшают консистенцию готового продукта, облегчает атакуемость белков ферментами желудочно – кишечного тракта.

Для мягчения мяса могут быть использованы ферменты растительного, животного и микробного происхождения.

Наиболее дешевый и доступный источник протеолитических ферментов различные штаммы микроорганизмов [4].

ISSN 3030-3907

Характеристика продукции, сырья и полуфабрикатов. Ферментные препараты представляют собой концентраты ферментов, полученные с помощью микроорганизмов, содержащие в своем составе наряду с ферментами балластные вещества. Ферментные препараты применяют в пищевых производствах как катализаторы соответствующих биохимических процессов [5].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ. По технологии приготовления натуральных мясных полуфабрикатов используется говяжье мясо из мягкого частей туши. Мякотные полуфабрикаты нарезают из оставшегося после нарезания порционных полуфабрикатов сырья, а также из крупнокусковых полуфабрикатов повышенной жесткости, не используемых для изготовления порционных полуфабрикатов (лопаточной и подлопаточной частей и покромки от говядины I категории). Мясо костные мелкокусковые полуфабрикаты вырабатывают из шейных, грудных, реберных, поясничных, тазовых, крестцовых, хвостовых костей, грудинки (включая ребра) с определенным содержанием мякоти, полученных от комбинированной обвалки говядины.

Нами был использован для приготовления мясных натуральных полуфабрикат лангет, из жесткий части туши говяжьего мясо тазобедренная части боковые и наружные куски, который по технологии приготовления не используется. Этот часть туши мясо очень жесткие на фото 1 изобрежено боковые и наружные куски мясо.



Фото 1. Говяжье мясо тазобедреная часть туши боковые и наружные куски.

С целью изучения скорости поглощения мясом (рассасывания) раствора, охлажденный говяжье мясо тазобедреная часть туши боковые и наружные куски шприцевали растворами, как контрольные часть 2% NaCI и опытные 0,01% и 0,5% протеолитического ферментным препаратом микробного происхождения протосубтилин Г10х раствором количестве 5%

ISSN 3030-3907

к весу мясо. На фото 2 изобрежено протеолитический ферментный препарат микробного происхождения протосубтилин Г10х.



Фото 2. Протеолитический ферментный препарат микробного происхождения протосубтилин Г10х.

Для искусственного созревания мяса при помощи препаратов протеолитических ферментов микробного происхождения на сегоднейшей день является актуальной [6].

Из этих кусков мясо приготовили натуральный лангет по технологии приготовления. Лангет нарезают под углом 40–45° из тонкой части вырезки толщиной 1–1,5 см, слегка отбивают, используют по два куска на порцию по 80 граммов или один куска мясо по 125 грамм. На фото 3 изобрежено мясной натуральный полуфабрикат лангет.

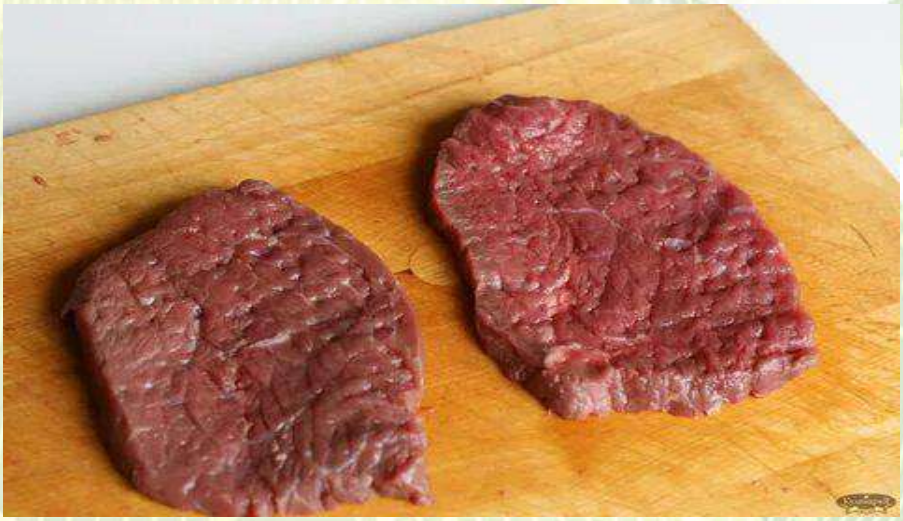


Фото 3. Натуральный мясной полуфабрикат лангет.

Протеолитический ферментный препарат микробного происхождения протосубтилин Г10х желто-серого цвета, протеолитический активность фермента 70 ед/г. Готовили 0,01% концентрации протосубтилин Г10х, содержащего 2 % поваренной соли, затем с этим ферментным раствором методом щпрецованием вводили на мясо говяжье тазобедренная части

ISSN 3030-3907

боковые-наружные куски в 5% к массе мясо. Мясные куски выдержали на 1 час, при температуре 38^0 - 40^0 С, произвели ферментация мясо [7].

После ферментации мясо хранили в холодильнике при температуре 4^0 С на 1 и 2 сутки. Контрольные образцы мясо тоже хранили в холодильники при температуре 4^0 С.

Научно обоснованы и разработаны технологическая схемы производства мясных полуфабрикатов лангет из говядины тазобедренная часть туши боковые – наружные куски ферментированного сырья, что позволяет улучшить качества-расширить ассортимент и увеличить объем выпуска мясных полуфабрикатов лангета. Определены нормативные выхода, режим тепловой обработки и сроки хранения ферментированных изделий.

Результаты работы внедрены на производства. Выработанные мясные натуральные полуфабрикаты лангет получили высокую оценку дегустационных комиссий. На производству по выпуску мясных натуральных мясных полуфабрикатов лангет ферментированную дал большой экономический эффект.

В организации эксперимента, объекты и методы исследований представлена схема эксперимента, дана краткая характеристика объектов исследований, обоснован выбор изученных показателей и параметров, изложены методы их определения.

Для искусственного созревания мяса при помощи препаратов протеолитических ферментов микробного происхождения на сегодня является актуальной.

Под воздействием ферментных препаратов в два три раза ускоряются процессы, обусловливающие нежность, сочность, вкус и аромат мяса [8]

Для повышения нежности мяса пригодны такие препараты ферментов, при воздействии которых не снижается пищевая ценность мяса и в нем не расщепляются аминокислоты, а происходят некоторые структурные изменения белков, как при естественном созревании мяса.

Для искусственного размягчения мяса жестких частей туши могут быть использованы протеолитические ферменты микробного, происхождения, что позволяет увеличить выход мяса с говяжьей туш для изготовления натуральных полуфабрикатов до 25 - 27 %.

Из ферментированных и контрольных мясо приготовили мясные натуральные полуфабрикаты лангет.Через каждые суток из холодильника брали соответствующие образцы (ферментированные и контрольные), готовили порционные полуфабрикаты, лангеты (в соответствии о принятой технологической инструкцией) и жарили на растительной масли при

ISSN 3030-3907

температуре 155 – 180^0 С (количество масла 5 – 10% от массы полуфабрикатов).



Для готовых продуктов определяли выход и делали органолептическую оценку представлено в таблице 1.

Таблица 1

Выход натурального полуфабриката лангета после тепловой обработки

Полуфабрикат	Контрольный, 2% NaCI, выход	Опытный, 0,01% концентрации фермента, выход	Опытный, 0,5% концентрации фермента, выход
Лангет	63,3	67,9	70,6

ISSN 3030-3907

Установлено, что во второй сутки хранения при 0,01% - ной концентрации фермента выход лангетов составил соответственно,. 67,9, а при 0,5% -ной концентрации фермента соответственно 70,8: Для сравнения выход натуральных полуфабрикатов из вырезки не менее 63,3% т.е.

На основании полученных данных можно сделать вывод, что увеличение концентрации с 0,01% до 0,5% не оказывает влияния на повышении выходов готовых продуктов, в то же время увеличение продолжительности выдержки позволяет значительно повысить этот показатель. При 0,5% концентрации фермента мясо изменяет свою структуры, мясо становится как, разрыхленным. Эти результаты согласуется с данными учёнами.

Контрольные образцы полуфабрикатов лангета после тепловой обработки дали процент выхода готовой продукции, равный традиционным (из вырезки) на третьи сутки, но они была жесткими. Массовая доля влаги в ферментированным натуральных порционных полуфабрикатах лангета после термической обработки была выше, чем в контрольных.

Контрольные образцы полуфабрикатов лангет после тепловой обработки дала процент выхода готовой продукции, равный традиционным (на вырезки) на третья сутки, но они были более жесткими.

Органолептическая оценка качества ферментированных натуральных мясных полуфабрикатов лангеты было выше, чем контрольных образцов. Органолептическая оценка образцов проводили по пяти баллной шкале, которые изложено в таблице 3

Таблица 2

Органолептическая оценка мясных натуральных полуфабрикатов лангеты

Наименование образцов	Цвет	Внеш-ный вид	Вкус, аромат	Консис-тенция	Сочность	Общая оценка
Контрольные	3,1	3,1	3,5	3,6	3,6	3,4
Лангет	3,5	3,5	3,7	3,9	3,7	3,7
Опытные с конц. 0,1% фермента						
Лангет	4,9	4,9	4,9	5,0	5,0	4,9

ISSN 3030-3907

Опытные с конц. 0.5% фермента						
Лангет	4,8	4,8	4,4	4,3	4,3	4,5

Ферментированные натуральный полуфабрикат лангет при жарении мало изменяли свою первоначальную форму, в них значительно раньше, чем в контрольных прекрашалось выделение сока мяса и они быстрые приобретали серо – коричневый цвет свойственный жареному мясу. Контрольные куски при жарении сильно деформировались. Органолептическая оценка качества жареных мясных натуральных полуфабрикатов лангеты, изготовленных из тазобедренной части наружные и боковые куски говядины после обработки мяса ферментным препаратом протосубтилин Г10х , показала, что а вкус и сочность продуктов улучшается, мясо становится нежным, мягче и легко разжевивается.

Исследовали влияние ферментного препарата микробного происхождения протосубтилин Г10х на изменения микроструктуры мышечной ткани, тазобедренной части мясо говядины боковые – наружные куски в процессе ферментации. Микроструктуру мышечной ткани мясо исследовали через 48 часов после инъекцирования ферментного раствора.

Результаты исследования показала, что после после ферментации мышечной ткани мясо наблюдается более глубокие декструктивные изменения, характеризуюшиеся наличием большого количества микротрещен и поперечно – шелевидных нарушений мышечных волокон. Мышечные волокно набухшие, встречается фрагментированные мышечные волокна и образование в этих участках мелкозернистой белковой массы, заключенной в большинстве случаев под сарколеммой. Это представляет созранение миофибрилярной субстанции в структуре мышечных волокон.

Изменения микроструктуры мышечной ткани после ферментации свидетельствует о том, что ферментный препарат протосубтилинГ10х способствует ускорения процесса созревания мясо и улучшения его технологических свойств [8].

Изучали влияние фермента протосубтилин Г10х микробного происхождения на мясо говядины тазобедренной части туши боковые и наружные куски. Исследовали микробиологические качества готового продукта контрольных и опытный образец ферментированный 0,01% и 0,5% концентрацией протосубтилин Г10х, фермент растворяли в 2% растворе поваренной соли, приготовленном на дистиллированной воды [9].

ISSN 3030-3907

Анализ результатов микробиологического исследования показала, что 1 г продукта содержит следующие количество микроорганизмов:

-общее количество аэробных и факультативно – анаэробных микроорганизмов как в ферментированных, так и контрольных образца к готового изделия было высоким и не находилось в пределах от 200 до 300 микробных клеток

-молочнокислые ароматобразующие бактерии находились в контрольных образыцах85, а в ферментированных была 110 микробных клеток

-молочно кислые кислото образуюшие бактерии в контрольных в ферментированных образцах было 105 микробных клеток

Три продукта не однаружены бактерии рода Протеус, сальмонеллы, спорообразуюшие анаэробы, бактерии из группы кишечных палочек.

Таким образом, в результате использования микробного ферментного препарата протосубтилин Г10х для ферментации мясо становится микробиологически благоприятным и приемлемым для производство мясных изделий.

Опыт практического применения ферментов в мясной промышленности свидетельствует о высокой эффективности их использования для следующих целей:

- ускорения созревания мяса;
- мягчения жесткого мяса;
- улучшения качества и повышения пищевой ценности мясных изделий [10].

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент 3210438 (ФРГ) “ Способ тендеризация мяса “ опубл. 1982 год. № 26.
2. “Современные способы тендеризации мяса “ ЦНИИТЭИ мясомолпром. Обзорная информация. Серия мясная промышленность, Москва 1984 год.
3. Заявка на изобретение № 2383614 (Франция). “ Способ получения ферментированного препарата для ускорения созревания продуктов на основе мяса “. Опубл. 1978 год. № 46.
4. Ратушный А.С. “ Применение ферментов для обработки мяса “. Пищевая промышленность, Москва 1976 год.
5. Вадимова В.М. перевод с английского, под редакцией Калунянца К. А. “Ферментация и технология ферментов”, изд. Легкая и пищевая промышленность. Москва 1983 год.

ISSN 3030-3907

6. Файзиев А.А. “ Разработка технологии вареных колбас из верблюжьего мяса с применением протеолитических ферментных препаратов” Автореферат. Москва 1992 год.
7. Файзиев А.А. “ Применение протеолитических ферментных препаратов для выработки мясных натуральных полуфабрикатов ”, Монография Курск 2025 год.
8. Файзиев А.А., Зиедов Ю.М. “ Влияние фермента микробиального происхождения на изменения микроструктуры мяса говядины “ IV – республиканская научно – теоритическая конференция молодых ученых и специалистов микробиологов, биология, культивирования и биотехнология микроорганизмов “ Ташкент 1989 год.
9. Файзиев А.А., Зиедов Ю.М. “ Микробиологическое качество ферментированного мясо говядины “ IV – республиканская научно – теоритическая конференция молодых ученых и специалистов микробиологов, биология, культивирования и биотехнология микроорганизмов “, Ташкент 1989 год.
10. Файзиев А.А. “ Разработка технологии ферментированняых вареных колбас из верблюжьего мяса ”. Моногрофия, Курск 2022 год.

ISSN 3030-3907

HUKUMATNING SOLIQ SIYOSATI ORQALI YASHIRIN IQTISODIYOTNING KO`LAMINI QISQARTIRISH.

Pirnafasov Sarvar Bardibayevich
“Ma’mun Universiteti” Iqtisodiyot kafedrasi o`qituvchi
E-mail: pirnafasov_sarvar@mamunedu.uz

Annotatsiya. Mazkur maqolada yashirin iqtisodiyotning mohiyati, shakllanish sabablari, hudud iqtisodiyotiga salbiy ta’siri chuqur tahlil qilingan. Unda yashirin iqtisodiyotni qisqartirishning nazariy asoslari va amaliy yondashuvlari o‘rganilib, soliq-byudjet siyosati orqali uni kamaytirish yo‘llari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: fiskal siyosat, yashirin iqtisodiyot, norasmiy sektor, soliq yuki, iqtisodiy shaffoflik.

Аннотация. В статье представлен глубокий анализ сущности теневой экономики, причин её формирования и негативного влияния на экономику региона. Рассматриваются теоретические основы и практические подходы к сокращению теневой экономики, а также пути её сокращения посредством фискальной политики.

Ключевые слова: фискальная политика, скрытая экономика, неформальный сектор, налоговое бремя, экономическая прозрачность.

Abstract. This article provides an in-depth analysis of the essence of the shadow economy, the reasons for its formation, and its negative impact on the regional economy. It examines the theoretical foundations and practical approaches to reducing the shadow economy, and considers ways to reduce it through fiscal policy.

Key words: fiscal policy, shadow economy, informal sector, tax burden, economic transparency.

Kirish.

Yashirin iqtisodiyot soliqqa tortilmaydigan yoki hukumat tomonidan tartibga solinmaydigan norasmiy yoki ro‘yxatdan o‘tmagan iqtisodiy faoliyatni anglatadi. So‘nggi yillarda amalga oshirilgan katta islohotlarga qaramay, bu soha hamon iqtisodiyotning salmoqli qismini tashkil etadi. O‘zbekistonda yashirin iqtisodiyot ko‘lami va dinamikasi xalqaro moliya institutlari va milliy tahlil markazlari ma’lumotlari asosida o‘rganilmoqda. Jahon banki va Xalqaro valyuta jamg‘armasi hisobotlariga ko‘ra, yashirin iqtisodiyot O‘zbekiston yalpi ichki mahsulotining 30-35 foizini tashkil qiladi.

O‘zbekistonda yashirin iqtisodiyot davlat byudjetiga 30 trillion so‘m, yalpi ichki mahsulotga esa 135 trillion so‘m zarar yetkazdi. Deyarli 11 000 ta korxona (41 foiz) faqat 1 kishini ishchi sifatida qayd etgan. “Yashirin iqtisodiyot o‘z ishini

ISSN 3030-3907

to‘g‘ri bajarayotgan tadbirkorlar uchun katta to‘siq bo‘lmoqda”[3], dedi O‘zbekiston Prezidenti Shavkat Mirziyoyev. Davlatimiz rahbari e’lon qilgan ma’lumotlarga ko‘ra, xizmatlar sohasida 140 trillion so‘m, qurilishda 50 trillion so‘m, sanoatda 40 trillion so‘m “soyada” qolmoqda. Agar ular amalga oshirilsa, yalpi ichki mahsulotga 135 trillion so‘m, davlat byudjetiga esa 30 trillion so‘m qo‘shilishi mumkin.

Yashirin iqtisodiyot quyidagi faoliyat turlarini o‘z ichiga oladi:

- norasmiy bandlik va mehnat shartnomalarining yo‘qligi;
- naqd pul hisob-kitoblari;
- ruxsatnomasiz faoliyat yuritayotgan yakka tartibdagi tadbirkorlar;
- noqonuniy import-eksport operatsiyalari;
- soliq to‘lashdan bo‘yin tovlash va statistik hisobotdan yashirilgan daromadlar.

Jahon tajribasida soliq ma’muriyatchiligini takomillashtirish ham yashirin iqtisodiyotga qarshi samarali chora-tadbirlar sirasiga kiradi. Masalan, Gruziyada 2005-2012 yillarda amalga oshirilgan tub soliq islohotlari, soliq xizmati tizimini raqamlashtirish va korrupsiyaga qarshi kurash tufayli norasmiy iqtisodiyot hajmi 67 foizdan 35 foizga qisqardi. Shuningdek, Ruminiyada tavakkalchilikka asoslangan soliq tekshiruvi tizimini joriy etish orqali 3 yil ichida 120 000 dan ortiq soya subyektlari rasmiylashtirildi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Jahon banki va Xalqaro valyuta jamg‘armasi (XVJ) tomonidan chop etilgan hisobotlarda yashirin iqtisodiyotning salbiy oqibatlari va ularni kamaytirish uchun raqamli texnologiyalardan foydalanish samaradorligi tahlil qilingan. Xususan, “Soliq ma’muriyatining raqamli yechimlari” (XVF, 2023) hisobotida rivojlanayotgan mamlakatlar uchun elektron soliq platformalari orqali soliqqa tortish samaradorligini oshirish yo‘llari ko‘rsatilgan. Yashirin iqtisodiyotni qisqartirish bo‘yicha ma'lumotlar Nikolas Loayza, Luis Medina va Fridrix Shnayder, Kolin K. Uilyams, Kristofer Evans[4] va boshqalarning ilmiy ishlari va tadqiqotlarida keltirilganligini ko‘rishimiz mumkin. Xudoyberganov B. va boshqa mahalliy olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda soliq ma’muriyatchiligini avtomatlashtirishning huquqiy va texnik asoslari, elektron tizimlar orqali nazoratni kuchaytirish usullari tahlil qilindi. Xususan, “Soliq ma’muriyatchiligini raqamlashtirish sharoitida byudjet daromadlarini oshirish omillari” maqolasida raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali yashirin iqtisodiyot ko‘lamini qisqartirish mexanizmlari taklif etilgan. Tadqiqotchilar D. Makarov va V.

[3] www.gazeta.uz

[4] Loayza, N., Medina, L., & Schneider, F. (2005). *Informality: Exit and Exclusion*. Washington, DC: World Bank; Williams, C. C., & Evans, K. (2019). *Blurring Boundaries: The Growth of the Informal Economy*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

ISSN 3030-3907

Esipovlar[5] yer osti xo‘jalik faoliyatining asosiy farqlovchi xususiyati uning nazoratsizligi ekanligini ta’kidlaydilar (Makarov va Esipov, 2002). Ularning fikricha, ochiq nazorat usullari orqali bu iqtisodiyot haqida ma'lumot olish amalda mumkin emas. Tadqiqotchilar V.Ispravnikov va V.Kulikovlar[6] o‘z fikr-mulohazalarini iqtisodning rasman yoki davlat ro‘yxatidan o‘tmaganligi va qonunga zid bo‘lganligi sababli yashirin iqtisodiyot deb hisoblanishiga asosladilar (Ispravnikov va Kulikov, 2001).

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Yashirin iqtisodiyotning mavjudligi nafaqat davlat byudjeti barqarorligiga, balki umumiy iqtisodiy siyosatning samaradorligiga ham jiddiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Shu bois bunday salbiy holatlarning oldini olish, xo‘jalik faoliyatini rasmiylashtirish, soliq solinadigan bazani kengaytirish bugungi kunning dolzarb masalalari bo‘lib turibdi. Tizimli yondashuv asosida yashirin iqtisodiy faoliyat va soliq tizimi o‘rtasidagi ichki bog‘liqliklar, mavjud muammolar va ularni bartaraf etish yo‘llari chuqur tahlil qilindi. Empirik tahlil usuli orqali amaliy ma’lumotlar asosida statistik o‘zgarishlar va tendentsiyalar o‘rganildi. Shuningdek, kontent-tahlil orqali O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarorlari, Soliq kodeksi, Davlat soliq qo‘mitasi hujjatlari, ilmiy maqolalar asosida qonunchilikni rivojlantirish tendensiyalari va elektron tizimlarga yondashuvlar o‘rganildi. Bu soliq ma'muriyatchiligining huquqiy asoslari haqida batafsil tasavvurni shakllantirish imkonini berdi. Biz yashirin iqtisodiyotni tahlil qilish uchun statistik ko‘rsatkichlardan foydalandik.

Ushbu uslubiy yondashuvlar nafaqat mavjud muammolarni aniqlash, balki ularni bartaraf etish bo‘yicha takliflar ishlab chiqishda ham muhim asos bo‘lib xizmat qildi. O‘rganish natijalari hududda yashirin iqtisodiyotni qisqartirish va rasmiy faoliyatni kengaytirishga xizmat qiladi.

Asosiy yondashuvlar quyidagilardir: - empirik tahlil usuli - statistik ma'lumotlar, regressiya tahlili va tendentsiya ko‘rsatkichlari asosida fiskal choralar va yashirin iqtisodiyot o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga harakat qilindi.

- institutsional tahlil – davlat boshqaruvining institutsional sifati, soliq siyosati va qonunchilik muhiti tahlil qilindi

- qiyosiy tahlil – O‘zbekiston va boshqa mamlakatlar tajribasi asosida fiskal yondashuvlar samaradorligini solishtirish uchun foydalaniladi

TAHLIL VA NATIJALAR.

[5] Makarov, D., & Esipov, V. (2002). *The underground economy: Causes, structure, and methods of analysis*. Moscow: Institute of Economics, Russian Academy of Sciences.

[6] Ispravnikov, V., & Kulikov, V. (2001). *Yashirin iqtisodiyot: mohiyati, shakllari va tartibga solish muammolari*. Moskva: Iqtisodiyot instituti.

ISSN 3030-3907

Soliq siyosati soliq siyosatining rag‘batlantirish va nazorat qilish mexanizmlari orqali amalga oshiriladigan yashirin iqtisodiyotni qonuniylashtirishning asosiy vositasidir. Soliq imtiyozlari, raqamli nazorat, soliq majburiyatlarining soddalashtirilgan shakllari – bularning barchasi yashirin iqtisodiyotni qisqartirishga xizmat qilmoqda**.**

O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi (2023) ma’lumotlariga ko‘ra, ro‘yxatga olinmagan faoliyat ayniqsa xizmat ko‘rsatish (savdo, transport, maishiy xizmat ko‘rsatish), qurilish, qishloq xo‘jaligi va chakana savdoda yuqoriligicha qolmoqda. Xizmat ko‘rsatish sohasida mehnatga layoqatli aholining 45 foizi norasmiy ishlarda band bo‘lib, bu soliq solinadigan bazani sezilarli darajada toraytiradi.

Yuqoridagilardan ko‘rinib turibdiki, O‘zbekistonda soliq ma’muriyatchiligi tizimini modernizatsiya qilish orqali yashirin iqtisodiyotga qarshi kurashish imkoniyatlari kengaymoqda. Bunda eng muhim omillar raqamlashtirish, shaffoflik, soddalashtirish va maqsadli nazorat yondashuvlarining kombinatsiyasi hisoblanadi. Kelgusida bu sohalar yanada takomillashtirilsa, mamlakatda norasmiy iqtisodiyot hajmini sezilarli darajada qisqartirish mumkin bo‘ladi.

1-jadval

Yashirin iqtisodiyotning tarmoq tahlili.
(Statistik ko‘rsatkichlar)

T/r	Sector	Estimated share (%)
1	Qurilish sanoati	30-35%
2	Chakana savdo va umumiy ovqatlanish	25-30%
3	Qishloq xo‘jaligi	20-25%
4	Transport xizmati	35-50%
5	Service	10-15%

Manba: Ushbu ma'lumotlar O‘zbekiston Respublikasida norasmiy iqtisodiyotning tarmoqlar bo‘yicha taxminiy tarkibini ko‘rsatadi. U Davlat mehnat inspektsiyasi, Statistika agentligi va boshqa manbalarning 2023–2024 yillarga mo‘ljallangan ma’lumotlari asosida tuzilgan.

Yuqoridagi jadvalda yashirin iqtisodiyotning tarmoqlar bo‘yicha taxminiy ko‘rsatkichini ko‘rishimiz mumkin(foizda). O‘zbekiston iqtisodiyotining turli tarmoqlarida yashirin iqtisodiy faoliyat sezilarli darajada kuzatilmoqda. Transport xizmatlari boshqa sohalarga qaraganda yuqori, norasmiy haydovchilar, litsenziyasiz xizmatlar va naqd pul operatsiyalari bu sohada keng tarqalgan. Soliq to‘lashdan bo‘yin tovlash va hisobot etilmagan daromadlar ham qurilish sanoatida (30-35%) va chakana savdo va umumiy ovqatlanishda (25-30%) katta ulushga ega.

ISSN 3030-3907

Bu ko‘rsatkichlar O‘zbekiston iqtisodiyotida hujjatsiz faoliyatning yuqori ulushini ko‘rsatadi.

Yashirin iqtisodiyotga qarshi strategiya sifatida davlat tomonidan quyidagi chora-tadbirlar bosqichma-bosqich joriy etilmoqda:

- norasmiy sektorda ishlayotgan fuqarolarni soliq to‘lovchiga aylantirishni ijtimoiy-iqtisodiy rag‘batlantirish;
- patentga asoslangan soliqqa tortishning soddalashtirilgan tizimlari;
- soliq to‘lovchilarga raqamli xizmatlar ko‘rsatish orqali shaffoflikni oshirish;
- soliq madaniyatini yuksaltirishga qaratilgan targ‘ibot ishlari.

Shuningdek, Davlat soliq qo‘mitasi va Bosh prokuratura huzuridagi Iqtisodiy jinoyatlarga qarshi kurashish departamenti tomonidan tashkillashtirilmagan iqtisodiy faoliyatni aniqlash va oldini olish bo‘yicha maxsus nazorat tadbirlari o‘tkazilmoqda. Fiskal siyosat yashirin iqtisodiyotni qisqartirishning eng muhim vositasi hisoblanadi. Uning samarali qo‘llanilishi soliqqa tortish bazasini kengaytirish, soliq tushumlarini oshirish, iqtisodiy adolatni tiklashga xizmat qiladi. Soliq ma’muriyatchiligini takomillashtirish, raqamli texnologiyalarni joriy etish, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari orqali yashirin faoliyatni aniqlash va oldini olish bo‘yicha innovatsion yondashuvlarni ishlab chiqish muhim ahamiyatga ega. O‘zbekistonda 2020-yildan boshlab raqamlashtirish siyosati doirasida elektron to‘lovlar, nazorat-kassa mashinalari va soliq monitoringi joriy etilib, yashirin iqtisodiyotni qisqartirish mexanizmlari yaratildi. Masalan, 2022-yilda davlat budjetiga soliq tushumlarining 18 foizi raqamli nazorat tizimi orqali aniqlangan yashirin faoliyat hisobiga o‘sdi.

Yashirin iqtisodiyotning yuqori darajasi iqtisodiy barqarorlikka salbiy ta'sir ko‘rsatmoqda. Jahon banki va Xalqaro valyuta jamg‘armasi tadqiqotlariga ko‘ra, O‘zbekistonda 2010-2020 yillarda yashirin iqtisodiyot hajmi o‘rtacha yalpi ichki mahsulotning 36–39 foizini tashkil qilgan. Bu, bir tomondan, rasmiy statistik ma'lumotlarda to‘liq aks etmasa, ikkinchi tomondan, norasmiy bandlik hajmi va fiskal daromadlarga ta'sir qiladi. Soliq siyosatining ayrim elementlari norasmiy faoliyatni bevosita rag‘batlantirdi. Yuqori soliq yuki, murakkab hisobot tartib-qoidalari va samarasiz nazorat mexanizmlari norasmiy faoliyatni rag‘batlantirdi. Bundan tashqari, moliyaviy savodxonlik darajasining pastligi va rasmiy bandlik imkoniyatlarining cheklanganligi ham muhim omillardan edi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, yashirin iqtisodiyot davlat byudjetiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Xususan, davlat byudjetiga tushumlarning kamayishi, ijtimoiy sug‘urta tizimlarining moliyaviy asoslarining zaiflashuvi, pensiya ta’minoti tizimi ishtirokchilari sonining kamayishi, kredit resurslaridan foydalanish

ISSN 3030-3907

imkoniyati cheklangani kabi muammolar mavjud. Yashirin iqtisodiyotni qisqartirish uchun nafaqat soliq siyosatini takomillashtirish, balki institutsional islohotlarni amalga oshirish, hududiy yondashuvlar, moliyaviy savodxonlikni oshirish, axborot texnologiyalarini keng joriy etish ham muhim ahamiyatga ega.

O‘zbekistonda soliq ma’muriyatchiligi tizimini modernizatsiya qilish orqali yashirin iqtisodiyotga qarshi kurashish imkoniyatlari kengaymoqda. Bunda eng muhim omillar raqamlashtirish, shaffoflik, soddalashtirish va maqsadli nazorat yondashuvlarining kombinatsiyasi hisoblanadi. Kelgusida bu sohalar yanada takomillashtirilsa, mamlakatda norasmiy iqtisodiyot hajmini sezilarli darajada qisqartirish mumkin bo‘ladi. Soliq imtiyozlari va rag‘batlantirish mexanizmlari yashirin iqtisodiyotni qisqartirishda soliq-byudjet siyosatining muhim vositalari hisoblanadi. Bu vositalar norasmiy faoliyat yuritayotgan xo‘jalik yurituvchi sub’ektlarni rasmiy iqtisodiyotga jalb etishi, ularni soliq to‘lashga rag‘batlantirishi va pirovardida davlat byudjeti daromadlarini oshirishi mumkin.

Soliq imtiyozlari va rag‘batlantirish mexanizmlari yashirin iqtisodiyotga qarshi kurashda kuchli va zarur vositadir. Biroq, bu vositalar samarali bo‘lishi uchun ular maqsadli, shaffof, vaqtinchalik va nazorat ostida qo‘llanilishi kerak. Aynan shu yondashuv soliq yuki va rasmiylashtirish o‘rtasidagi muvozanatni saqlab qolgan holda norasmiy iqtisodiyotdan chiqish jarayonini tezlashtiradi.

Men maqsadli fiskal strategiyalarni aytib o‘tmoqchiman, ular quyidagilardan iborat:

- hududiy soliq monitoringi:
Soliq tushumlarini real potentsial bilan solishtirish (Gap tahlili);
- Sektorga oid strategiyalar:
Qishloq xo‘jaligi, qurilish va xizmatlar uchun alohida yondashuv;
- norasmiy bandlikni rasmiylashtirish:
Patentlar va imtiyozli soliq rejimlari orqali qonuniylashtirish;
- Mintaqaviy tahlilga asoslangan rag‘batlantirish:
Soliq imtiyozlari faqat ochiq kompaniyalarga beriladi;
- Soliq tushumlari va iqtisodiy faoliyat xaritalari:
Geografik axborot tizimlariga asoslangan vizual monitoring.

Yashirin iqtisodiyotning yuqori hajmi, rasmiy mehnat bozori bilan bog‘liq muammolar, soliq ma’muriyatchiligining takomillashtirilmaganligi asosiy muammolar sifatida belgilangan va men bu holatni yaxshilashga qaratilgan bir qancha takliflar bilan chiqishni istardim.

- raqamli soliq nazoratini chuqurlashtirish;
- banklar va soliq organlari o‘rtasida sun'iy intellekt asosida axborot almashinuvini yo‘lga qo‘yish;

ISSN 3030-3907

- yakka tartibdagi tadbirkorlar uchun soddalashtirilgan soliq rejimlarini kengaytirish (ushbu yondashuv yakka tartibdagi tadbirkorlar uchun yillik deklaratsiyalarni taqdim etish, elektron hisob-kitob qilish va soliq organlari bilan masofaviy aloqa qilish imkoniyatini yaratishi kerak).
- mintaqaviy va tarmoq strategiyalarini ishlab chiqish (har bir mintaqa uchun alohida fiskal va soliq nazorati strategiyalarini ishlab chiqish kerak).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 18.06.2021 yildagi “Soliq ma’muriyatchiligini takomillashtirish va yashirin iqtisodiyotni qisqartirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-5170-son qarori.
2. O‘zbekiston Respublikasi Davlat soliq qo‘mitasining rasmiy ma’lumotlari.
3. Schneider F. & Medina L. (2018). Dunyo bo‘ylab soyali iqtisodiyot: biz so‘nggi 20 yil ichida nimani o‘rgandik? XVF ishchi hujjati 18/17.
4. Schneider F., & Enste D.H. (2000). Soya iqtisodiyoti: hajmi, sabablari va oqibatlari. Journal of Economic Literature, 38(1), 77–114.
5. Schneider F. (2015). Butun dunyodagi soyali iqtisodiyot va korruptsiya: biz nimani bilamiz? Jahon banki siyosati bo‘yicha tadqiqot ish hujjati.
6. Schneider, F. (ed.) (2011), Soya iqtisodiyoti bo‘yicha qo‘llanma, Edvard Elgar, Cheltenham.
7. Dreher, A. va Schneider, F., 2010. Korruptsiya va yashirin iqtisodiyot: empirik tahlil. Ommaviy tanlov, 144(1-2), 215-238-bet.
8. Jahon banki (2022). Soya iqtisodiyoti: Rivojlanayotgan mamlakatlarda yashirin sektorni o‘lchash. Jahon banki hisoboti. [onlayn] Mavjud: https://www.worldbank.org [Kirish 2025-yil 9-aprel].
9. Schneider F. & Enste D.H. (2013). Soya iqtisodiyoti: Xalqaro tadqiqot. Kembrij universiteti matbuoti.
10. Loayza N. (2018). Norasmiylik: sabablar, oqibatlar va siyosatga javoblar. Vashington DC: Jahon banki guruhi.
11. Medina L. & Schneider F. (2018). Dunyo bo‘ylab soyali iqtisodiyot: biz so‘nggi 20 yil ichida nimani o‘rgandik? XVF ishchi hujjati № 18/17. Xalqaro valyuta jamg‘armasi.
12. Schneider F., & Enste D.H. (2000). Soya iqtisodiyoti: hajmi, sabablari va oqibatlari. Journal of Economic Literature, 38(1), 77–114.
13. Tanzi V. (2000). Siyosat, institutlar va iqtisodiyotning qorong‘u tomoni. Cheltenham: Edvard Elgar nashriyoti.

Internet saytlari

14. https://soliq.uz
15. https://stat.uz

ISSN 3030-3907

16. https://www.transparency.org
17. https://www.lex.uz
18. https://www.oecd.org

ISSN 3030-3907

MUHANDISLIK TA’LIM YO‘NALISHLARIDA MULTISIM DASTURINI QO‘LLASH USLUBIYATINI ISHLAB CHIQISH

Mahmudov G‘.B.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Boboqandov J.J.
Osiyo xalqaro universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada muhandislik ta’lim yo‘nalishlarida virtual modellashtirish texnologiyalaridan foydalanishning didaktik asoslari yoritilgan. Xususan, Multisim dasturiy muhiti yordamida elektr va elektron sxemalarni o‘qitish jarayonida qo‘llash uslubiyati ishlab chiqilgan. Tadqiqotda Multisim dasturidan foydalanish orqali talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish hamda laboratoriya mashg‘ulotlari samaradorligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilingan. Taklif etilgan uslubiyat muhandislik fanlarini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni joriy etishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: muhandislik ta’limi, Multisim, virtual laboratoriya, elektr sxemalari, modellashtirish, raqamli texnologiyalar.

Аннотация. В данной статье рассматриваются дидактические основы использования технологий виртуального моделирования в инженерном образовании. В частности, разработана методология использования электрических и электронных цепей в учебном процессе с помощью программной среды Multisim. В исследовании анализируются возможности укрепления теоретических знаний студентов, развития практических навыков и повышения эффективности лабораторных работ за счет использования программы Multisim. Предложенная методология служит для внедрения современных педагогических технологий в преподавание инженерных дисциплин.

Ключевые слова: инженерное образование, Multisim, виртуальная лаборатория, электрические цепи, моделирование, цифровые технологии.

Abstract. This article examines the didactic foundations for using virtual modeling technologies in engineering education. Specifically, a methodology for using electrical and electronic circuits in the educational process using the Multisim software environment is developed. The study analyzes the potential for strengthening students' theoretical knowledge, developing practical skills, and increasing the effectiveness of laboratory work through the use of Multisim. The proposed methodology serves to integrate modern pedagogical technologies into the teaching of engineering disciplines.

ISSN 3030-3907

Keywords: engineering education, Multisim, virtual laboratory, electrical circuits, modeling, digital technologies.

KIRISH.

Bugungi kunda muhandislik ta’limi tizimida raqamli texnologiyalar va virtual modellashtirish vositalaridan foydalanish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. An’anaviy laboratoriya mashg‘ulotlari ko‘pincha qimmat uskunalar, xavfsizlik talablari va vaqt cheklovlari bilan bog‘liq bo‘lib, bu holat ta’lim samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli, virtual laboratoriyalar asosida ta’lim jarayonini tashkil etish muhandislik yo‘nalishlari uchun muhim ahamiyat kasb etadi [1].

Multisim dasturi elektr va elektron sxemalarni loyihalash, tahlil qilish [2] va sinovdan o‘tkazish imkonini beruvchi zamonaviy virtual muhit bo‘lib, u muhandislik ta’limida keng qo‘llash uchun qulay hisoblanadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi muhandislik ta’lim yo‘nalishlarida Multisim dasturini [3] qo‘llashga oid samarali uslubiyatni ishlab chiqishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

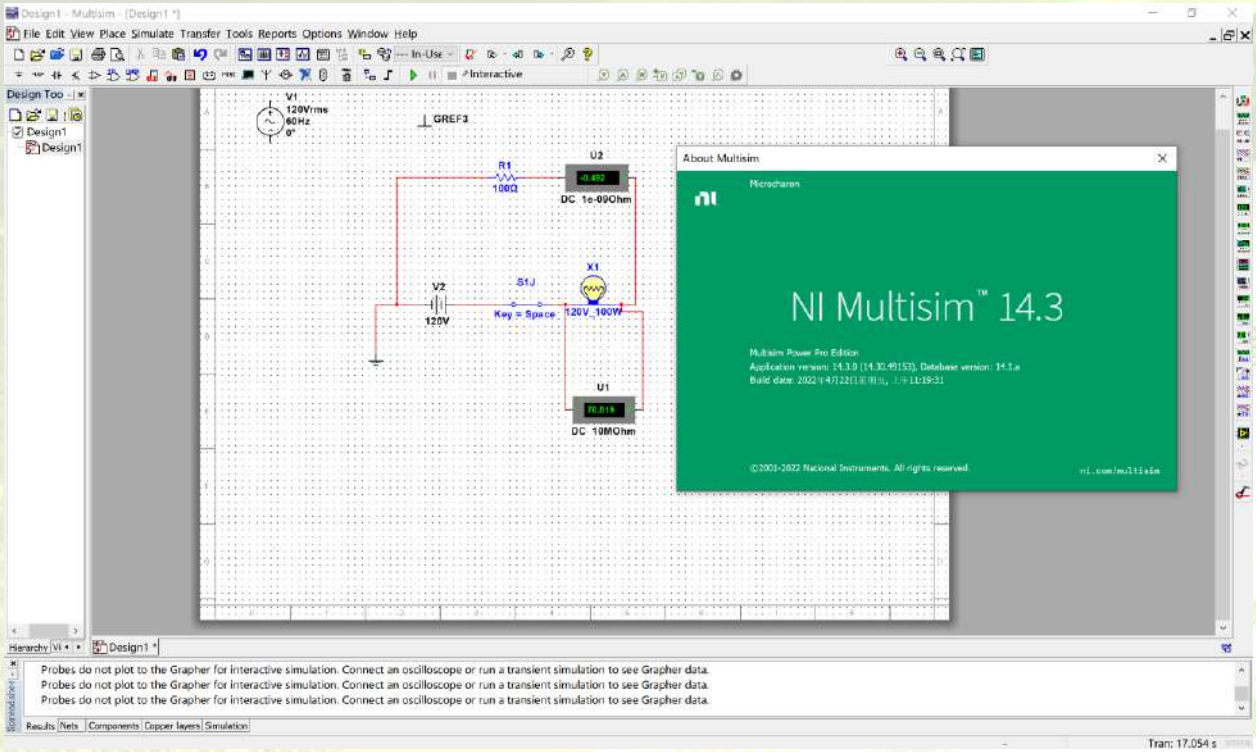
- Multisim dasturining ta’limiy imkoniyatlarini tahlil qilish;
- Elektr va elektron fanlarni o‘qitishda virtual modellashtirishning pedagogik ahamiyatini aniqlash;
- Multisim asosida laboratoriya mashg‘ulotlarini tashkil etish usullarini ishlab chiqish;
- Taklif etilgan uslubiyatning afzalliklarini ilmiy asoslash.

Multisim dasturi elektr zanjirlarini grafik interfeys orqali yaratish, elementlar parametrlarini o‘zgartirish va real vaqt rejimida natijalarni kuzatish imkonini beradi [4]. Ushbu dastur quyidagi afzalliklarga ega:

- real laboratoriya sharoitiga yaqin modellashtirish muhiti;
- xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali;
- murakkab sxemalarni [5] tezkor tahlil qilish imkoniyati;
- talabalarda mustaqil ishlash va muammoli vaziyatlarni hal qilish ko‘nikmalarini shakllantirish.

Bugungi kunga kelib birqancha Multisim dasturlarining yangilangan versiyalari National Instruments kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilmoqda. Shulardan yana biri bu NI Multisim 14.3 versiyasi hisoblanadi. Yangi versiyada qayta ishlangan ekran tasviri mavjud, ammo dastur interfeysi o‘zgarishsiz qolmoqda. NI Multisim 14.3 eng so‘nggi ilovalar uchun turli yetakchi yarimo‘tkazgich ishlab chiqaruvchilarining 200 dan ortiq yangi komponentlarini, shuningdek, sxemalar va imitatsion modellarini o‘z ichiga oladi.

ISSN 3030-3907



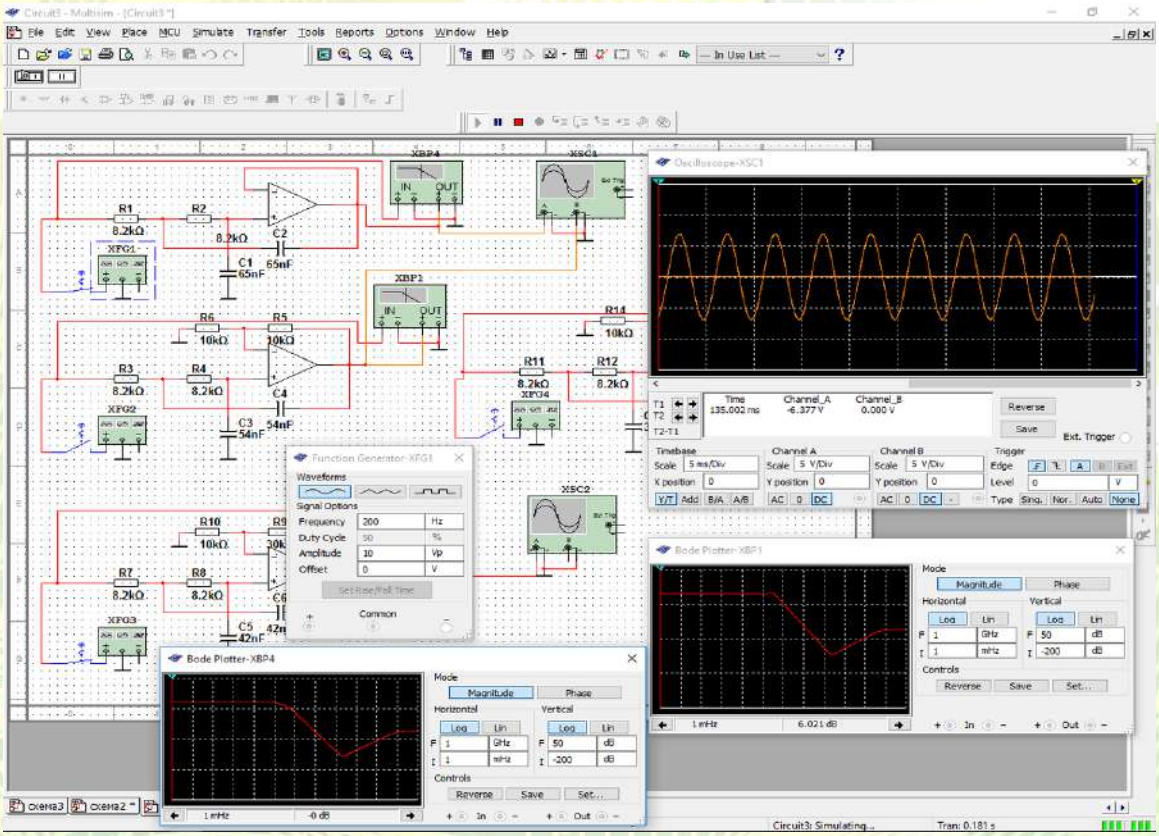
1-rasm. NI Multisim 14.3 dasturi ishchi oynasining ko‘rinishi

Bundan oldingi versiyalardagi mavjud aniqlangan xatolar tuzatildi. Quyida ushbu versiyada quyidagi muammo va kamchiliklar bartaraf etilgan va takomillashtirilgan:

1. Multisim ko‘p sahifali loyihadagi har bir sahifani bir xil chop etish parametrlari bilan chop etmasligi tuzatiladi.
2. Komparatorning noto‘g‘ri chiqish signalini yaratildi.
3. Ko‘p sonli komponentlarni o‘z ichiga olgan modellar bilan barcha oynalarni yopishda Multisim ishdan chiqishi bartaraf etildi.
4. Parametr Sweep “Yaroqli chiqish o‘zgaruvchilari yo‘q” xatoligi tuzatildi.
5. Ma’lumotlar bazasini birlashtirish vositasi korporativ ma’lumotlar bazasi bilan birlashtirilganda asosiy ma’lumotlar bazasidagi komponentlar uchun foydalanuvchi tomonidan belgilangan RLC komponentlarini yoki foydalanuvchi tomonidan belgilangan maydon qiymatlarini nusxalanmasligi baratarf etildi.
6. Multisim Komponent Ustasi model nomini o‘z ichiga olgan izoh tufayli chalkashliklari tuaztildi.
7. Multisim sxemasidagi standart tarmoq nomlari Furye tahlilining buzilishi bartaraf etildi.
8. AD623A asboblar kuchaytirgichi noto‘g‘ri ishlashi tuzatildi.
9. Ba’zi funksiya generator maydonlari uzoq parametr kiritish paytida avtomatik ravishda o‘z qiymatlarini o‘zgartirdi.
10. Shinalar yordamida yangi ierarxik blokni saqlashda shina liniyasi nomlari saqlandi.

ISSN 3030-3907

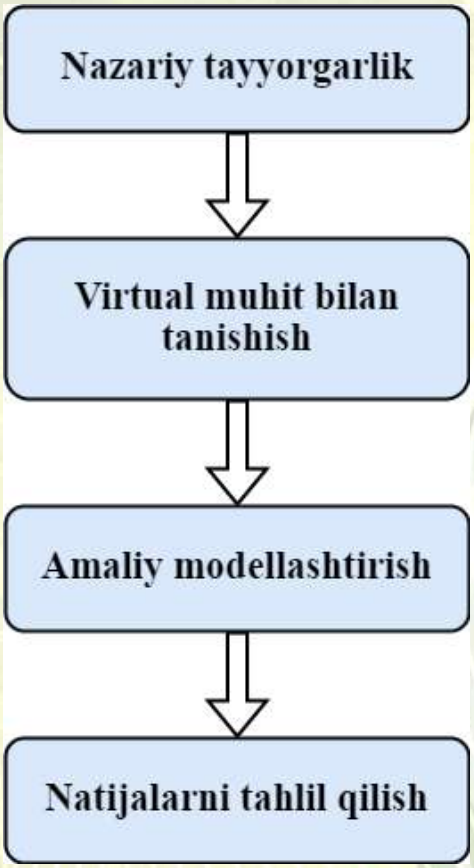
11. Oldingi versiyalardan sxemalarni Multisim 14.2 da ochib bo‘lmasligi tuzatildi.
12. Multisim da ochilganda ossilografning to‘liq ko‘rinadigan bo‘ldi.
13. Multisim 14.2 parametrlarni tozalash tahlili paytida grafikdagi o‘zgarishlarni saqlanadigan bo‘ldi.
14. BAR_LED_RED_FOUR komponent modelida xatoliklar tuzatildi.
15. Kuchlanish bilan boshqariladigan sinus to‘lqin generatori noto‘g‘ri ishlayotgan holati tuzatildi.
16. Multisim 14.2 da sxemalarni saqlashda komponent qiymatlari ko‘rsatilmasligi tuzatildi.
17. 14.2 versiyasida saqlangan Tektronix ossilografni ochishda oyna faqat balandlik va kenglikning yarmida ko‘rsatildi.
18. Converge Assistant oynasi ba’zan ko‘rsatilmadi, uning bajarilish satri hech narsa ko‘rsatmadi va katta hajmdagi xotira ishlatildi.
19. Vattmetr ma’lumotlar maydoni o‘lchash natijalarini juda kichik shriftda ko‘rsatilishi bartaraf etildi.
20. Ba’zi sensorlar yoki LED lar xatolik bilan ishga tushirilishi tuzatildi.



2-rasm. Multisim dasturida operatsion kuchaytirgich asosidagi sxemalarni tadqiq qilish.

ISSN 3030-3907

Muhandislik fanlarida Multisim dasturidan foydalanish talabalarning nazariy bilimlarini vizual tarzda mustahkamlashga yordam beradi [6]. Taklif etilayotgan uslubiyat quyidagi bosqichlar asosida amalga oshiriladi.



3-rasm. Muhandislik fanlarida Multisim dasturidan foydalanish uslubiyati algoritmi

1-bosqich. Nazariy tayyorgarlik. Talabalarga elektr zanjirlari, sxema elementlari va ularning ishlash prinsiplari bo‘yicha nazariy bilimlar beriladi.

2-bosqich. Virtual muhit bilan tanishish. Multisim interfeysi, asboblar paneli, komponentlar kutubxonasi va o‘lchov qurilmalari bilan tanishtiriladi.

3-bosqich. Amaliy modellashtirish. Talabalar oddiy sxemalardan boshlab murakkab elektr zanjirlarigacha bo‘lgan modellarni mustaqil ravishda tuzadilar va tahlil qiladilar.

4-bosqich. Natijalarni tahlil qilish. Olingan grafiklar va o‘lchov natijalari asosida sxema ishlashi baholanadi, xatoliklar aniqlanadi va xulosalar chiqariladi. Multisim dasturidan foydalanish laboratoriya mashg‘ulotlarining sifati va talabalarning fanlarga qiziqishi kuchayadi, mustaqil va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalari rivojlanadi, haqiqiy qurilmalar bilan ishlashga tayyorgarlik darajasi oshadi.

XULOSA. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, muhandislik ta’lim yo‘nalishlarida Multisim dasturini qo‘llash samarali pedagogik yechim hisoblanadi. Taklif etilgan

ISSN 3030-3907

uslubiyat nazariy va amaliy mashg‘ulotlar integratsiyasini ta’minlab, ta’lim jarayonini zamonaviy talablar asosida tashkil etishga imkon beradi. Ushbu yondashuv muhandis kadrlarni tayyorlash sifatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Макаренко В. Новая версия программы моделирования MULTISIM 14.3 // Моделирование электронных устройств. № 4, октябрь-декабрь 2022. С. 61-62.
2. Jumaev O. A. et al. Microcontroller device for increasing the accuracy of PID regulators //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2023. – Т. 2872. – №. 1. – С. 120051.
3. БОТИРОВ Т. В. и др. JOURNAL OF ADVANCES IN ENGINEERING TECHNOLOGY //JOURNAL OF ADVANCES IN ENGINEERING TECHNOLOGY Учредители: Навоийский государственный горный институт. – №. 2. – С. 18-21.
4. https://labview.izmeril.ru/multisim.
5. Mahmudov G. et al. ION SELEKTIV ELEKTRODLARI YORDAMIDA NaCN KONSENTRATSIYASINI O ‘LCHASH TIZIMINI TADQIQ QILISH //International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences. – 2025. – Т. – №. 1. – С. 5-11.
6. Mahmudov G. et al. TA’LIM SIFATINI BAHOLASH MEZONLARINING TAHLILI //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2026. – Т. 4. – №. 41. – С. 260-263.

ISSN 3030-3907

APILAK PREPARATINING KIMYOVIY TARKIBI HAMDA UNING BIOLOGIK FAOL XUSUSIYATLARI.

Bazarova Nigina Sabirjanovna
PhD Samarqand Davlat tibbiyot universiteti, Samarqand, O‘zbekiston
Meliboyev Eldor G‘ulomjonivich
Samarqand Davlat tibbiyot universiteti, Samarqand, O‘zbekiston

Annotatsiya. Ushbu maqola Apilak preparatining kimyoviy tarkibini va uning biologik faol xususiyatlarini tahlil qiladi. Preparat asalarilar ona sutiga (Royal Jelly) asoslangan bo‘lib, unda oqsillar (MRJPs), peptidlar (jelleinlar, royalizin), lipidlar (10-HDA), fermentlar (GOx) va boshqa komponentlar mavjud. Biologik faolligi antioksidant, antimikrob, immunomodulyator va regenerativ ta’sirlarda namoyon bo‘ladi. Maqola ilmiy adabiyotlarga asoslanib, klinik ahamiyatini yoritadi.

Kalit so‘zlar: Royal jelly, apalbumin, royalaktin, apolipoforin, geterogen.

Аннотация. В этой статье анализируется химический состав препарата Апилак и его биологически активные свойства. Препарат основан на маточном молочке пчел (Royal Jelly), содержащем белки (MRJPs), пептиды (желлеины, роялизин), липиды (10-HDA), ферменты (GOx) и другие компоненты. Биологическая активность проявляется в антиоксидантных, антимикробных, иммуномодулирующих и регенеративных эффектах. Статья основана на научной литературе и освещает клиническое значение.

Ключевые слова: Маточное молочко, апальбумин, роялактин, аполипофоррин, гетерогенный.

Abstract. This article analyzes the chemical composition of the Apilak preparation and its biologically active properties. The drug is based on bee royal jelly, containing proteins (MRJPs), peptides (jelleins, royalisin), lipids (10-HDA), enzymes (GOx), and other components. Biological activity is manifested in antioxidant, antimicrobial, immunomodulatory, and regenerative effects. The article is based on scientific literature and highlights its clinical significance.

Keywords: Royal jelly, apalbumin, royalaktin, apolipoforin, geterogen.

KIRISH.

Apilak preparati asalarilar ona sutiga (Royal Jelly yoki RJ) asoslangan tabiiy biologik faol preparat bo‘lib, tibbiyotda ko‘p yillardan beri qo‘llanib kelinmoqda. Ushbu modda asalarilarning gipofaringeal va mandibulyar bezlarida sintezlanadi va murakkab kimyoviy tarkibga ega. RJ ning kimyoviy komponentlari oqsillar, lipidlar, uglevodlar, polifenollar, vitaminlar va gormonal birikmalardan iborat bo‘lib, ularning miqdori asalarichilik mavsumi, geografik joylashuv va flora xilma-xilligiga bog‘liq. Suv miqdori 60–78% ni tashkil etadi, pH darajasi 3,20-4,01

ISSN 3030-3907

oralig‘ida o‘zgaradi. Apilakning biologik faolligi uning komponentlarining sinergik ta’siriga asoslanadi, bu esa immunomodulyator, antioksidant va regenerativ xususiyatlarni ta’minlaydi.

Tabiiy kelib chiqishga ega bo‘lgan ushbu preparat asalarichilik mahsulotlari orasida alohida o‘rin tutadi. Tarixiy jihatdan, RJ qadimiy Xitoy va Yevropa tibbiyotida tonus oshiruvchi va tiklovchi vosita sifatida ishlatilgan. Zamonaviy tadqiqotlar RJ ning klinik qo‘llanilishini tasdiqlaydi, masalan, immunitetni mustahkamlash, metabolik jarayonlarni optimallashtirish va yallig‘lanishlarni kamaytirishda. Apilakning afzalligi uning tabiiy tarkibida bo‘lib, sintetik dorilarga nisbatan kamroq yon ta’sirlarga ega. Shu bilan birga, RJ ning tez buziluvchanligi va narxi yuqori bo‘lishi sababli, uni ishlab chiqarish va saqlashda maxsus texnologiyalar talab etiladi.

Mazkur maqola Apilakning kimyoviy tarkibini va biologik faol xususiyatlarini ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qiladi, uning klinik ahamiyatiga e’tibor qaratadi. Tadqiqot maqsadi – preparatning komponentlarini batafsil o‘rganish va ularning inson salomatligiga ta’sirini baholash. Bu maqola farmatsevtika va tibbiyot mutaxassislari uchun qimmatli ma’lumot manbai bo‘lib xizmat qilishi mumkin, chunki RJ ning potentsiali hali to‘liq o‘rganilmagan.

ASOSIY QISM. Apilak preparatining kimyoviy tarkibi asalarilar ona sutining noyob komponentlari bilan belgilanadi. RJ tarkibida suvdan keyin eng ko‘p miqdorda oqsillar (9–18%) mavjud bo‘lib, ularning 80–90% ini major royal jelly proteins (MRJPs yoki apalbuminlar) tashkil etadi. MRJPlar MRJP1 dan MRJP9 gacha bo‘lgan oqsillarni o‘z ichiga oladi, molekulyar massasi 49–87 kDa oralig‘ida. MRJP1 eng ustun oqsil bo‘lib, royalaktin monomer glikoproteini bilan birga juvenil gormon darajasini oshiradi va ona asalarining differensiyalanishini rag‘batlantiradi. Ushbu oqsilning asalarilar neyron to‘qimalarida aniqlanishi uning faqat lichinkalarni oziqlantirish bilan cheklanmasligini ko‘rsatadi. MRJP2 va MRJP3 oqsillari esa hujayra proliferatsiyasini rag‘batlantirib, inson sut bezi saratoni hujayralarining ko‘payishini bostirishi mumkin.

Shuningdek, RJ tarkibida peptidlar, masalan, jelleinlar (I-IV), apismin va royalizin mavjud. Jelleinlar antimikrob faollikka ega bo‘lib, MRJP1 ning tripsin ta’sirida parchalanishi natijasida hosil bo‘ladi. Jellein I va II ning strukturaviy farqlari (masalan, C-terminal qismdagi treonin qoldig‘i) ularning antibakterial faolligiga ta’sir qiladi. Royalizin gramm-musbat bakteriyalarga (masalan, Clostridium) qarshi kuchli antibakterial ta’sir ko‘rsatadi, uning amfipatik tuzilishi membranalar bilan o‘zaro ta’sirni kuchaytiradi. Apolipoforin III ga o‘xshash oqsil esa lipidlarni tashish va antimikrob xususiyatlarni ta’minlaydi, bu RJ ning immun himoyasini kuchaytiradi. Bundan tashqari, glyukoza oksidaza (GOx) fermenti

ISSN 3030-3907

glyukozani vodorod peroksidga oksidlaydi va antibakterial himoyani kuchaytiradi, bu asal tarkibida ham mavjud.

Lipidlar va yog‘ kislotalari tarkibida 10-gidroksi-2-desenoat kislotasi (10-HDA) muhim o‘rin tutadi, u RJ ning marker komponenti hisoblanadi va antioksidant ta’sir ko‘rsatadi. Polifenollar, flavonoidlar (kvertsetin, rutin, kaempferol) va vitaminlar (B guruhi) antioksidant va antiinflamator ta’sirlarni ta’minlaydi. Masalan, kvertsetin neyroprotektor va prebiotik xususiyatlarga ega. RJ ning geterogen tarkibi asalarilarning hayot faoliyati uchun muhim bo‘lib, inson salomatligida nutrasevtik va funksional oziq sifatida qo‘llaniladi. Ushbu komponentlarning miqdori asalarilar zotlari, parvarish sharoitlari va yig‘ib olish vaqtiga bog‘liq, bu preparatni standartlashtirishni talab etadi.

Apilakning biologik faol xususiyatlari uning komponentlarining sinergik ta’siriga asoslanadi. Farmakodinamika jihatidan, RJ anti-yallig‘lanish ta’sirini pro-yallig‘lanish sitokinlari (TNF-α, IL-1β, IL-6) ni inhibe qilish va NF-κB signal yo‘llarini bloklash orqali ko‘rsatadi. Ushbu mexanizm LPS-induksiyalangan yallig‘lanish modellarida tasdiqlangan bo‘lib, ortiqcha vaznli bemorlarda IL-6 va CRP darajasini pasaytiradi (doza: 333 mg/kun, 8 hafta). Antioksidant xususiyati radikallarni tozalash va SOD, GSH, CAT fermentlarini faollashtirishga asoslangan, bu jigarni va buyrakni toksiklikdan (masalan, sisplatin yoki kadmiy ta’sirida) himoya qiladi.

Immunomodulyator ta’siri MRJP3 ning IL-4, IL-2 va IFN-γ sintezini susaytirishi orqali namoyon bo‘ladi, shuningdek, makrofaglarni faollashtiradi va TNF-α ajralib chiqishini kuchaytiradi. Antimikrob faolligi jelleinlar va royalizin orqali bakterial membranalarni buzadi, GOx esa vodorod peroksid ishlab chiqarish bilan kuchaytiriladi, bu RJ ni tabiiy antibiotik sifatida qimmatli qiladi. Regenerativ va anti-aging xususiyatlari royalaktinning p70 S6 kinazani faollashtirishi va telomer uzunligini oshirishi bilan bog‘liq, bu Altsgeymer modellarida Aβ toksikligini kamaytiradi.

Klinik jihatdan, RJ vazodilator va gipotenziv ta’sir ko‘rsatadi (NO ishlab chiqarishni oshirish orqali), antidiabetik (AMPK yo‘lini faollashtirish va glikozillangan gemoglobinni pasaytirish) va neyroprotektiv (p53/mTOR yo‘lini pasaytirish) effekti mavjud. Farmakokinetika bo‘yicha, og‘iz orqali qabul qilinganda tez so‘riladi, jigarda metabolizmlanadi (β-oksidlanish orqali) va buyrak orqali chiqariladi, ta’sir muddati 4-6 soat. Surunkali kasalliklarda (masalan, diabet) metabolizm tezligi oshadi, bu dozani moslashtirishni talab etadi. RJ ning wound healing mexanizmi kollagen sintezini rag‘batlantirish va TGF-β1 ni oshirish orqali amalga oshiriladi, bu diabetik yaralarni davolashda samarali.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Apilak preparati kimyoviy tarkibi (MRJPs, jelleinlar, 10-HDA, GOx) va biologik faol xususiyatlari (antioksidant, antimikrob, immunomodulyator, regenerativ) tufayli tibbiyotda muhim o‘rin tutadi. Ushbu komponentlar sinergik ta’sir orqali organizmning immun va metabolik funktsiyalarini yaxshilaydi, klinik qo‘llanilishda samarali hisoblanadi. Ilmiy tadqiqotlar RJ ning potentsialini tasdiqlaydi, masalan, anti-kanser va anti-allergik ta’sirlarini, ammo qo‘shimcha klinik sinovlar zarur, chunki RJ ning xavfsizligi va dozasi hali to‘liq o‘rganilmagan. Preparat tabiiy kelib chiqishga ega bo‘lib, sog‘lom turmush tarzi va profilaktikada qimmatli vositadir. Kelgusida RJ asosidagi yangi formulalar ishlab chiqish farmatsevtika sanoatini rivojlantirishi mumkin, ayniqsa O‘zbekiston kabi asalarichilik rivojlangan mamlakatlarda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Guo J., Wang Z., Chen Y., Cao J., Tian W., Ma B., Dong Y. Active components and biological functions of royal jelly. Journal of Functional Foods, 2021, vol. 82, Article 104514.
2. Collazo N., Carpena M., Nuñez-Estevez B., Otero P., Simal-Gandara J., Prieto M.A. Health promoting properties of bee royal jelly: food of the queens. Nutrients, 2021, vol. 13, Article 543.
3. Botezan S., et al. (2023). Current Status of the Bioactive Properties of Royal Jelly: A Comprehensive Review with a Focus on Its Anticancer, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Effects. Molecules. DOI: 10.3390/molecules28031510.
4. Oršolić N., Jazvinšćak Jembrek M. (2024). Royal Jelly: Biological Action and Health Benefits. International Journal of Molecular Sciences. DOI: 10.3390/ijms25116023.
5. Kumar R., et al. (2024). Royal jelly a promising therapeutic intervention and functional food supplement: A systematic review. Heliyon. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e37138.
6. Ahmad S., et al. (2020). New Insights into the Biological and Pharmaceutical Properties of Royal Jelly. International Journal of Molecular Sciences. DOI: 10.3390/ijms21020382.
7. Pasupuleti V.R., et al. (2017). Honey, Propolis, and Royal Jelly: A Comprehensive Review of Their Biological Actions and Health Benefits. Oxidative Medicine and Cellular Longevity. DOI: 10.1155/2017/1259510.
8. Ramadan M.F., Al-Ghamdi A. (2012). Bioactive compounds and health-promoting properties of royal jelly: A review. Journal of Functional Foods. DOI: 10.1016/j.jff.2011.12.007.

ISSN 3030-3907

9. Kamakura M. (2011). Royalactin induces queen differentiation in honeybees. Nature, vol. 473, pp. 478–483.
10. Fontana R., Mendes M.A., de Souza B.M., Konno K., César L.M., Malaspina O., Palma M.S. (2004). Jelleines: antimicrobial peptides from royal jelly of honeybees (Apis mellifera). Peptides, vol. 25, pp. 919–928.

ISSN 3030-3907

UDK 621.311

SANOAT KOROXONALARINING KO‘P OMILLI KIRISH MA’LUMOTLARI ASOSIDA ELEKTR ENERGIYASI YUKLAMASINI LSTM ORQALI BASHORATLASH

K.Sh.Kadirov
O‘zbekistor Respublikasi fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti
Farg‘ona davlat texnika universiteti
A.A To‘xtashev
O‘zbekistor Respublikasi fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti
Farg‘ona davlat texnika universiteti
T. F.Musurmonov
O‘zbekistor Respublikasi fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti
Farg‘ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada sanoat korxonasining sutkalik elektr yuklamasini prognozlash (keyingi kun uchun) masalasi Long Short-Term Memory (LSTM) neyron tarmoqlari asosida tadqiq etildi. Tadqiqotda korxonaning bir yillik elektr energiyasi iste’moli bo‘yicha ma’lumotlar 30 daqiqalik vaqt intervalida shakllantirilib, ishlab chiqarishning texnologik va boshqaruv smenalari, tashqi havo harorati hamda elektr energiyasi iste’mol tariflarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi bilan birgalikda kiruvchi ko‘rsatkichlar sifatida qo‘llanildi. Prognozlash modeli Python dasturlash muhitida ishlab chiqilib, ikki qatlamli LSTM arxitekturasi asosida o‘qitildi. Tadqiqot natijalari LSTM modeli yuklamaning vaqt bo‘yicha dinamikasini va tig‘iz yuklama davrlarini yuqori aniqlikda bashorat qila olishini ko‘rsatdi. Olingan natijalar sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste’molini rejalashtirish, tig‘iz davrlarda yuklamani boshqarish va raqamli energiya boshqaruvi tizimlarini joriy etishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Elektr yuklamasi prognozi, LSTM neyron tarmog‘i, sutkalik yuklama grafigi, vaqt qatorlari, energiya boshqaruvi, sanoat korxonasi, sun’iy intellekt, energiya samaradorligi

Аннотатция: В данной статье исследована проблема прогнозирования суточной нагрузки электроэнергии промышленного предприятия (на следующий день) на основе нейронных сетей с долговременной кратковременной памятью (LSTM). В исследовании использовались данные о годовом потреблении электроэнергии предприятия с 30-минутным интервалом, а в качестве входных показателей — технологические и управленческие изменения производства, температура наружного воздуха и изменения тарифов на электроэнергию во времени. Модель прогнозирования была разработана в среде программирования Python и обучена на основе

ISSN 3030-3907

двухслойной архитектуры LSTM. Результаты исследования показали, что модель LSTM может с высокой точностью прогнозировать динамику нагрузки во времени и пиковые периоды нагрузки. Полученные результаты имеют практическое значение при планировании потребления электроэнергии на промышленных предприятиях, управлении нагрузкой в пиковые периоды и внедрении цифровых систем управления энергопотреблением.

Ключевые слова: Прогнозирование электрической нагрузки, нейронная сеть LSTM, график суточной нагрузки, временные ряды, управление энергопотреблением, промышленное предприятие, искусственный интеллект, энергоэффективность

Abstract: In this article, the problem of forecasting the daily electricity load of an industrial enterprise (for the next day) was studied based on Long Short-Term Memory (LSTM) neural networks. In the study, data on the enterprise's annual electricity consumption were formed in a 30-minute time interval, and together with technological and management shifts of production, outdoor air temperature, and changes in electricity consumption tariffs over time were used as input indicators. The forecasting model was developed in the Python programming environment and trained based on a two-layer LSTM architecture. The results of the study showed that the LSTM model can predict the dynamics of the load over time and peak load periods with high accuracy. The results obtained are of practical importance in planning electricity consumption in industrial enterprises, managing load during peak periods, and implementing digital energy management systems.

Keywords: Electrical load forecasting, LSTM neural network, daily load graph, time series, energy management, industrial enterprise, artificial intelligence, energy efficiency

KIRISH.

Zamonaviy sanoat korxonalarida elektr energiyasi iste’molini samarali boshqarish, yuklama rejimlarini optimallashtirish hamda energiya resurslaridan oqilona foydalanish masalalari tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Korxonalarning elektr yuklamasi vaqt bo‘yicha notekis taqsimlanishi, ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik xususiyatlari, smenali ish rejimi hamda tashqi omillarga bog‘liqligi elektr ta’minoti tizimlarida rejalashtirish va boshqaruvni murakkablashtiradi. Shu sababli sutkalik yuklama grafigini oldindan aniq prognozlash energiya samaradorligini oshirish, elektr tarmoqlariga tushadigan maksimal yuklamalarni kamaytirish va ekspluatatsiya xarajatlarini optimallashtirishda muhim vosita hisoblanadi [1].

ISSN 3030-3907

An’anaviy statistik va regressiya asosidagi prognozlash usullari ko‘p hollarda elektr yuklamasining murakkab nolinear xususiyatlarini, uzoq muddatli vaqt bog‘liqliklarini hamda ko‘p sonli ta’sir etuvchi omillarni yetarli darajada hisobga ola olmaydi. So‘nggi yillarda sun’iy intellekt va chuqur o‘rganishga asoslangan algoritmlarning rivojlanishi vaqt qatorlarini tahlil qilish va bashoratlash sohasida yangi imkoniyatlarni ochib berdi. Xususan, Long Short-Term Memory (LSTM) neyron tarmoqlari vaqt bo‘yicha uzoq muddatli bog‘liqliklarni saqlab qolish va murakkab dinamik jarayonlarni modellashtirish qobiliyati tufayli elektr yuklamasini prognozlash masalalarida samarali yechim sifatida keng qo‘llanilmoqda [2].

Ushbu ilmiy maqolada sanoat korxonasining ertangi kunlik sutkalik elektr yuklamasini prognozlash masalasi LSTM asosida ko‘rib chiqiladi. Prognozlash aniqligini oshirish maqsadida modelga bir nechta muhim kiruvchi parametrlar kiritilgan. Jumladan, korxonaning bir yillik tarixiy elektr yuklamasi ma’lumotlari 30 daqiqalik vaqt intervalida shakllantirilgan bo‘lib, bu sutkalik yuklama dinamikasining real o‘zgarishini batafsil aks ettiradi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonlarining texnologik xususiyatlari va boshqaruv smenalariga oid yillik ma’lumotlar hisobga olinib, yuklamaning ishlab chiqarish rejimlariga bog‘liqligi inobatga olingan.

Shuningdek, elektr yuklamasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatuvchi tashqi omillardan biri sifatida tashqi havo haroratining mos vaqt intervallaridagi qiymatlari modelga kiritilgan. Bu, ayniqsa, isitish yoki sovitish tizimlari faol ishlatiladigan korxonalarda yuklama o‘zgarishlarini to‘g‘ri aks ettirish imkonini beradi. Elektr energiyasi iste’mol tariflarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi ham alohida parametr sifatida qaralib, tarif omilining yuklama shakllanishiga ta’siri baholanadi. Ushbu ko‘p omilli yondashuv LSTM modelining prognozlash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Maqolada keltirilgan barcha kiruvchi ma’lumotlar Python dasturlash muhitida qayta ishlanib, LSTM neyron tarmog‘i asosida o‘qitiladi va natijada korxonaning ertangi sutkalik elektr yuklamasi bashorat qilinadi. Olingan prognoz natijalari elektr ta’minoti tizimlarini rejalashtirish, energiya menejmenti qarorlarini qabul qilish hamda yuklama cho‘qqilarini oldindan aniqlashda amaliy ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida raqamli energiya boshqaruvi tizimlarini joriy etish uchun metodik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

METODOLOGIYA. Ushbu tadqiqotda sanoat korxonasining ertangi kunlik sutkalik elektr yuklamasini prognozlash uchun chuqur o‘rganishga asoslangan Long Short-Term Memory (LSTM) neyron tarmog‘i modeli qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi bir necha ketma-ket bosqichlardan iborat bo‘lib, ular

ISSN 3030-3907

ma’lumotlarni tayyorlash, modelni shakllantirish, o‘qitish hamda prognoz natijalarini olish jarayonlarini qamrab oladi.

ASOSIY QISM. Korxonaning elektr energiyasi yuklamasini prognozlash samaradorligini optimallashtirish uchun oldindan ishlangan . Elektr energiyasi iste'moli haqidagi ma'lumotlar Hududiy elektr tarmiqlarining energiya nazarati va hisobining avtomatlashtirilgan tizimi tomonidan shakllantirildi. Ushbu olingan ma’lumotlar 2024-yil 1-sentyabrdan 2025-yil 31-avgustgacha bo‘lgan vaqt oralig‘ida 15 daqiqalik interval bilan qayd etilgan. Xom ma’lumotlar to‘plamida vaqt belgilari (yil, oy, kun, soat va 30 daqiqa) va mos keladigan quvvat sarfi qiymatlari mavjud edi.

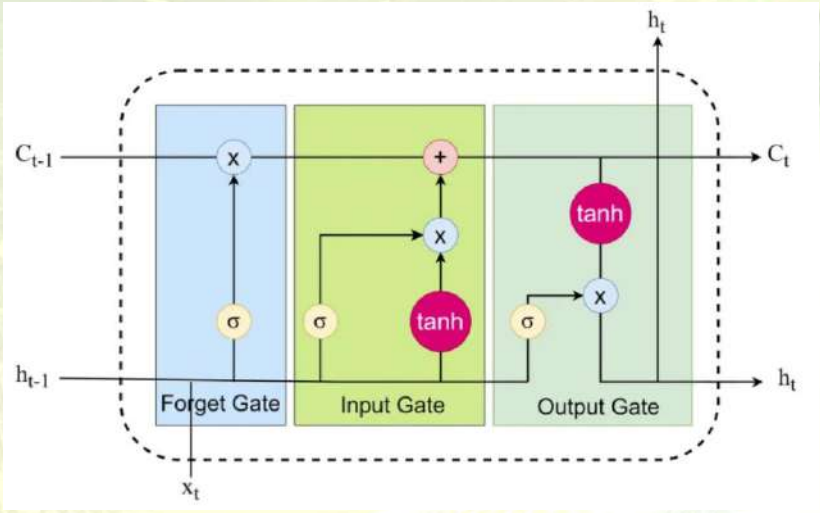
Bashorat qilishning aniqligini oshirish uchun quvvat sarfiga ta'sir qiluvchi qo‘shimcha funktsiyalar kiritilgan. Bularga meteorologik o‘zgaruvchilar harorat, ish kuni dam olish kunlari ko‘rsatkichlari va korxonaning elektr energiyasi iste’mol tarifi to‘lovining sutkalik vaqt intervalidagi o‘zgarish indeksi ham kiradi. Shuningdek korxonaning quvvat sarfi qiymatlari o‘rtasida chiziqli interpolyatsiya qo‘llanildi. Ushbu usul ma'lumotlar uzluksizligini saqlaydi va qisqa vaqt oralig‘ida bo‘shliqlarni samarali boshqaradi, modelni o‘qitish uchun ma'lumotlar to‘plamining ishonchliligini ta'minlaydi. Bundan tashqari, vaqt seriyasi ma'lumotlarini model tomonidan samarali qayta ishlashni ta'minlash uchun slayd oynasi algoritmi qo‘llanildi. Ushbu algoritm ma'lumotlar to‘plamini 10 martalik qat'iy uzunligi bo‘lgan ketma-ketliklarga qayta tuzib, hisoblash samaradorligini saqlab qolgan holda model uchun yetarli kontekstni ta'minladi.

LSTM ketma-ket ma'lumotlarni qayta ishlash uchun mo‘ljallangan takrorlanuvchi neyron tarmoqlarining (RNN) rivojlangan variantidir, masalan, vaqt seriyali ma'lumotlar to‘plami bunga misol bo‘lishi mumkin.[3]. An'anaviy RNNlar kelajakdagi qiymatlarni bashorat qilish uchun o‘tmishdagi ma'lumotlarga tayansa-da, ular uzoq muddatli bog‘liqliklarni samarali qo‘lga kiritish qobiliyatini cheklaydigan yo‘qolib borayotgan gradient muammosidan aziyat chekmoqda [4]. LSTM vaqt o‘tishi bilan ma'lumotni tanlab saqlaydigan yoki yo‘qotadigan xotira hujayralarini o‘z ichiga olgan holda ushbu cheklovni yengib chiqadi, bu esa modelga uzoq masofali bog‘liqliklarni an'anaviy RNNlarga qaraganda samaraliroq o‘rganish imkonini beradi [5].

LSTM tarmoqlari quyida 1-rasmda ko‘rsatilganidek, axborot oqimini tartibga solish uchun uchta asosiy gatelardan (Eshiklardan) - input gate (kirish eshigi), forget gate (unutish eshigi) va output gate (chiqish eshigidan) foydalanadi. Kirish eshigi xotira yacheykasiga qancha yangi ma'lumot qo‘shilishini nazorat qiladi, unutish eshigi esa oldingi hujayra holatidan qaysi ma'lumotlarni o‘chirish kerakligini belgilaydi [6]. Chiqish eshigi joriy hujayra holatiga asoslangan oxirgi

ISSN 3030-3907

yashirin holatni yaratadi. Bu eshiklar sigmasimon faollashtirish funksiyalaridan *(σ)* 0 dan 1 gacha qiymatlarni hosil qilish uchun foydalanadi va shu bilan ma'lumot qay darajada saqlanishi yoki unutilishini nazorat qiladi. Bundan tashqari, giperbolik tangent funktsiyasi (tanh) xotira katakchasini yangilash uchun nomzod qiymatlarni yaratish uchun ishlatiladi [4, 7].



1-rasm. LSTM tarmog‘ining tuzilishi, uchta asosiy eshikni ko‘rsatadi: kirish eshigi, unutish eshigi va chiqish eshigi *(σ:* sigmasimon faollashtirish funktsiyasi, tanh: giperbolik tangens funksiyasi, x_t :vaqt bosqichida kirish, i_t: kirish eshigining chiqishi, f_t: unutish eshigining chiqishi, *ft* : unutish eshigi, $\widetilde{C_t}$: chiqish eshigining chiqishi va h_t: yashirin holat).

LSTM neyron tarmog‘i quyidagi asosiy bosqichlar orqali ishlaydi [4, 8].

Forget gate (unutish darvozasi)

Oldingi xotira holati C_{t-1} dan qanchalik ma’lumot saqlab qolinishini aniqlaydi. Bu jarayon oldingi yashirin holat h_{t-1} va joriy kirish signali x_t asosida amalga oshiriladi:

$$f_t = \sigma\left(W_f \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_f\right) \quad (1)$$

Input gate (kiritish darvozasi)

Xotira hujayrasiga qancha yangi ma’lumot qo‘shilishini belgilaydi:

$$i_t = \sigma(W_i \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_i) \quad (2)$$

Candidate cell state (nomzod xotira holati)

Giperbolik tangens funksiyasi yordamida yangi xotira holati uchun nomzod qiymat hisoblanadi:

$$\tilde{C}_t = \tanh\left(W_c \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_c\right) \quad (3)$$

Memory cell update (xotira holatini yangilash)

Unutish darvozasi natijasi va yangi nomzod qiymat kombinatsiyasi orqali xotira holati yangilanadi:

$$C_t = f_t \cdot C_{t-1} + i_t \cdot \tilde{C}_t \quad (4)$$

ISSN 3030-3907

Output gate (chiqish darvozasi)

Yangilangan xotira holati asosida yakuniy yashirin holat h_t aniqlanadi:

Yangilangan xotira holati asosida yakuniy yashirin holat h_t aniqlanadi:

$$o_t = \sigma(W_o \cdot [h_{t-1}, x_t] + b_o) \quad (5)$$

$$h_t = o_t \cdot \tanh(C_t) \quad (6)$$

Yuqoridagi tenglamalarda har bir b mos keladigan eshik yoki hujayra holati uchun noaniq atamani ifodalaydi (masalan, b_f unutish eshigi uchun, b_i kirish eshigi uchun, b_C nomzod katak holati uchun va b_o chiqish eshigi uchun). Ushbu jarayon har bir vaqt bosqichida takrorlanadi, bu LSTM ga ketma-ket ma'lumotlarda uzoq muddatli bog‘liqliklarni samarali qo‘lga kiritish imkonini beradi.

Vaqt seriyali ma'lumotlarda quvvat sarfini bashorat qilish muammolarini hal qilish uchun moslashtirilgan LSTM modeli ishlab chiqilgan va amalga oshirilgan. Ushbu model ko‘p o‘lchovli kirish xususiyatlarini qayta ishlash va qisqa muddatli va uzoq muddatli bog‘liqliklarni o‘rganish orqali aniq bashoratlarni yaratish uchun mo‘ljallangan.

Har bir kirish ketma-ketligi 10 ta ketma-ket vaqt qadamlarini o‘z ichiga oladi, har bir vaqt bosqichida 14 xususiyat, jumladan:

- Vaqtinchalik atributlar (yil, oy, kun, soat va daqiqa);
- Atrof-muhit harorati;
- Operatsion ko‘rsatkichlar (ish kuni/ishlamaydigan kun ko‘rsatkichi;
- Quvvat iste'moli ma'lumotlari:
- Korxonaning elektr energiyasi iste’moli tarifi koeffitsienti.

datetime	P_kVt	Q_kVar	T_ext	Tech_shift	Office_shift	hour	dow	slot
2024-01-13 00:00:00	607.58136	157.50000	-0.345	1	0	0	5	0
2024-01-13 00:30:00	649.07964	152.99784	0.490	1	0	0	5	1
2024-01-13 01:00:00	644.70636	149.37516	1.355	1	0	1	5	2
2024-01-13 01:30:00	627.40152	146.20788	2.220	1	0	1	5	3
2024-01-13 02:00:00	629.11836	152.58348	2.875	1	0	2	5	4

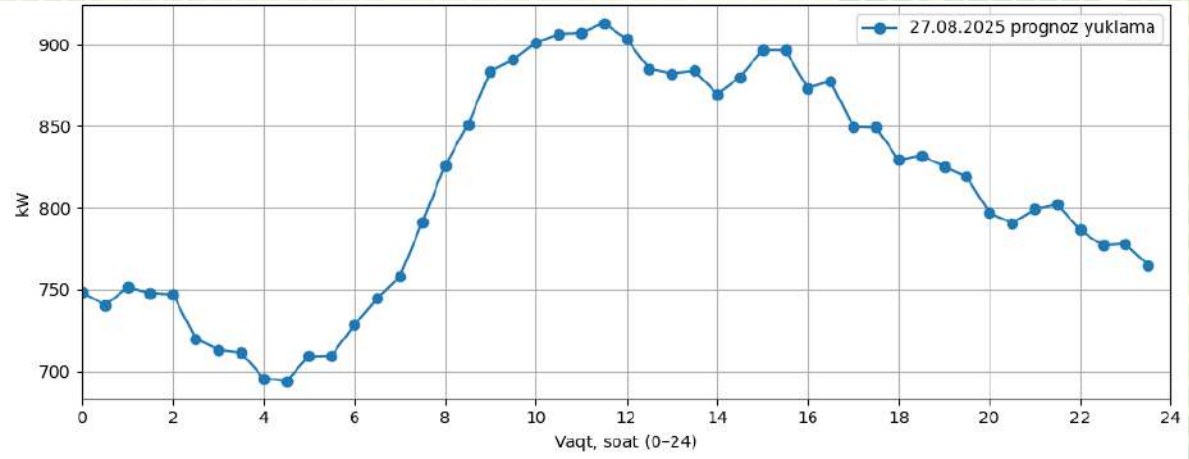
2-rasm. LSTM modelning kirish parametrlari

Bu xususiyatlar energiyadan foydalanishga ta'sir qiluvchi ekologik va operatsion omillarni qo‘lga kiritish uchun tanlangan. LSTM asosidagi prognozlash modeli rasmda ko‘rsatilgan arxitekturaga muvofiq ketma-ket joylashgan ikkita LSTM qatlamidan tashkil etildi. Birinchi LSTM (128) qatlam kirish ketma-ketligini vaqt bo‘yicha qayta ishlab, har bir vaqt bosqichi uchun yashirin holatlarni shakllantirdi **(**return_sequences=True**),** natijada chiqish o‘lchami (None,336,128) (None,\336,\128) (None, 336, 128) ko‘rinishida hosil bo‘ldi. Bu qatlamdan keyin haddan tashqari moslashishni kamaytirish maqsadida Dropout qo‘llanildi. Keyingi

ISSN 3030-3907

bosqichda ikkinchi LSTM (64) qatlam birinchi qatlamdan chiqqan ketma-ket xususiyatlarni umumlashtirib, faqat yakuniy yashirin holatni hosil qildi; chiqish o‘lchami (None,64) (None,\64)(None,64) bo‘ldi. Ushbu qatlamdan so‘ng ham umumlashuvni yaxshilash uchun Dropout qatlamidan foydalanildi. So‘ngra modelning regressiya bosqichi to‘liq bog‘langan Dense(64) qatlami orqali amalga oshirilib, yakuniy chiqish Dense(48) qatlami bilan shakllantirildi. Bu yerda 48 ta chiqish qiymati korxonaning ertangi sutkalik yuklamasini 30 daqiqalik interval bo‘yicha ifodalaydi, ya’ni model natijasi bir sutka uchun to‘liq prognoz profilini beradi. O‘qitish jarayonida LSTM ichki holatlari har bir ketma-ketlik boshida nolga tenglashtirilgan (boshlang‘ich holat sifatida) va vaqt bo‘yicha ketma-ket hisoblash davomida dinamik yangilanib bordi. Model bashorat qilingan va haqiqiy yuklama qiymatlari orasidagi tafovutni minimallashtirish uchun yo‘qotish funksiyasi sifatida o‘rtacha kvadrat xato (MSE) dan foydalangan holda o‘qitildi. Optimallashtirish uchun esa Adam optimizatori tanlanib, adaptiv o‘rganish tezligi hisobiga konvergentsiya barqarorligi va o‘qitish samaradorligi oshirildi.

NATIJA. Taklif etilgan LSTM asosidagi prognozlash modeli yordamida korxonaning ertangi kunlik sutkalik elektr yuklamasi 30 daqiqalik vaqt intervalida bashorat qilindi. Modelni o‘qitish jarayoni bir yillik tarixiy ma’lumotlar asosida amalga oshirilib, o‘qitish va sinov to‘plamlari o‘rtasida vaqt bo‘yicha izchillik saqlangan holda ajratildi. Bu yondashuv modelning real ekspluatatsiya sharoitlaridagi ishlash qobiliyatini baholash imkonini berdi. O‘qitilgan LSTM modeli yordamida olingan prognoz natijalari sutka davomida yuklamaning asosiy qonuniyatlarini aniq aks ettirdi. Xususan, ishlab chiqarish jarayonlari faol bo‘lgan vaqt oralig‘ida yuklama oshishi, smena almashinuvi davrlarida esa yuklamaning qisqa muddatli o‘zgarishlari model tomonidan to‘g‘ri aniqlangan. Tungi va past faoliyat davrlarida yuklamaning pasayish tendensiyasi ham prognoz natijalarida yaqqol kuzatildi. Bu holat model tarixiy ma’lumotlardagi vaqt bo‘yicha bog‘liqliklarni muvaffaqiyatli o‘zlashtirganini ko‘rsatadi.



3-rasm. LSTM orqali bashoratlangan korxonaning sutkalik yuklama grafigi

ISSN 3030-3907

Sutkalik yuklama grafigi tahlili shuni ko‘rsatdiki, LSTM modeli yuklamaning umumiy dinamikasini yuqori aniqlikda takrorlaydi. Xususan, tungi past yuklama davrlari (0:00–5:00), ertalabki yuklama o‘sishi (6:00–9:00), kunduzgi maksimal yuklama oralig‘i (10:00–13:00) hamda kechki yuklama pasayish bosqichlari model tomonidan to‘g‘ri aniqlangan. Cho‘qqi yuklama qiymatlari va ularning vaqt bo‘yicha joylashuvi real yuklama grafigiga yaqin mos kelishi modelning qisqa muddatli prognozlash qobiliyati yuqori ekanini tasdiqlaydi.

Kuzatilgan kichik og‘ishlar asosan yuklamaning keskin o‘zgarishi sodir bo‘lgan vaqt oralig‘larida yuzaga kelgan bo‘lib, bu holatlar texnologik jarayonlarning favqulodda ishga tushirilishi yoki tashqi omillarning qisqa muddatli ta’siri bilan izohlanadi.

Modelning prognozlash sifati prognoz qilingan va real yuklama qiymatlari orasidagi farq asosida baholandi. Bunda asosiy mezon sifatida o‘rtacha kvadrat xato (MSE) ishlatildi, shuningdek aniqlik ko‘rsatkichlari foizlarda ifodalandi. Aniqlik quyidagi umumiy yondashuv asosida hisoblandi: har bir vaqt nuqtasida real va prognoz qiymatlari o‘rtasidagi nisbiy xato aniqlanib, so‘ngra ularning o‘rtacha qiymati olinadi. Natijada sutka bo‘yicha umumiy prognoz aniqligi baholandi.

Hisoblash natijalari quyidagi ko‘rsatkichlarni berdi:

O‘rtacha aniqlik (Average Accuracy) – 91.20 %

Maksimal aniqlik (Maximum Accuracy) – 92.42 %

Minimal aniqlik (Minimum Accuracy) – 82.03 %

Ushbu qiymatlar LSTM modelining real yuklama grafigiga yuqori darajada mos kelishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, o‘rtacha aniqlikning 90 % dan yuqori bo‘lishi sanoat korxonalarida qisqa muddatli energiya prognozlari uchun yetarli darajada ishonchli natija hisoblanadi.

Real yuklama bilan solishtirish natijalari shuni ko‘rsatdiki, LSTM modeli yuklamaning vaqt bo‘yicha bog‘liqliklarini va tashqi omillar ta’sirini samarali o‘zlashtirgan. Prognoz aniqligining yuqori bo‘lishi tarixiy yuklama ma’lumotlari, smena rejimlari, tashqi harorat va tarif o‘zgarishlari kiruvchi parametrlar sifatida kompleks tarzda hisobga olingani bilan izohlanadi. Shu bilan birga, minimal aniqlik qiymatlari yuklamaning keskin o‘zgarishi kuzatilgan vaqt oralig‘lariga to‘g‘ri kelgani aniqlanib, bu holatlar kelgusida modelni qo‘shimcha parametrlar bilan boyitish zarurligini ko‘rsatadi. Korxona yuklamasi 48 ta nuqtadan iborat prognoz qilingan sutkalik yuklama profili real yuklama grafigi bilan solishtirilganda, cho‘qqi yuklama qiymatlari va ularning vaqt bo‘yicha joylashuvi yuqori aniqlik bilan mos kelgani aniqlandi. Ayniqsa, maksimal yuklama

ISSN 3030-3907

kuzatiladigan vaqt oralig‘ini oldindan bashorat qilish imkoniyati energiya boshqaruvi nuqtai nazaridan muhim natija hisoblanadi.

Umuman olganda, olingan natijalar taklif etilgan LSTM asosidagi yondashuv sanoat korxonalarining ertangi sutkalik elektr yuklamasini yuqori aniqlikda prognozlash imkonini berishini va energiya boshqaruvi masalalarida amaliy jihatdan samarali ekanini tasdiqlaydi.

XULOSA. Ushbu tadqiqotda sanoat korxonasining ertangi kunlik sutkalik elektr yuklamasini prognozlash masalasi chuqur o‘rganishga asoslangan Long Short-Term Memory (LSTM) neyron tarmoqlari yordamida hal etildi. Tadqiqot doirasida bir yillik tarixiy yuklama ma’lumotlari, 30 daqiqalik vaqt diskretligida shakllantirilib, ishlab chiqarishning texnologik va boshqaruv smenalari, tashqi havo harorati hamda elektr energiyasi tariflarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi bilan kompleks ravishda hisobga olindi. Ushbu ko‘p omilli yondashuv elektr yuklamasining real dinamikasini aniqroq modellashtirish imkonini berdi.

Python dasturlash muhitida ishlab chiqilgan ikki qatlamli LSTM modeli sutkalik yuklamaning asosiy tendensiyalari va cho‘qqi yuklama davrlarini yuqori aniqlikda bashorat qila olishini namoyish etdi. Olingan natijalar real sutkalik yuklama grafigi bilan solishtirilganda, yuklamaning vaqt bo‘yicha o‘zgarish shakli, maksimal va minimal qiymatlari hamda ularning joylashuvi o‘rtasida yaqin moslik mavjudligi aniqlandi. Prognozlash sifatining baholanishi MSE ko‘rsatkichlari asosida amalga oshirilib, o‘rtacha aniqlikning 90 % dan yuqori bo‘lishi taklif etilgan yondashuvning amaliy jihatdan ishonchli ekanini tasdiqladi. Umuman olganda, ushbu tadqiqot sanoat korxonalarida raqamli energiya boshqaruvi va qisqa muddatli elektr yuklamasini prognozlash masalalarini hal etishda LSTM asosidagi yondashuvning yuqori samaradorligini ko‘rsatdi. Kelgusida modelga qo‘shimcha tashqi omillarni kiritish, uzoqroq prognoz ufqlarini o‘rganish hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalari va energiya saqlash tizimlari bilan integratsiya qilish orqali tadqiqotni yanada rivojlantirish mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Timur, O., & Üstünel, H. (2025). Short-Term Electric Load Forecasting for an Industrial Plant Using Machine Learning-Based Algorithms. Energies. https://doi.org/10.3390/en18051144.

2. Kakkar, R.; Agrawal, S.; Tanwar, S. A systematic survey on demand response management schemes for electric vehicles. Renew. Sustain. Energy Rev. 2024, 203, 114748.

3. Yu, Y.; Si, X.; Hu, C.; Zhang, J. A review of recurrent neural networks: LSTM cells and network architectures. Neural Comput.2019, 31, 1235–1270.

ISSN 3030-3907

4. DiPietro, R.; Hager, G.D. Deep learning: RNNs and LSTM. In Handbook of Medical Image Computing and Computer Assisted Intervention; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2020; pp. 503–519.
5. Ullah, F.U.M.; Ullah, A.; Haq, I.U.; Rho, S.; Baik, S.W.J.I.A. Short-Term Prediction of Residential Power Energy
6. Consumption via CNN and Multilayer Bi-directional LSTM Networks; IEEE: Piscataway, NJ, USA, 2019.
7. Deb, C.; Zhang, F.; Yang, J.; Lee, S.E.; Shah, K.W. A review on time series forecasting techniques for building energy consumption. Renew. Sustain. Energy Rev. 2017, 74, 902–924. [CrossRef]
8. Kim, K.-H.; Cho, S.-B. Modular Bayesian Networks with Low-Power Wearable Sensors for Recognizing Eating Activities. Sensors 2017, 17, 2877.

ISSN 3030-3907

METALLGA ISHLOV BERISH BO‘YICHA KASBIY YO‘NALISHLARGA OID MATERIALLARNI O‘RGANISH MEXANIZMLARI

X.Ch.Dusyarov.
Termiz davlat pedagogika instituti dotsenti
B.B.Imanov.
Termiz davlat pedagogika instituti dotsenti
N.O.Shog‘darov
Termiz davlat pedagogika instituti O‘quv-uslubiy boshqarma uslubchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada metallarga ishlov berish bo‘yicha kasblarga oid materiallarining tahlili hamda yoshlarni metal bilan bog‘liq bo‘lgan kasblarga yo‘llash va uni tanlashga oid muammolar hamda uni hal qilish yo‘llari bo‘yicha o‘quv materiallari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Metall, kasblar, kasblarga yo‘llash, professiogramma, materiallar, tahlillar, ishlov berish, tahlil qilish, tushuncha berish.

Аннотация. В статье дается анализ материалов по профессиям металлообработки и учебно-методических материалов по проблемам направления молодежи на профессии металлообработки и выбора их, а также путей их решения.

Ключевые слова: Металл, профессии, профориентация, профессиональный профиль, материалы, анализ, обработка, анализ, понимание.

Abstract. This article provides an analysis of materials on metalworking professions and educational materials on the problems of directing young people to metalworking professions and choosing them, as well as ways to solve them.

Keywords: Metal, professions, career guidance, professional profile, materials, analysis, processing, analysis, understanding.

KIRISH.

Bugungi kunda sanoatning jadal rivojlanishi, ishlab chiqarish texnologiyalarining murakkablashuvi hamda mehnat bozorida raqobatbardosh mutaxassislarga bo‘lgan ehtiyojning ortib borishi kasbiy ta’lim tizimi oldiga yangi va muhim vazifalarni qo‘ymoqda. Ayniqsa, metallga ishlov berish sohasida faoliyat yurituvchi mutaxassislarni tayyorlash jarayonida nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish, zamonaviy texnologiyalarni o‘zlashtirish va kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirish ustuvor ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtayi nazardan, metallga ishlov berish bo‘yicha kasbiy yo‘nalishlarga oid materiallarni o‘rganish mexanizmlarini ilmiy asosda tahlil qilish dolzarb masala hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Metallga ishlov berish sanoat, mashinasozlik, qurilish, energetika va ko‘plab boshqa tarmoqlarning texnologik asosi bo‘lib, ushbu sohada tayyorlanadigan kadrlarning kasbiy tayyorgarligi bevosita ishlab chiqarish samaradorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun metallga ishlov berish yo‘nalishida ta’lim olayotgan o‘quvchilar va talabalar uchun mo‘ljallangan o‘quv, ilmiy va metodik materiallarning mazmuni, tuzilishi hamda ularni o‘zlashtirish mexanizmlari puxta o‘ylangan bo‘lishi lozim. Bu esa ta’lim jarayonida qo‘llaniladigan materiallarni o‘rganishning samarali mexanizmlarini ishlab chiqishni talab etadi.

Ta’lim amaliyoti shuni ko‘rsatadiki, metallga ishlov berish bo‘yicha kasbiy yo‘nalishlarga oid materiallarni o‘rganishda an’anaviy yondashuvlar har doim ham kutilgan natijani bermaydi. Zamonaviy ishlab chiqarish texnologiyalari, raqamli boshqaruv tizimlari va innovatsion uskunalar paydo bo‘layotgan bir sharoitda kasbiy materiallarni o‘rganish jarayoni ham yangicha pedagogik yondashuvlar, interfaol metodlar va amaliyotga yo‘naltirilgan mexanizmlar asosida tashkil etilishi zarur. Shu bois metallga ishlov berishga oid materiallarni o‘rganish mexanizmlarini takomillashtirish masalasi bugungi kunda alohida dolzarblik kasb etmoqda.

Metallga ishlov berish bo‘yicha kasbiy yo‘nalishlarga oid materiallarni o‘rganish mexanizmlari deganda, o‘quvchilar va talabalarning kasbiy bilimlarni egallashi, amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishi hamda ularni real ishlab chiqarish jarayonida qo‘llay olishiga xizmat qiluvchi pedagogik, metodik va tashkiliy jarayonlar majmui tushuniladi. Ushbu mexanizmlar o‘quv materiallarining mazmunini tahlil qilish, ularni tizimlashtirish, amaliy mashg‘ulotlar bilan integratsiyalash hamda mustaqil ta’lim faoliyatini yo‘lga qo‘yishni o‘z ichiga oladi. Bunday yondashuv kasbiy ta’lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, metallga ishlov berish yo‘nalishida materiallarni o‘rganish mexanizmlarini ishlab chiqishda mehnat bozorining ehtiyojlari, ishlab chiqarish korxonalarining texnologik talablari va kasb standartlarini hisobga olish muhimdir. Bu esa ta’lim mazmunining amaliyot bilan uzviy bog‘liqligini ta’minlab, tayyorlanayotgan mutaxassislarning kasbiy moslashuvchanligini oshiradi. Natijada, o‘quvchi va talabalar nafaqat nazariy bilimlarga ega bo‘ladi, balki metallga ishlov berish jarayonlarini amalda bajarishga tayyor mutaxassis sifatida shakllanadi.

Shu munosabat bilan, metallga ishlov berish bo‘yicha kasbiy yo‘nalishlarga oid materiallarni o‘rganish mexanizmlarini o‘rganish, ularning samaradorligini tahlil qilish va ta’lim jarayoniga tatbiq etish bo‘yicha ilmiy-metodik asoslar ishlab chiqish bugungi kasbiy ta’lim tizimi oldida turgan dolzarb ilmiy-amaliy vazifalardan biridir. Mazkur yo‘nalishdagi tadqiqotlar metallga ishlov berish

ISSN 3030-3907

sohasida malakali, zamonaviy bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lgan kadrlarni tayyorlashga xizmat qilishi bilan muhim ahamiyat kasb etadi.

Dehonchilikning rivojlanishi chorvachilikning o‘sishiga ham ta’sir yetdi, natijada chorvachilik adir va cho‘l zonalarida ixtisoslashgan muhim xo‘jalikka aylanib, chorvador qabilalar ko‘proq mahsulot ishlab chiqarish imkoniyatiga ega bo‘ldilar. Temir davrining yana bir muhim xususiyati shuki, «ikkinchi yirik mehnat taqsimoti ro‘y berdi: hunarmandchilik dehqonchilikdan ajralib chiqdi».

Temirning keng tarqalishiga aloqador bo‘lgan ishlab chiqarish kuchlarining taraqqiyoti vaqt o‘tishi bilan ijtimoiy hayotni tubdan o‘zgartirishga olib keldi. Mehnat unumdorligining o‘sishi natijasida qo‘shimcha mahsulot ishlab chiqarish hajmi oshdi, bu o‘z navbatida, ibtidoiy jamoa tuzumining yemirilishiga, sinfiy jamiyatning paydo bo‘lishiga shart-sharoit yaratib berdi, buyumlar ko‘paydi va mulkiy tengsizlik avj olishining asosiy sabablaridan biri-ayirboshlash kengaydi. Bu xol, o‘z navbatida, ekspluatasiya hisobiga boyish, talonchilik va qul qilish maqsadidagi urushlarni keltirib chiqardi. Bu davrda Yevropa va Osiyo qabilalari ibtidoiy jamoa tuzumining yemirilish bosqichini o‘tayotgan, sinfiy jamiyat va davlatning paydo bo‘lishi arafasida turgan edilar. Temir va po‘latdan yasalgan buyumlardan keng miqyosda foydalanish O‘rta Osiyo shahar va qishloqlari taraqqiyotiga ko‘p samarali ta’sir ko‘rsatdi.

O‘rta Osiyoda Temir davriga oid yodgorliklarni sanalashtirish va dastlabki klassifikasiyalashga doir tadqiqotlar S.P.Tolstoy, A.I.Terenojkin va Ya.R.G‘ulomovlar tomonidan amalga oshirilgan. O‘zbekiston hududida Temir davri yodgorliklari miloddan avvalgi 8-6-asrlar va undan keyingi davrlarga oid. Ular Xorazm, Baktriya, So‘g‘d, Shosh mintaqasida va Farg‘ona vodiysida o‘rganilgan. Ko‘zalig‘ir, Qal’alig‘ir va Dingilja singari qadimgi shahar va qishloq harobalari, Tagisken va Uygarak qabriston qo‘rg‘onlari, Bukantov qoyatosh suratlari tekshirilgan. Temir davrida qadimgi Xorazm territoriyasida dastlabki yirik irrigasiya inshootlari vujudga kelgan 1960-70-yillarda qadimgi Baqtriya, Kuchuktepani yuqori, Jondavlat va Qiziltepaning quyi qatlamlari, Pachmoqtepa, Qizilchatepa yodgorliklari o‘rganildi. Arxeolog L.I.Albaum Kuchuktepadan miloddan avvalgi 6-4-asrlarga oid ko‘plab uy-joy qoldiqlari, kulolchilik, temirdan yasalgan ko‘plab uy-ro‘zg‘or va dehqonchilik buyumlarini topib ishlatilgan.

O‘rta Osiyo naqqoshlik san’ati qadimdan dunyoga mashhur. O‘tmishda ota-bobolarimiz qurgan muhtasham binolar hozirgi kungacha maftunkor jilvasini yo‘qotmagan. Yuksak did bilan ishlangan naqshlar bizni hayratga solib kelmoqda.

Milliy naqshlarimiz g‘oyatda boy mazmunga ega. Oddiy qoshiq, lagan, quticha, sandiq, belanchak, cholg‘u asboblari, uy-ro‘zg‘or buyumlaridan tortib turar joy va jamoat binolarining devor hamda shiftlariga solingan naqshlar insonni

ISSN 3030-3907

hayratga soladi, uni o‘ylantiradi. Bu go‘zal naqshlar ajoyib naqqoshlar tomonidan yaratilgan bo‘lib, asrlar davomida bunyod topdi, rivojlandi, me’morchilik hamda tasviriy san’at rivoji bilan bog‘langan holda takomillashib bordi.

O‘zbek xalq amaliy san’ati turlari ichida zeb-ziynat san’ati bo‘lmish zargarlik alohida o‘rin egallaydi. (1-rasm).

Musulmonlarda feruza, marvarid, zumrad va boshqa toshli zargarlik buyumlari nihoyatda qadrlangan. Chunki ular inson uchun faqat bezak buyumlari bo‘lib qolmay, balki sog‘lik uchun, inson ruhiyati uchun ijobiy ta’sir yetgan, masalan, marvarid inson organizmini mustahkamlaydi, yurakdagi tushkunlik va iztirobni xaydaydi, ko‘z qobiliyatini oshiradi, jinlardan saqlaydi, og‘izdagi qo‘lansa hidlarni yo‘qotadi, oshqozoni va jigardagi toshlarni maydalaydi, shamollash, bavosil va boshqalarni tuzatadi. Feruza esa uni qudratli tumor sifatida taqilgan, oshqozon hamda ko‘z kasalligiga shifobaxsh, ta’sir etgan, ilon chaqqanida eng yaxshi davo hisoblangan. Shuning uchun qadimda kelinlar kiyimiga feruza taqishgan. Sadaf Sharqda ham, Yevropada ham yuqori baholangan. Undan to‘g‘nag‘ich, baldoq, marjonlar, ilma tugmalar yasalgan. Uni qadimda oshiqlar mahbubasiga sovg‘a qilgan. U taqqan kishini ajin hamda sepkillardan asragan, zehnni ravshan qilgan, kishini bardam, ruxiyatini ko‘targan. Xalqadondan o‘tmishda marjonlar, uzuk, to‘g‘nag‘ichlar, bilak-uzuk va boshqalar yasalib, u guyo odamlarki qahru-g‘azab, g‘amu-anduhdan asragan.

O‘zbek zargarligi juda qadimiy tarixga ega. Unga ibtidoiy jamoa tuzumi davrida asos solingan. Arxeologii topilmalardan ma’lumki, zargarlik san’ati juda qadimiy sanat bo‘lgan. Yeramizgacha bo‘lgan I asrdan boshlab eramizning VIII asrigacha Ayritom, Afrosiyob, Dalvarzintepa, Xolchayon, Bolaliktepada chiroyli haykallar, devor bezaklari orqali zargarlik san’ati rivojlanganligini ko‘rish mumkin. (2-rasm). Tosh asrining so‘nggi davri noyeolitdan (eramizgacha IV-M 1 ming yillikning oxirida) shildiroq, munchoqlar, har xil toshlar, chig‘anoq, hamda suyaklardan yasalgan bezaklar topilgan. Bu esa zargarlikni rivojlanganligidan dalolat beradi. Ikki daryo oralig‘iga joylashgan. Yunonistonda ajoyib va qimmatbaho zargarlik buyumlari ishlangan. Mis davriga to‘g‘nag‘ich, zirak, baldoq, bilakuzuk, shildiroq va boshqalar metalldan ishlanadigan bo‘ldi. Xorazmdagi Tuproqqal’a devorlardagi tasvirlardan o‘sha davrlardagi ayollar quloqlariga nafis zirak taqqanliklari ma’lum bo‘lgan tasvir III asrga taalluqli). Bulardan tashqari bronzadan quyib ishlangan bir kamcha osma taqinchoklar ham topilgan. Bu osma taqinchoqlar, I-IV (u asrga mansub bo‘lib Xorazmning Ayozqal’a, Yetti asar, burgutqal’a va boshqa joylaridan topilgan. IV-V asrlarda

ISSN 3030-3907

zargarlik buyumlari kam ishlangan. Ular tosh, shisha, pastalardan qilingan Xorazmda shishadan qilingan sher va qurbaqa shaklidagi munchoqlar topilgan.

XVIII asrda O‘rta Osiyodagi o‘zaro ichki urushlar zargarlik san’atining rivojlanishiga salbiy tasir yetdi. Keyinchalik xonliklar paydo bo‘lishi bilan, zargarlik yanada rivojlana boshladi. XVIII asrda mo‘g‘ul bosqinchilaridan so‘ng birinchi marta oltin tangalar ishlab chiqarila boshlandi. Zargarlik buyumlari oltindan, kumushdan va boshqalardan ishlandi. Qurol-aslahalar ajoyib qimmatbaho toshlar, shisha, billur, oltin va boshqalarbilan bezatildi. Zargarlar juda yumshoq va yorqin bo‘lmagan nefrit va kumushdan, juda yorqin oltin va nefrit kabilarni ishlatdilar. XIX asr va XX asr boshlarida O‘rta Osiyo xonliklari o‘rtasida badiiy bezak hunarmandchilik rivoj-landi, shular qatori zargarlik ham tez suratlar bilan rivojlandi. Ko‘pgina shaharlarda masalan, Xiva, Buxoro, Qo‘qon, Samarqkand, Qarshi, Shahrisabz, Toshkent, Andijon, Urganch, Nurota, Kitob, Chust, Asaka, G‘ijduvon, Marg‘ilon va boshqa joylarda usta zargarlar bo‘lib, ular maxsus mahalla-mahalla bo‘lib yashaganlar. Shuning uchun zargar (zargaron) metalla deb yuritilgan. Xivada 1860 yilda 12 ta va XX asrning boshlarida Buxoroda 400 tacha, Toshkent esa 100 dan ortiq, Samarqandda 1893 yili 20 ortiq zargarlar do‘koni bo‘lgan o‘sha vaqtda katta shuhrat qozongan zargar ustalardan Qo‘qonda usta Maxmud, usta Omon hoji, M.Raximov, X.Najmiddinov, Namanganda usta Niyoz Oxun, Andijonda usta Oybergan, X.Otaboyev, Toshkentda S.Bobojonov, Oxun Bobojonov, usta Samig‘iddin, A.Shoislomov, usta Mirxalil, Urganchda M.Abdullayev, Samarqandda X.Yuldoshev, I.Kolimboyev, V.Dafizov va boshqalar bor edi.

O‘zbek xalq amaliy bezak san’atining yeng keng tarqalgan turlaridan biri kandakorlikdir. Kandakorlik deganda metalldan yasalgan badiiy bezak buyumlarga o‘yib yoki bo‘rtik qilib naqsh ishlash tushuniladi. O‘zbekiston hududida joylashgan O‘rta Osiyo shaharlarida metalldan yasalgan badiiy bezak buyumlar ishlab chiqarish qadimdan rivojlanib kelayotgan san’at bo‘lib, bu san’at o‘zining qadimiyligi bilan kulolchilikdan keyin ikkinchi o‘rinda turadi. Savdo-sotiqda qadimdan kandakorlik buyumlariga talab katta bo‘lgan (4 -rasm).

Arxeologlarining topilmalari shuni ko‘rsatdiki, arab istilosi davrigacha so‘g‘d aholisi ro‘zg‘orlarida badiiy bezak metall buyumlar keng tarqalganligi isbotlandi. Hayvon shakli ifoda yetilgan mis naqshlar, ya’ni yovvoyi hayvonlar kallasi va boshqalar topilgan. IX-XIII asrlarda kumush ishlab chiqarish inqirozga uchraydi. Temur hukmronligigacha buyumlar asosan bronza va misdan tayyorlangan. XI asrda hunarmandchilik, naqqoshlik yanada rivojlandi, jonivorlar tasviri va yertak syujetlari ustalar ish tematikasida yan a ko‘p vaqtgacha saqlandi. Bu davr buyumlari Termiz va Namangan shahar muzeylaridagi mis laganlar,

ISSN 3030-3907

oftobalar, ko‘zgular, siyohdonlarda kjsak sifatga ega bo‘lgan afsonaviy voqyealarni ifodalagan. IX-X asrlarda islom dini O‘rta Osiyo viloyatlariga kirib borishi munosabati bilan turli-tuman xalqlarning san’ati an’analarini o‘zida mujassamlashtirgan yangi g‘oyaviy uslub paydo bo‘ldi. Musulmon Sharqda birinchi va mis buyumlar ko‘p tarqalgan bo‘lsada, keyinchalik ular o‘rnini kumush va oltin metallar egalladi. VIII-XIII asrlarda qimmatbaho metallardan qilingan idishlar islom dini dunyosining ko‘pgina burchaklarida urf bo‘lib qolgan edi. Oltindan juda ko‘p narsalar ishlanar, binolarning bezaklariga oltin suvi yugurtirilar edi.

Keyinchalik esa xom ashyo sifatida birgina qimmatbaho metallarning o‘zi kifoya qilmay hiyla arzon materiallar mis va uning turli qotishmalari ishlatildi. Qizil misdan har xil ko‘zalar, dekchalar, idish-tovoqlar, jezdan va sariq misdan shamdonlar, poymonlar, oq mis hamda brinjidan ko‘zalar, kir tog‘oralar, katta-kichik piyola va shu kabilar yasalar edi.

XULOSA. Xulosa qilib aytganda demak turmushda foydalanish mohiyatiga va tarixiy manbalarning asosiga ko‘ra metallsozlik hunarmandchiligini rivojlanish bosqichlari quyidagicha bo‘lishi mumkin:

1. Dastlabki bosqich insoniyatning ibtidoiy va sinfiy jamiyati davrini o‘z ichiga olgan hunarmandchilik texnologiyasi xisoblanib, metaldan turmush zaruriyati tufayli asbob-uskuna hamda jixozlarni metall tarkibini o‘zgartirmasdan ishlab chiqarish bo‘lgan.

2. Ikkinchi bosqich XII asrdan to XVIII asrgacha davom etgan metallga ishlov berish, ular tarkibini uzgartirish, hunarmandchilik mahsuloti sifatini oshirish uchun ilmiy asosli ishlab chiqarish xisoblanadi.

3. Uchinchi bosqich XVIII asrdan to hozirgi davrgacha bo‘lib, barcha ishlab chiqarish sohalari kabi temirchilik bo‘yicha hunarmandchilikning metallarga ishlov berishni takomillashtirgan usullari orqali qora va rangli metallardan zamon talabini qondiruvchi sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish bilan harakterlanadi.

Metallsozlik bo‘yicha chilangarlik, misgarlik, zargarlik va boshqa sohalarida yuqorida keltirilgan bosqichlarda hunarmandchilik texnologiyalari rivojlanib bordi. Mustaqillik yillarida hunarmandchilikni boshqa sohalari qatori temirchilikka oid hunarmandchilikni takomillashuvi va rivojlanishiga katta e’tibor qaratildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Mirziyoev Sh.M. “Erkin va farovon, demokratik O‘zbekiston davlatini mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz" mavzusidagi O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti lavozimiga kirishish tantanali marosimiga bag‘ishlangan Oliy Majlis palatalarining qo‘shma majlisidagi nutqi. - T.: “O‘zbekiston”, 2016.-56 b.

ISSN 3030-3907

2. Mirziyoev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik - har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. -T.: "O‘zbekiston", 2017.-102b.
3. Sharipov Sh.S., Vorobyov A.I., Muslimov N.A., Ismoilova M. Kasb ta’limi pedagogikasi. - Toshkent, 2005. - 58 b.
4. Sharipov Sh.S. va boshqalar. Mehnat ta’limi: Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 5-sinfi uchun darslik. - T.:Sharq, 2012.-240 b.
5. Sharipov Sh.S., Qo‘ysinov O.A.,Abdullaeva Q. Texnologiya: Umumiy o‘rta ta'lim maktablarining 6-sinfi uchun darslik. -T.:Sharq, 2017.-240 b.
6. Sharipov Sh.S., Qo‘ysinov O.A., Abdullaeva Q. Texnologiya: Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik. -T.:Sharq, 2017.-240 b.
7. X.Ch.Dusyarov. Kasbga yo‘naltirish diagnostikasi. Toshkent. O‘quv qo‘llanma. Lesson press nashriyoti. 2023-yil.

ISSN 3030-3907

O‘SIMLIK MOYLARINING FIZIK-KIMYOVIY TAXLILI.

Choriyeva Iqlima Yo‘ldosh qizi

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti tayanch doktoranti.

Annotatsiya. Ozuqaviy qiymatga ega bo‘lgan moyonez tayyorlash uchun o‘simlik moylari va aralashma moylardan moyonez tayyorlash uchun dastlab moylarni fizik-kimyoviy taxlillari o‘rganildi. Mayonez o‘simlik moyi va suvli eritma aralashmasidan iborat emulsiyadir. Mayonez emulsiyalari birinchi tartibli yoki tog‘rida to‘g‘ri emulsiyalar deb tasniflanadi. Chunki ular qutbli suyuqlikda qutbsiz suyuqlik yoki suvdagi moy (aksincha ikkinchi tartibli yoki teskari emulsiyalar moydagi suv deb ataladi.

Kalit so‘zlar: Mayonez, suyuqlik, dispers faza, emulsiya, suvli eritma, konsentratsiya, muhit, qutbsiz, urug‘, o‘simlik moylari, grafik, diagramma.

Abstract. In order to produce mayonnaise with high nutritional value using vegetable oils and blended oils, the physicochemical properties of the oils were first studied. Mayonnaise is an emulsion consisting of a mixture of vegetable oil and an aqueous solution. Mayonnaise emulsions are classified as first-order or direct emulsions, because they consist of a nonpolar liquid dispersed in a polar liquid, that is, oil-in-water emulsions. In contrast, second-order or inverse emulsions are referred to as water-in-oil emulsions.

Keywords: Mayonnaise, liquid, dispersed phase, emulsion, aqueous solution, concentration, medium, nonpolar, seed, vegetable oils, graph, diagram.

Аннотация. С целью получения майонеза с высокой пищевой ценностью с использованием растительных и смешанных масел были предварительно изучены физико-химические свойства масел. Майонез представляет собой эмульсию, состоящую из смеси растительного масла и водного раствора. Эмульсии майонеза классифицируются как эмульсии первого порядка или прямые эмульсии, поскольку они представляют собой дисперсию неполярной жидкости в полярной среде, то есть эмульсию типа «масло в воде». В противоположность этому, эмульсии второго порядка или обратные эмульсии называются эмульсиями типа «вода в масле».

Ключевые слова: Майонез, жидкость, дисперсная фаза, эмульсия, водный раствор, концентрация, среда, неполярный, семя, растительные масла, график, диаграмма.

KIRISH.

Dunyo miqyosida tez tayyorlanadigan taom va salatlar tarkibiga ishtaha ochish hamda tam berish uchun qo‘shiluvchi ozuqaviy qiymati yuqori bo‘lgan o‘simlik moylaridan mayonezlar ishlab chiqarish boyicha ilmiy-tadqiqotlar olib

ISSN 3030-3907

borish muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga aholini sifatli, ozuqaviy qiymati yuqori tayyor va yarim tayyor mahsulotlar bilan taminlash bo‘yicha olib botilayotgan islohatlar dolzarb ahamiyatga ega. Shu bilan birga, profilaktik xususiyatlari yaxshilangan, tarkibi noan’anaviy xom ashyolar qo’shilib shakllangan, sifati va organoleptik ko’rsatkichlari me’yorlarga mos mayonez ishlab chiqarish texnologiyalarini maqbullashtirish bo’yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Mayonez o‘simlik moyi va suvli eritma aralashmasidan iborat emulsiyadir. Mayonez emulsiyalari birinchi tartibli yoki tog‘rida to‘g‘ri emulsiyalar deb tasniflanadi. Chunki ular qutbli suyuqlikda qutbsiz suyuqlik yoki suvdagi moy (aksincha ikkinchi tartibli yoki teskari emulsiyalar moydagi suv deb ataladi.

Yuqori konsentrlangan emulsiyalar (dispers faza konsentratsiyasi 74% dan ortiq bo‘lgan) deformatsiyalangan tomchilarga ega va ulardagi dispersiya muhiti ko‘pincha yuypqa qatlamlarga- emulsiya plyonkalariga aylanadi.

Mayonez yuqori biologik qiymatli mahsulot hisoblanadi. Uning tarkibiga o‘simlik moylari kungaboqar, paxta, soya, zig‘ir, rayhon moyi kiradi. Bu moylar faqatgina koloriya manbai bo‘lib qolmay,balki essensial kislotalar olein,linol manbaidir.

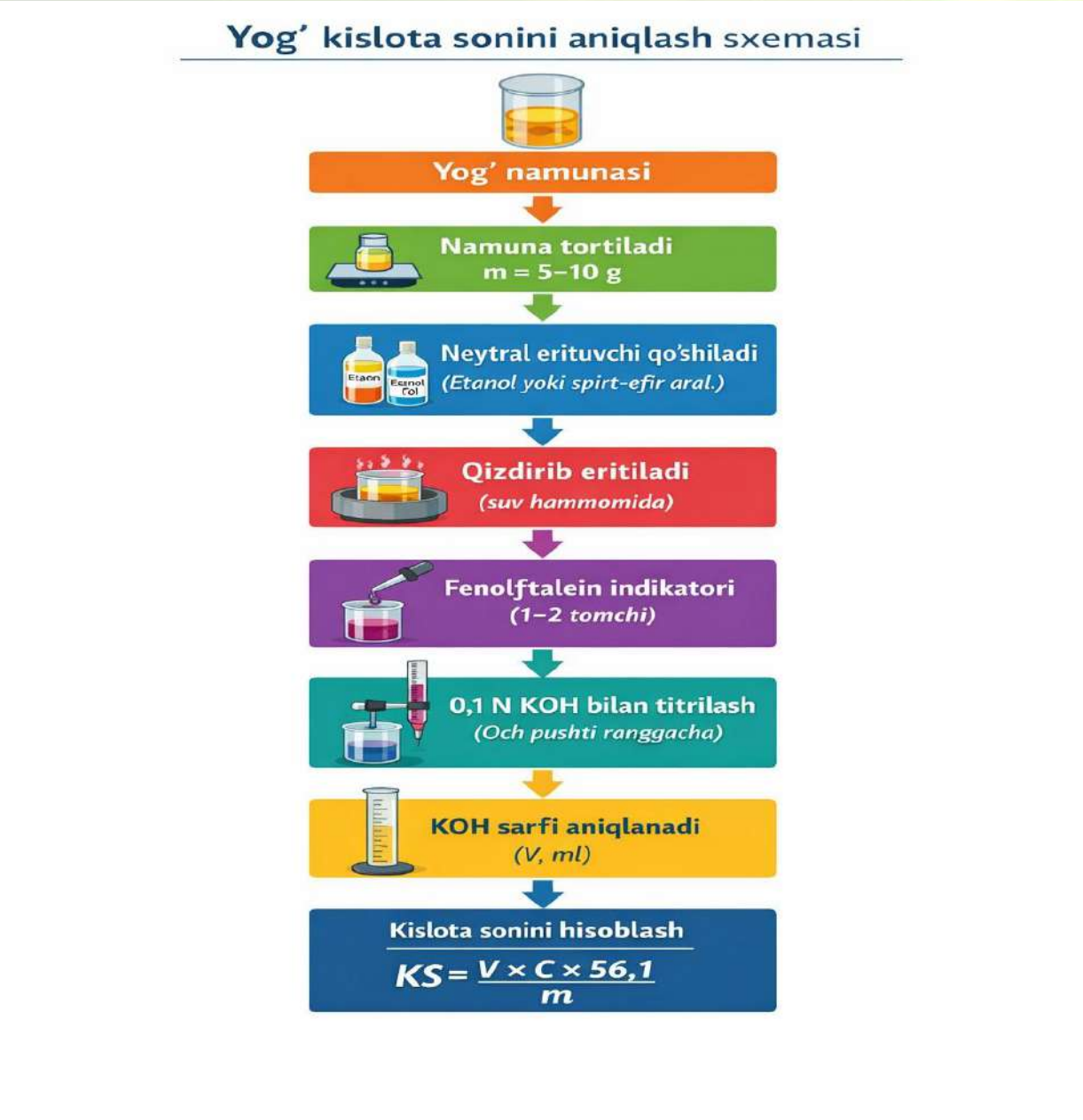
ADABIYOTLAR TAHLILI. Yog’li emulsiya mahsulotlari retseptlarini kengaytirish, mayonez ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirish bo’yicha A. Kamal-Eldin, R. Pazhvand, A.M. Khavarpour, M. Namiki, N.M. Nayar, K.L. Mehra, N. Martínez-Aranda, S. Losada, C.B. Díaz, L.Romsted, B.N. Tyutyunnikov, A.L. Markman, A.G. Sergeev, A.I. Glushenkova, A.P. Nechaev, N.S. Arutyunyan, Yu.K. Kadirov, S.A. Abduraximov, I.B. Isabaev, A.T. Ro’ziboev va boshqalar ilmiy-tadqiqot ishlari olib borishgan.

Ular tomonidan fiziologik faol qo’shimchalar bilan boyitilgan mayonez retseptlari yaratilgan, noan’anaviy o’simliklar, poliz ekinlari urug’lari va meva danaklari moylarini qo’llab, yog’ kislotalar tarkibining xilma-xilligi va essentsial yog’ kislotalar ulushi oshirilgan oziqaviy qimmati yuqori, vitamin va minerallar saqlagan mayonez ishlab chiqarishning takomillashgan texnologiyalari ishlab chiqilgan.

NATIJA VA MUHOKAMA.

Olib borilgan ilmiy tadqiqot ishimizda rafinatsiyalangan o‘simlik moylari va aralashma moylarning kislota sonini aniqlash sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan

ISSN 3030-3907



YOG‘ KISLOTA SONINI ANIQLASH DIAGRAMMASI TAHLILI

Berilgan grafik diagramma yog’ tarkibidagi erkin yog’ kislotalari miqdorini aniqlash jarayonini bosqichma-bosqich ifodalaydi. Ushbu ko’rsatkich yog’ning sifat darajasi, yangiligi va saqlash holatini baholashda muhim ahamiyatga yega. Yog’ namunasi olish. Diagrammaning birinchi bosqichida tahlil qilinadigan yog’ namunasi olinadi. Namunaning tozaligi va bir xilligi natijaning aniqligiga bevosita ta’sir qiladi. Yog’ namunasi (odatda 5–10 g) analitik tarozida aniq tortiladi. Namuna massasining to’g’ri olinishi hisoblash natijalarining ishonchliligini ta’minlaydi. Neytral yerituvchi qo’shilishi spirt–efir aralashmasida yeritiladi. Erituvchining neytral bo’lishi titrlash jarayonida begona reaksiyalar yuzaga kelishini oldini oladi.

ISSN 3030-3907

Qizdirib eritish. Aralashma suv hammomida qizdirilib, yog’ to’liq yeritiladi. Bu bosqich yerkin yog’ kislotalarining yerituvchida to’liq ajralishini ta’minlaydi. Indikator qo’shish. Fenolftalein indikatori (1–2 tomchi) qo’shiladi. U ishqoriy muhit hosil bo’lganda rangini o’zgartirib, titrlash yakunini aniqlashga xizmat qiladi. KON bilan titrlash

Eritma 0,1 N kaliy gidroksid (KON) eritmasi bilan och pushti rang paydo bo’lguncha titrlanadi. Bu bosqichda erkin yog’ kislotalari ishqor bilan neytrallanadi. KON sarfini aniqlash

Titrlash jarayonida sarflangan KON hajmi (V, ml) qayd etiladi. Bu qiymat kislota sonini hisoblash uchun asosiy ko’rsatkich hisoblanadi. Kislota sonini hisoblash

Diagrammaning yakuniy bosqichida quyidagi formula asosida kislota soni aniqlanadi: $Ks = \frac{V*C*56,1}{m}$

Bu yerda: Ks– yog’ kislota soni (mg KOH/g), V – KOH hajmi (ml),
C – KOH konsentratsiyasi, m – yog’ namunasi massasi (g).

Umumiy xulosa. Grafik diagramma yog’ kislota sonini aniqlash metodikasini vizual va izchil tarzda ko’rsatib beradi. Ushbu usul yog’ning oksidlanish darajasi va iste’molga yaroqliligini baholashda keng qo’llaniladi. Kislota sonining yuqori bo’lishi yog’ning buzilganligi yoki uzoq saqlanganligini bildiradi.

O‘simlik moylarining kislota sonini erkin yog‘ kislotalarini neytrallashga sarflangan kaliy gidroksid miqdorini aniqlash orqali baholanadi.Analiz uchun moy namunasi tortilib,neytral etil spirti (yoki spirt -spirt efir aralashmasi)da eritiladi. Eritmaga fenolftalein indikatori qo‘shilib,0,1 NaOH yoki KOH eritmasi bilan och pushti rang hosil bo‘lguncha titrlash amalga oshirildi.Rangning 30 soniya davomida titrlashning tugaganligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot jarayonida o‘simlik moylari va aralashma moyning fizik-kimyoviy ko’rsatkichlari o’rganildi. Dastlab laboratoriyaga keltirilgan o‘simlik moylari va shular asosida tayyorlangan aralashma moylarning kislota sonlari aniqlandi quyidagi 1-jadvalda moylarning kislota sonlari keltirilgan.

1-jadval

O‘simlik moylari va aralashma moyning kislota soni

	O‘simlik moylari nomi	**Yog‘ kislotasi soni**
1.	Kungaboqar moyi	0,336
2.	Zig‘ir moyi	0,448
3.	Rayhon moyi	0,448
4.	Aralashma moy	0,157

ISSN 3030-3907

Tahlil natijalariga ko‘ra, o‘simlik moylari va ular asosida tayyorlangan aralashma moylaring kislota sonlari talabga javob berishi ozuqaviy qiymati yuqoriligi o‘z isbotini topdi.

O‘simlik moylari orasida kungaboqar (*Helianthus annuus* L.), zig‘ir (*Linum usitatissimum* L.), rayhon (*Ocimum basilucum L.*), moylari yuqori biologik qiymatga ega bo‘lib, ularning to‘yintirilmagan yog‘ kislotalari-linol (C18:2), olein (C18:1) va linolen (C18:3n3)-inson salomatligi uchun foydalidir . Kungaboqar moyi texnologik barqarorligi va neytral ta’mi bilan, soya moyi esa emulsifikatsiya xususiyatlari va fosfolipid tarkibi bilan ajralib turadi. Zig‘ir moyi esa omega-3 yog‘ kislotalarining muhim manbai bo‘lib, yallig‘lanishga qarshi va antioksidant xususiyatlari bilan qadrlanadi . Ushbu yog‘larning aralashmasi- kungaboqar 80%, zig‘ir 15% va rayhon 5%-optimal yog‘ kislotalar muvozanatini ta’minlab, oksidlanishga chidamli, emulsiya jihatidan barqaror va biologik faol mayonez olish imkonini beradi. Bunday kombinatsiya omega-6/omega-3 nisbatini 5:1 oralig‘ida ushlab turadi, bu esa yurak-qon tomir tizimining fiziologik faoliyatini me’yorlashtiruvchi eng faol kislotalar hisoblanadi. Quydagi 2-jadvalda o‘simlik moylari va aralashma moylarning kislota tarkibi keltirilgan.

2-jadval

Yog‘ kislotalarining tarkibiy tahlili

№	Yog‘ kislota nomi	Kungaboqar	Zig‘ir	Rayhon	Aralashma
1	Miristin C14:0	0,06	0,04	0,03	0,054
2	Miristolein C14:1	0	0	0	0
3	Palmitin C16:0	9,83	5,24	6,76	5,984
4	Palmitolein C16:1	0,07	0,06	0	0,068
5	Stearin C18:0	4,08	4,02	2,84	3,460
6	Olein C18:1	20,3	17,65	10	26,234
7	*trans*-linol C18:2	0	0	0	0
8	Linol C18:2	55,62	14,5	22,13	50,675
9	Araxin C20:0	0	0,12	0	0,012
10	Linolen C18:3	0,69	57,58	57,41	12,406
11	γ-linolen C18:3	6,26	0,19	0,3	0,442

ISSN 3030-3907

12	Gadolein C20:1	0,82	0	0,19	0,095
13	Boshqa	2,27	0,6	0,34	0,57
14	Umumiy miqdori,%	100%	100%	100%	100%

Yog‘ kislotalari tahlilidan ko‘rinadiki, linol va linolen kislotalarining umumiy miqdori 66 % dan ortiqni tashkil etdi, bu esa mahsulotni omega-3 va omega-6 yog‘ kislotalarining tabiiy manbai sifatida tavsiflaydi. Olingan ω–6/ω–3 nisbat (≈ 5:1) fiziologik me’yorga yaqin bo‘lib, yurak-qon tomir kasalliklari oldini olish uchun maqbul nisbat hisoblanadi.

Zig‘ir va rayhon urug‘i moyi ishtirokida linolen kislotasi miqdori sezilarli oshgan, bu esa antioksidant xususiyatni kuchaytirgan. Rayhon moyidagi fosfolipidlar emulsiya sirtida barqaror struktura hosil qilib, yog‘ tomchilarining koalesensiyasini kamaytirgan.

Gaz xromatografiyasida ko‘rilgan o‘simlik moylari Jadvalda keltirilgan yog‘ kislotalari har bir o‘simlik yog‘i uchun muhim biokimyoviy ko‘rsatkich hisoblanadi.Ular ular o‘simlik moyining ozuqaviy qiymatini, fizik-kimyoviy xossalarini va biologik faolligini belgilaydi.Kungaboqar(Helianthus anmus L) ,zig‘ir (Linum usitatissimum L) ,rayhon (Ocimum basilucum L.)moylarning tarkibi linol va linolen kislotalarining umumiy miqdori 66% dan ortiqni tashkil etdi.Bu esa mahsulotni omega -3 va omega -6 yog‘ kislotalarining tabiiy manbai sifatida tavsiflaydi.Ushbu o‘simlik moylari aralashmasidan kungaboqar 80%, zig‘ir15%, va rayhon 5% optimal yog‘ kislotalar muvozanatini ta'minlab,oksidlanishga chidamli ,emulsiya jihatdan barqaror struktura hosil qilib, yog‘

XULOSA

Olingan ilmiy natijalar kungaboqar–zig‘ir-rayhon moylari asosida ishlab chiqilgan mayonezni funksional va dietik oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish uchun istiqbolli deb baholash imkonini beradi. Ushbu mahsulotni sanoat miqyosida qo‘llash import o‘rnini bosuvchi, mahalliy xomashyoga asoslangan, sog‘lom ovqatlanishni ta’minlovchi muqobil emulsiya mahsuloti sifatida tavsiya etish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Salixanova D.S., Ismoilova M.A., Eshmetov I.D., Abduraximov A.A., Azimova D.A., Sagdullayeva D.S., Eshmetov R.J. Qolip va patnislarni moylash uchun emulsiya olish usullari, Foydali model, O‘zbekiston respublikasi adliya vazirligi. № FAP 02223.17.02.2023.

ISSN 3030-3907

2. Ismoilova M.A. Effect Of Emulsifier Amount On Obtaining Emulsions For Mold Lubrication/Universum ximiya i biologiya, https://7universum.com/ru/nature/archive/item/14638, Moskva.2022., № 12 S.66-69.
3. Salixanova D.S., Ismoilova M.A., Sagdullaeva B.Sh., Adashev B.Sh., Kadirova N.B. Faktori, Vliyayushie na prosess emulgirovaniya vodno-jirovix emulsiy/Nauchno-texnicheskiy jurnal Ferganskogo politexnicheskogo instituta, Fergana. 2022., S.88-92.
4. Adashev B.Sh.,Salixanova D.S., Ismoilova M.A. Uluchshenie biologicheskix svoystv rastitelnix masla kupajirovaniem, Universum: ximiya i biologiya:elektron.nauchn.jurn.2023.4(106).URL:https://7universum.com/ru/nature/archive/item/15218 (data obrasheniya: 13.09.2023).
5. Salixanova D.S., Ismoilova M.A., Adashev B.Sh., Muratov M.M. Analysis emulsions obtained in ultrasonic homogenizer and magnetic stirrer devices, Namangan muxandislik-texnologiya instituti ilmiy-texnik jurnali, 3-son jurnali, Namangan 2023., 105-109 bet.

ISSN 3030-3907

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЛОСКИХ И ВАКУУМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ.

Зохирова Шахноза Муродиллаевна
Старший преподователь, Каршинский гос. Университет, Узбекистан
E-mail: Zokhirova.sh@mail.ru

Аннотация. В статье рассматриваются конструкция, принцип действия и энергетическая эффективность различных типов солнечных коллекторов, применяемых для преобразования солнечной радиации в тепловую энергию. Особое внимание уделено плоским и вакуумным коллекторам, их оптическим и тепловым характеристикам, а также факторам, влияющим на величину КПД. Показана роль абсорбера, прозрачного покрытия и теплоизоляции в снижении теплопотерь. Рассмотрены зависимости полезной теплоты, оптического КПД, коэффициента теплопотерь и предельно достижимой температуры коллектора. Описаны виды селективных покрытий и их влияние на эффективность вакуумных коллекторов.

Ключевые слова: солнечный коллектор; плоский коллектор; вакуумный коллектор; абсорбер; селективное покрытие; солнечная радиация; тепловой КПД; оптический КПД; теплопотери; коэффициент теплопередачи; теплоноситель.

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh nurlanishini issiqlik energiyasiga aylantirish uchun ishlatiladigan turli xil quyosh kollektorlarining konstruktsiyasi, ishlash printsipi va energiya samaradorligi ko‘rib chiqiladi. Yassi va vakuum trubkali kollektorlarga, ularning optik va issiqlik xususiyatlariga hamda samaradorlikka ta'sir qiluvchi omillarga alohida e’tibor qaratiladi. Issiqlik yo‘qotilishini kamaytirishda absorber, shaffof qoplama va issiqlik izolyatsiyasining roli ko‘rsatilgan.

Foydali issiqlik, optik samaradorlik, issiqlik yo‘qotish koeffitsienti va kollektorning maksimal erishiladigan haroratiga bog‘liqliklari ko‘rib chiqiladi. Selektiv qoplamalarning turlari va ularning vakuum kollektorlarining samaradorligiga ta’siri tavsiflangan.

Kalit so‘zlar: quyosh kollektori; yassi kollektor; vakuum kollektor; absorber; selektiv qoplama; quyosh nurlanishi; issiqlik samaradorligi (FIK); optik samaradorlik(FIK); issiqlik yo‘qotilishi; issiqlik uzatish koeffitsienti; issiqlik tashuvchi.

Abstract. This article examines the design, operating principle, and energy efficiency of various types of solar collectors used to convert solar radiation into thermal energy. Particular attention is paid to flat-plate and evacuated tube collectors, their optical and thermal characteristics, and factors affecting efficiency.

ISSN 3030-3907

The role of the absorber, transparent coating, and thermal insulation in reducing heat loss is demonstrated. The dependencies of useful heat, optical efficiency, heat loss coefficient, and the maximum achievable temperature of the collector are considered. Types of selective coatings and their impact on the efficiency of evacuated tube collectors are described.

Keywords: solar collector; flat-plate collector; evacuated tube collector; absorber; selective coating; solar radiation; thermal efficiency; optical efficiency; heat loss; heat transfer coefficient; coolant.

ВВЕДЕНИЕ.

В условиях роста потребности в возобновляемых источниках энергии солнечная энергетика занимает одно из ключевых направлений развития современных теплоэнергетических систем. Солнечные коллекторы представляют собой технические устройства, предназначенные для преобразования солнечной радиации в тепловую энергию, которая затем используется в бытовых, технологических и энергетических установках. Благодаря экологичности, простоте эксплуатации и высокой эффективности такие устройства получили широкое распространение в гелиотермических системах различного назначения.

Существует два основных типа солнечных коллекторов - плоские и фокусирующие, которые отличаются способом улавливания и преобразования солнечной радиации. Наиболее популярными в низкотемпературных установках являются плоские солнечные коллекторы, работающие на основе парникового эффекта. Их конструкция включает абсорбер, прозрачное покрытие и теплоизоляционный слой, обеспечивающие эффективное поглощение излучения и минимизацию теплопотерь. Для получения более высоких температур применяются вакуумные коллекторы, в которых тепловые потери значительно снижены за счёт вакуумированной среды и использования селективных покрытий.

Изучение процессов теплопередачи, оптических свойств материалов и влияния конструктивных параметров на КПД солнечных коллекторов имеет важное значение для повышения эффективности гелиотермических систем. В данной работе рассматриваются принципы работы, конструктивные особенности и основные энергетические характеристики плоских и вакуумных солнечных коллекторов, а также факторы, определяющие их тепловую и оптическую эффективность.

Вопросы повышения эффективности солнечных тепловых установок активно исследуются как отечественными, так и зарубежными авторами. Ряд фундаментальных трудов посвящён изучению физических процессов,

ISSN 3030-3907

протекающих в солнечных коллекторах, а также влиянию конструктивных и эксплуатационных факторов на их энергетическую производительность.

В классических работах Дубинина и Копылова [4] рассматриваются принципы преобразования солнечной радиации в тепловую энергию, классификация солнечных коллекторов, а также особенности работы плоских солнечных систем, получивших широкое распространение в бытовой и промышленной теплогенерации. Авторы подчёркивают важность выбора материалов для абсорбера и остекления, так как именно эти элементы в значительной степени определяют оптический КПД коллектора.

Основы теплотехнических процессов, происходящих в гелиоустановках, детально изложены в работах Кудрявцева [2] и Яшина [6]. Эти авторы подробно анализируют механизмы теплопотерь - конвективных, кондуктивных и радиационных - и приводят методы их снижения за счёт улучшения теплоизоляции и применения селективных покрытий. Особое внимание уделяется роли коэффициента теплопередачи и его влиянию на общий КПД солнечного коллектора.

Существенный вклад в развитие теории оптических свойств солнечных коллекторов внесён Тарасовым [7], который исследовал влияние угла падения солнечных лучей на пропускание остекления и отражательные потери. В его работах представлены современные подходы к созданию высокоэффективных селективных покрытий, обладающих высоким коэффициентом поглощения и низкой степенью излучения, что позволяет существенно повысить рабочую температуру вакуумных коллекторов.

Зарубежные авторы также уделяют большое внимание моделированию процессов теплообмена в солнечных системах. Так, Duffie и Beckman [5] представляют обширную математическую базу для расчёта солнечных коллекторов, включая модели оптических потерь, теплового сопротивления, динамики теплоносителя и энергетического баланса.

На основе анализа работ различных авторов можно сделать вывод, что основными направлениями совершенствования солнечных коллекторов являются:

- разработка высокоселективных поглощающих покрытий;
- улучшение свойств прозрачного покрытия и снижение отражательных потерь;
- повышение качества теплоизоляции;
- оптимизация конструкции трубчатых и плоских абсорберов;
- моделирование и прогнозирование реальных тепловых режимов работы систем.

ISSN 3030-3907

Современная литература подчёркивает, что сочетание этих подходов позволяет добиться значительного повышения КПД солнечных тепловых систем, особенно в условиях высоких температур и переменной солнечной активности.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Технические устройства, предназначенные для улавливания солнечного излучения, его преобразования в тепловую энергию и передачи этого тепла промежуточному теплоносителю, который далее направляется в теплопотребляющие технологические или энергетические установки, называют солнечными коллекторами.

Выделяют два основных вида таких коллекторов - плоские и концентрирующие. В плоских устройствах солнечная энергия поглощается без увеличения плотности потока, тогда как в фокусирующих применяется концентрация лучей, что позволяет получить более высокую интенсивность излучения. В установках, работающих при сравнительно низких температурах, чаще всего используют плоские солнечные коллекторы (КСЭ). Их функционирование основано на принципе «солнечного ящика» или парникового эффекта. Схема плоского КСЭ представлена на рисунке 1.

Основная часть солнечной энергии переносится видимым светом, а меньшая - инфракрасным излучением. Световые лучи свободно проходят через верхнее прозрачное покрытие коллектора, выполненное из стекла или полимерной плёнки, и поглощаются на специальной лучепоглощающей поверхности. Эта поверхность изготавливается из материала с высокой теплопроводностью и значительным коэффициентом поглощения [1].

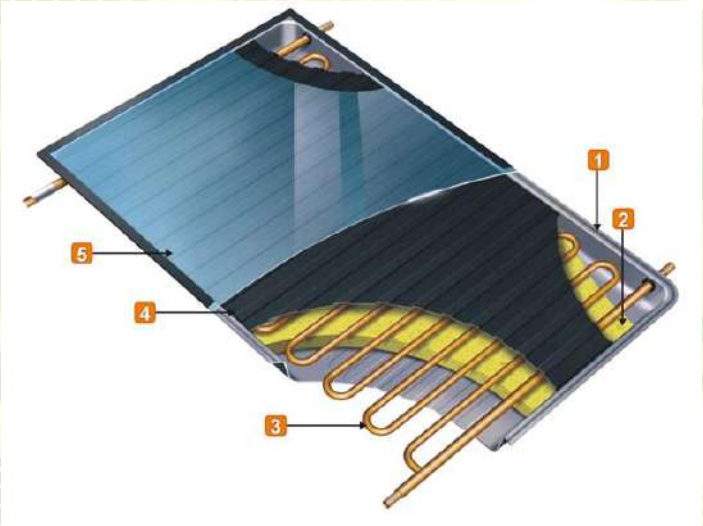


Рис. 1. Корпус коллектора, 2. Термоизоляция из минеральной ваты, 3. Абсорбер, изготовленный из медного или алюминиевого листа, 4. Стеклянная крышка с покрытием, уменьшающим теплопотери.

ISSN 3030-3907

Плоский солнечный коллектор включает в себя несколько основных элементов: абсорбер, улавливающий солнечное излучение, прозрачное защитное покрытие и слой тепловой изоляции. В прямоугольном корпусе, изготовленном из металла или алюминиевого сплава, размещается теплоприёмная часть - металлическая пластина, внутри которой запрессован медный трубчатый змеевик. Такая пластина обычно выполняется из меди или алюминия и покрывается тёмным абсорбционным слоем.

С нижней стороны эта пластина отделена от основания коллектора теплоизоляционным материалом, а в качестве верхнего покрытия используется прочное стекло либо поликарбонат. Трубки, по которым циркулирует теплоноситель, плотно соприкасаются с пластиной, что обеспечивает эффективный тепловой обмен. Комбинация плоской поглощающей поверхности и трубопроводов для теплоносителя образует единый узел - солнечный абсорбер. Для повышения эффективности поглощения солнечной энергии верхняя часть абсорбера окрашивается в чёрный цвет или покрывается специальным селективным слоем.

При нагревании абсорбер начинает отдавать тепловую энергию внутренним поверхностям коллектора. Поскольку температура его поверхности относительно невысока, основная часть излучения приходится на инфракрасный диапазон, который почти не проходит через стеклянное покрытие. Чтобы сократить теплопотери, по бокам и в нижней части коллектора устанавливают толстые слои теплоизоляции.

Основной характеристикой КСЭ является его тепловой КПД, показывающий, какая доля солнечной энергии $Q_л$, падающей на коллектор, передается в форме тепла $Q_{пол}$ потребителю. Для расчета тепловой КПД можно использовать формулу предложенной Duffie и Beckman [1]:

$$\eta_т = \frac{Q_{пол}}{Q_л} = \frac{M_т c_т (t_2 - t_1)}{Q_л} \quad (1)$$

где $Q_{пол} = Q_л - Q_{пот}$,

Поскольку количество полезного тепла определяется разностью между $Q_л$ и теплопотерями $Q_{пот}$, которые в свою очередь могут быть рассчитаны по известной формуле

$$Q_{пот} = kF(t_a - t_o) \quad (2)$$

k – средний эффективный коэффициент теплопередачи; F – площадь теплоотдающей поверхности; $t_а$ и $t_о$ – средняя температура поверхности абсорбера и температура окружающей среды, соответственно; $M_т$ – массовый расход теплоносителя через КСЭ; $c_т$ – удельная теплоемкость теплоносителя; t_1 и t_2 – температуры теплоносителя на входе и выходе из КСЭ [1,6].

ISSN 3030-3907

Оптический коэффициент полезного действия коллектора характеризует ту часть солнечного излучения, которая, пройдя через прозрачное покрытие, фактически поглощается абсорбером. Это значение определяется двумя параметрами: коэффициентом пропускания стекла α и коэффициентом поглощения поверхности абсорбера β. Для коллектора с однослойным остеклением оптический КПД выражается формулой:

$$\eta_0 = (\alpha\beta)_н \quad (3)$$

Где $(\alpha\beta)_н$ – произведение названных коэффициентов при нормальном к поверхности стекла и абсорбера падении солнечных лучей. В случае, когда угол падения лучей отличается от прямого, вводится поправочный множитель *K*, учитывающий увеличение потерь на отражение лучей. На рис. 2 приведен график зависимости этого коэффициента от угла θ между направлением луча и нормалью к поверхности остекления [1].

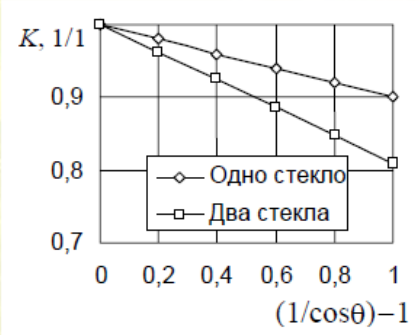


Рис. 2. Поправочный коэффициент, учитывающий увеличение потерь на отражение лучей.

С учетом угла падения лучей оптический КПД определяется по Формуле

$$\eta_0 = K(\alpha\beta)_н \quad (4)$$

Оптический и тепловой КПД связаны соотношением

$$\eta_т = \eta_0 - \frac{Q_{пот}}{I\Omega} \quad (5)$$

где $Q_{пот}$ – тепловые потери коллектора; I – плотность потока солнечной радиации; Ω–площадь апертуры коллектора.

Тепловые потери характеризуются величиной коэффициента теплопотерь U

$$U = \frac{Q_{пот}}{\Omega(t_a - t_o)} \quad (6)$$

Величина U определяется качеством теплоизоляции и с достаточной для расчетов точностью для каждого вида коллекторов может считаться постоянной. Если выразить отсюда $Q_{пот}$ и подставить это выражение в предыдущую формулу, то получим

$$\eta_т = \eta_0 - \frac{U(t_a - t_o)}{I} \quad (7)$$

ISSN 3030-3907

Откуда видно, что с увеличением t_a величина $\eta_т$ уменьшается. При некотором значении t_a КПД коллектора может стать равным нулю, и эта температура является предельно достижимой для данного коллектора [1,4].

Плоские солнечные коллекторы используют обычно в системах, где уровень нагрева теплоносителя не превышает 80 … 90 ^{0}C. Для нагрева до более высоких температур используют вакуумные коллекторы. В них абсорбирующая поверхность отделена от окружающей среды вакуумированным пространством, что позволяет значительно уменьшить потери теплоты в окружающую среду за счет исключения теплопроводности и конвекции. При этом потери излучением в значительной степени подавляются применением селективных покрытий, поглощение которых во много раз выше, чем излучение. Вакуумные коллекторы, схемы конструктивного выполнения которых приведены на рис. 3, позволяют нагревать теплоносители до 120 … 150 ^{0}C и выше.

Вакуумированный коллектор состоит из стеклянного корпуса (трубка диаметром 100 … 150 мм), внутри которой размещаются лучевоспринимающая поверхность с селективным покрытием и трубки для теплоносителя прямой или *U*-образной формы (или вместо их тепловые трубки). Пространство внутри стеклянного корпуса вакуумируется до давления 0,01 мм. рт. ст., что практически полностью исключает теплопроводность и конвекцию внутри коллектора. Обычно трубчатые коллекторы монтируются отдельными модулями по 10 труб.

Эффективность работы вакуумных коллекторов зависит от оптических свойств селективной поверхности абсорбера. По избирательности свойств различают четыре группы селективных покрытий: собственные, двухслойные, смикрорельефом, обеспечивающим аналогичный эффект и интерференционные.

Собственной избирательностью оптических свойств обладает небольшое число материалов, поэтому наибольшее применение получили двухслойные селективные пленочные покрытия. На поверхность, которой нужно придать селективные свойства, наносится слой с большим коэффициентом отражения в длинноволновой области, например медь, никель, молибден, серебро, алюминий. Сверху этого слоя наносится слой, прозрачный для излучения в длинноволновой области, но имеющий большой коэффициент поглощения в видимой части спектра. Такими свойствами обладают многие оксиды. Простейший пример получения двухслойной селективной поверхности – это окисление поверхности названных металлов. Наилучшие результаты получены, например, для пленок с черным хромом на

ISSN 3030-3907

алюминиевой фольге, с черным никелем на никелевой подложке (коэффициент поглощения α = 0,96, степень черноты ε= 0,07). Отношение α/ε называют степенью селективности, при α / ε > 30 равновесная температура вакуумного абсорбера (без теплоносителя) может достигать 350 … 600 ^{0}C [1,2].

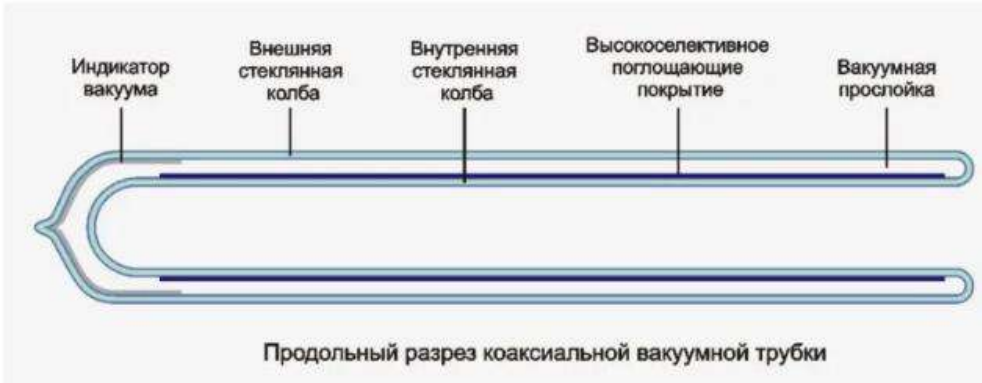


Рис. 3. Схема вакуумного коллектора

Селективность поверхности может быть обеспечена за счет геометрических факторов. Для этого микронеровности поверхности должны быть больше длины волны в видимой области спектра и меньше длины волны в инфракрасном диапазоне. Такая поверхность для первой области будет черной, а для второй – зеркальной. Подобными селективными свойствами обладают также тела с пористой структурой при соответствующих размерах пор.

Интерференционные селективные поверхности образуются несколькими перемежающимися слоями металла и диэлектрика, в которых коротковолновое излучение гасится за счет интерференции, а длинноволновое – свободно отражается.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

В ходе анализа плоских и вакуумных солнечных коллекторов были выявлены ключевые особенности, влияющие на их эффективность. Для плоских коллекторов основной фактор, определяющий тепловой КПД, - это качество абсорбирующей поверхности и эффективность теплоизоляции. Толстые слои теплоизоляции снижают теплопотери через нижнюю и боковые поверхности, а использование черного или селективного покрытия на абсорбере повышает поглощение солнечной радиации. Оптический КПД в значительной степени зависит от прозрачного покрытия и угла падения солнечных лучей, что подтверждается расчетами по формулам.

В результате анализа работы плоских и вакуумных солнечных коллекторов были получены следующие данные.

ISSN 3030-3907

Пример расчета полезного тепла для плоского коллектора: Массовый расход теплоносителя $M_t = 0{,}05$ кг/с, удельная теплоёмкость теплоносителя $c_t = 4200$ Дж/(кг·^{0}C), температура на входе t_1=25 ^{0}C, температура на выходе t_2=50 ^{0}C

Расчет полезного тепла:

$$Q_{\text{пол}} = M_{\text{т}} c_{\text{т}} (t_2 - t_1) = 0{,}05 \cdot 4200 \cdot (50 - 25) = 5250\text{Дж/с} = 5{,}25\text{квт}$$

Если солнечное излучение $Q_{\text{л}}$=7 кВт, то тепловой КПД коллектора:

$$\eta_{\text{т}} = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q} = \frac{5{,}25}{7} \approx 0{,}75$$

Таблица 1.

Сравнение характеристик плоского и вакуумного коллекторов

Параметр	Плоский коллектор	Вакуумный коллектор
Максимальная температура теплоносителя, °C	80–90	120–150
Тепловой КПД, %	60–75	70–90
Теплопотери	Средние	Низкие
Применение	Низкотемпературные системы	Средне- и высокотемпературные системы
Стоимость	Низкая	Высокая

Вакуумные коллекторы показывают значительно более высокие показатели тепловой эффективности благодаря снижению теплопотерь за счет вакуумированной среды. Применение селективных покрытий позволяет повысить коэффициент поглощения солнечной энергии и одновременно снизить собственное излучение абсорбера. В результате теплоноситель может нагреваться до более высоких температур, достигая 120–150 °C и выше, что делает вакуумные коллекторы предпочтительными для среднетемпературных гелиоустановок.

Сравнительный анализ показывает, что при одинаковой площади коллектора вакуумные устройства обеспечивают больший выход полезной энергии, особенно в условиях низкой солнечной активности или при необходимости нагрева теплоносителя до высоких температур. Плоские коллекторы, в свою очередь, остаются оптимальными для

ISSN 3030-3907

низкотемпературных систем, где простота конструкции и невысокая стоимость имеют решающее значение.

Таким образом, эффективность работы солнечного коллектора определяется комплексом факторов: конструктивными особенностями абсорбера, свойствами прозрачного покрытия, качеством теплоизоляции и оптическими характеристиками материалов. Оптимизация этих параметров позволяет существенно повысить общий КПД системы и снизить эксплуатационные теплопотери.

Из расчета видно, что вакуумные коллекторы обеспечивают более высокую температуру теплоносителя и меньшие теплопотери по сравнению с плоскими. Однако плоские коллекторы остаются экономически более выгодными и простыми в установке для систем с низкой температурой нагрева.

Комбинация данных расчетов и таблицы позволяет наглядно сравнить эффективность различных типов солнечных коллекторов и определить оптимальный вариант для конкретной системы.

Таблица 2.

КПД плоского и вакуумного коллекторов в зависимости от температуры теплоносителя

t_a (^{0}C)	КПД плоского, %	КПД вакуумного, %
30	78	85
50	72	83
70	65	80
90	58	78
110	-	74
130	-	70

Из таблицы видно, что КПД плоского коллектора резко падает при повышении температуры, тогда как вакуумный коллектор сохраняет высокий КПД на более широком диапазоне температур.

ISSN 3030-3907

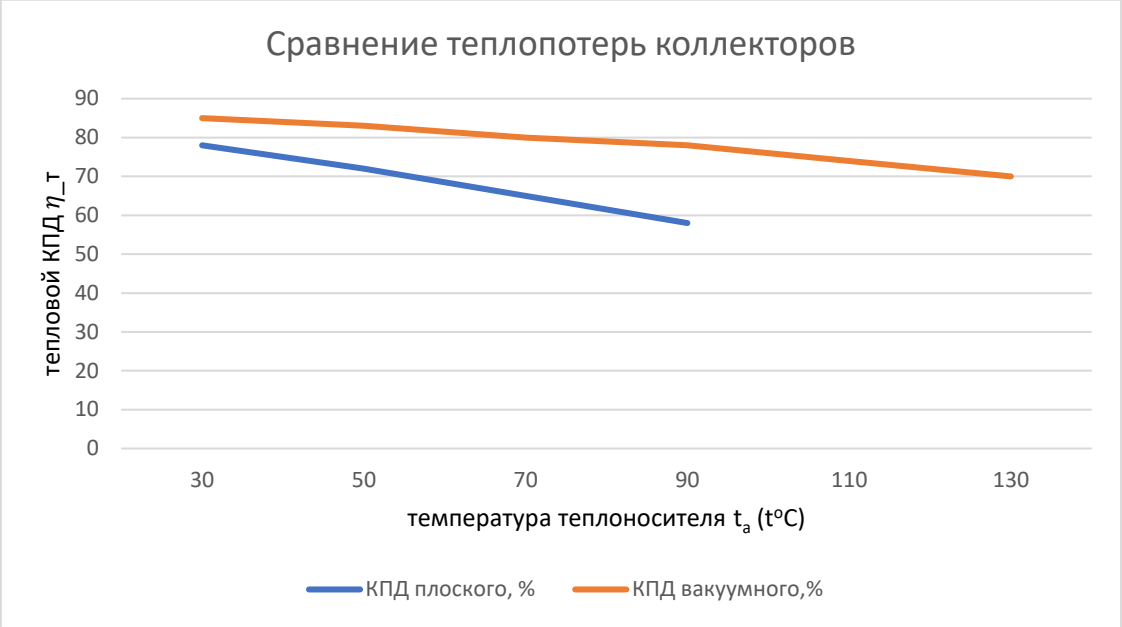


Диаграмма 1. Сравнение теплопотерь коллекторов

Плоский коллектор: теплопотери около 25%, вакуумный коллектор: теплопотери около 10%.

Эта диаграмма визуально показывает преимущество вакуумного коллектора в снижении теплопотерь.

ВЫВОДЫ.

Проведённый анализ конструктивных особенностей и принципов функционирования солнечных коллекторов показал, что их эффективность в значительной степени определяется качеством поглощающей поверхности, оптическими свойствами остекления и величиной теплопотерь. Плоские солнечные коллекторы являются наиболее распространёнными в низкотемпературных гелиоустановках благодаря простоте конструкции и надёжности работы. Они обеспечивают приемлемый уровень нагрева теплоносителя при условии применения эффективной теплоизоляции и высокопоглощающих покрытий.

Вакуумные коллекторы обладают существенно меньшими теплопотерями за счёт создания вакуумированной среды между абсорбером и окружающей средой. Использование селективных покрытий позволяет значительно повысить коэффициент поглощения и уменьшить собственное тепловое излучение, что обеспечивает достижение высоких температур теплоносителя. Таким образом, выбор типа коллектора должен основываться на требуемых температурных режимах, климатических условиях и экономических факторах.

В целом, дальнейшее совершенствование солнечных коллекторов связано с развитием новых селективных покрытий, улучшением

ISSN 3030-3907

теплоизоляционных материалов и оптимизацией оптических характеристик прозрачных элементов, что позволит повысить общий КПД гелиотермических систем.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.И. Ляшков, С.Н. Кузьмин. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Учебное пособие. – Тамбов: Изд-во Тамб. Гос. Техн. Ун-та, 2003. – 96 с.
2. Кудрявцев В. М. Возобновляемые источники энергии: учебное пособие. - Санкт-Петербург: Питер, 2019. - 256 с.
3. Кошелев А. А., Самойлов В. В. Основы гелиоэнергетики. - Новосибирск: СибУП, 2020. -198 с.
4. Дубинин Н. Е., Копылов И. П. Солнечные коллекторы и гелиотермические системы. - Москва: Энергоатомиздат, 2018. - 312 с.
5. Duffie J. A., Beckman W. A. Solar Engineering of Thermal Processes. - Wiley, 2013. - 650 p.
6. Яшин В. В. Теплотехнические расчёты солнечных коллекторов. - Москва: Машиностроение, 2017. - 220 с.
7. Тарасов Ю. А. Гелиотехника: теория и практика. - Екатеринбург: УрФУ, 2021. - 310 с.

ISSN 3030-3907

STUDY OF PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CERTAIN TYPES OF DOLOMITE MINERALS COMMON IN THE TERRITORY OF UZBEKISTAN

Ziyoyev B. T.
Tashkent Institute of Chemical Technology,
E-mail: bayoniddinziyoyev3@gmail.com
Nabiyev A.A.
Tashkent Institute of Chemical Technology,
Ruziev I.Kh.
Institute of Biochemistry, Samarkand State University named after Sh. Rashidov
Rabbimova M.K.
Institute of Biochemistry, Samarkand State University named after Sh. Rashidov
Ganiyeva G.N.
Tashkent Institute of Chemical Technology,

Annotation. The paper determines the chemical, dispersed composition and properties (moisture content, free and compacted density, slope angle, flowability, hygroscopic point, moisture capacity, pH of a 10% suspension) of dolomite minerals, which are used to improve the commercial properties of ammonium nitrate and are considered in as modifiers.

Key words: dolomite mineral, chemical and dispersed composition, humidity, density, hygroscopic point, pH.

Annotasiya. Ishda ammiakli selitrasining tovar xossalarini yaxshilashda qo‘llaniladigan va modifikator qo‘shimcha hisoblangan dolomit minerallarining kimyoviy, dispers tarkiblari va xossalari (namligi (%), erkin uyma va zichlashgan zichligi(g/sm^3), qiyalik burchagi (grad.), sochiluvchanligi (soniya), gigroskopik nuqtasi (%), namlik sig‘imi (%) va 10 %-li suspenziyasining pH muhiti) aniqlangan.

Kalit so‘zlar: dolomit minerali, kimyoviy va dispers tarkib, namlik, zichlik, gigroskopik nuqta, pH muhit.

Аннотация. В работе определены химический, дисперсный состав и свойства (влажность, свободная и с уплотнением плотность, угол откоса, сыпучесть, гигроскопическая точка, влагоёмкость, pH 10 %-ной суспензии) доломитовых минералов, используемые для улучшения товарных свойств аммиачной селитры и рассматриваемые в качестве модификаторов.

Ключевые слова: доломит минерал, химический и дисперсный состав, влажность, плотность, гигроскопическая точка, pH среда.

ISSN 3030-3907

INTRODUCTION.

Dolomite is one of the most common carbonate minerals and is a compound of calcium and magnesium carbonates. It finds wide industrial applications, particularly in the production of cement, steel, and a number of other materials. Dolomite deposits are widespread throughout Uzbekistan, particularly in mountainous regions, including the Tashkent, Navoi, and Samarkand provinces.

Investigating the physicochemical characteristics of dolomite minerals in Uzbekistan is important for a deeper understanding of their properties and assessing their potential for use in various industries. Such studies encompass the analysis of optical, electrical, magnetic, acoustic, and other properties of the minerals.

This paper focuses on the key physicochemical parameters of dolomite, including hardness, density, optical characteristics, infrared spectroscopy data, and thermodynamic properties. The results of modern scientific research are also reviewed, and the potential for practical industrial application of the identified properties is explored.

Thus, studying the physicochemical properties of dolomite opens up broad prospects for its rational use. Dolomite is one of the most common magnesium-calcium carbonates in the Earth's crust, and its properties depend significantly on its chemical composition and crystal structure. Pure dolomite has a hardness of 3.5–4 on the Mohs scale, and a density ranging from 2.85–2.95 g/cm³.

Various methods are used to study the physicochemical properties of dolomite, including X-ray diffraction analysis, infrared spectroscopy, optical studies, heat capacity determination, and other analytical approaches. It should be noted that each method has its own characteristics and limitations, and requires specific experimental conditions.

The data obtained on the physicochemical properties of dolomite are of practical value for many industries. In metallurgy, dolomite is used as a component in the production of cast iron and steel, in the construction industry for the manufacture of cement, and in the glass and ceramic industries, as well as in the production of drilling fluids and other materials. Ultimately, a comprehensive study of the physicochemical properties of dolomite minerals in Uzbekistan is of significant interest to both science and industry. The results of such research can be used to develop new materials and technologies, contributing to increased production efficiency and reduced environmental impact.

RELEVANCE OF THE STUDY. Research into the physicochemical characteristics of dolomite minerals in Uzbekistan is a relevant area for a number of reasons.

ISSN 3030-3907

First of all, dolomite is one of the most widely distributed minerals in the Earth's crust. It is widely used in various economic sectors, including construction, agriculture, metallurgy, the chemical industry, and other industries. The physicochemical properties of dolomite determine the potential and effectiveness of its use, making their study crucial for the country's economic development.

Furthermore, Uzbekistan is among the world's leading producers of dolomite. In this context, studying the physicochemical properties of local dolomite minerals allows for a more comprehensive assessment of the country's resource potential, its position in the global market, and prospects for increasing exports.

Finally, analysis of the physicochemical properties of dolomite in Uzbekistan can facilitate the development and implementation of new technologies for its processing and application. Studying the characteristics of this mineral opens up opportunities for the development of innovative materials with tailored properties that are in demand in various industries. Thus, the physicochemical properties of dolomite minerals in Uzbekistan are a pressing issue of significant economic and scientific significance, and may lead to the development of new technologies and materials.

For normal plant growth and development, it must be provided with sufficient nutrients. Nitrogen, phosphorus, potassium, sulfur, calcium, and magnesium are the primary plant nutrients. In addition, plants require micronutrients such as boron, molybdenum, copper, manganese, zinc, and others [1]. The greater the amount of plant-active macro- and micronutrients in a fertilizer, the higher its quality. Developed countries primarily use fertilizers containing two or three nutrient components.

Plants obtain most of their nutrient nitrogen from nitrogen fertilizers (urea, ammonium nitrate, ammonium sulfate, AFU, etc.) [2]. Of these, ammonium nitrate (AN) is the most effective and versatile fertilizer [3, 4]. However, the storage and transportation of packaged ammonium nitrate granules in warehouses and before they reach consumers presents significant challenges, including the accumulation of granules in polyethylene bags, forming a monolithic mass, and, especially, the risk of explosion.

Explosions involving ammonium nitrate led to the addition of calcium and magnesium carbonates in some countries, eliminating any potential hazard. This product is marketed as calcium ammonium nitrate (CAN) or ammonium nitrate with limestone or dolomite. The global production capacity of CAN is estimated at approximately 7% [5].

Worldwide, 42 companies produce and supply CAN with a nitrogen content of 20-33.5%, including 31 in Europe [6, 7].

ISSN 3030-3907

EXPERIMENTAL METHODOLOGY. Our experimental methodology consisted of the following stages:

1. Sample Collection: We collected several dolomite samples from various deposits in Uzbekistan;

2. Sample Preparation: We cleaned the samples of dirt and other contaminants. We then crushed them into small pieces;

3. Chemical Composition Determination: We analyzed the content of key elements such as Ca, Mg, Fe, and Mn, as well as compounds such as CaO, MgO, SiO_2, MnO2, TiO_2, Na_2O, and K_2O. 4. We studied the following physical properties: density, hardness, thermal conductivity at various temperatures, electrical conductivity, permittivity, and porosity of the samples.

This means that carbonate (dolomite, chalk, and limestone) compounds used as modifiers in the composition of the AS may be promising additives for improving its commercial and consumer properties. Therefore, dolomite flour samples from the Navbahor (Navoi Region), Shursui (Fergana Region), Karnab (Samarkand Region), Ketmonchin (Navoi Region), and Dehkanabad (Kashkadarya Region) deposits were selected as modifying additives for saltpeter. All of these deposits are currently being developed on an industrial scale.

Their particle size distribution and chemical compositions are presented in Tables 1 and 2.

Table 1

Particle size distribution of dolomite flour samples from various deposits

Size class, mm	Fraction yield, wt.%				
	Navbahor	Shursu	Karnab	Ketmonchi	Dexkanabad
0,5	13,67	9,70	18,68	18,75	27,84
- 0,5 + 0,315	10,98	11,03	24,57	23,64	13,62
- 0,315 + 0,25	5,60	4,48	5,08	6,20	4,01
- 0,25 + 0,16	3,12	8,62	16,50	15,87	16,78
- 0,16 + 0,063	11,73	17,31	11,13	11,32	11,43
- 0,063 + 0,05	54,90	48,86	24,04	24,22	26,32
Исходная масса	100%	100%	100%	100%	100%

Table 2

Chemical composition of dolomite flour samples from various deposits

Name of	Content of components, wt. %

ISSN 3030-3907

dolomite deposit	CaO	MgO	SiO_2	MnO	TiO_2	Na_2O	K_2O	P_2O_5	SO_3	CO_2
Navbahor	28,0	25,0	2,14	0,077	-	0,04	0,12	0,02	0,23	44,30
Shursu	31,48	19,17	2,87	0,01	0,02	0,05	0,15	0,03	0,30	45,0
Karnab	30,02	19,36	2,74	0,01	0,03	0,25	0,10	0,15	0,30	45,40
Ketmonchi	30,32	19,56	2,12	0,03	0,02	0,06	0,08	0,16	0,42	45,20
Dexkanabad	30,56	20,41	2,30	0,01	0,021	0,055	0,07	0,08	2,12	45,16

Table 2 shows that the Navbahor dolomite contains 28.0% CaO, 25.0% MgO and 44.30% CO_2, the Shursui dolomite contains 31.48% CaO, 19.17% MgO and 45.0% CO_2, the Karnab dolomite contains 30.02% CaO, 19.36% MgO and 45.40% CO_2, the Ketmonchi dolomite contains 30.32% CaO, 19.56% MgO and 45.20% CO2, and the Dehkanabad dolomite contains 30.56% CaO, 20.41% MgO and 45.16% CO2. In addition, the dolomite flour contains about ten macro- and microelements. This means that the AS is enriched with nutrients. Dolomite flour (from the Shursui, Navbahor, Karnab, Ketmonchi, and Dehkanabad deposits) is an excellent natural mineral. Dolomite mineral ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) contains 54.35% calcium carbonate ($CaCO_3$) and 45.65% magnesium carbonate ($MgCO_3$). They are suitable for this purpose after simple thermal activation and do not require environmentally hazardous and expensive chemical activation.

To develop a technology for producing modified AS with the addition of dolomite flour, information on the physicomechanical properties of the dolomite raw material is necessary. These properties include moisture content, bulk density, angle of repose, flowability, pH, hygroscopicity, and water capacity (Table 3).

Table 3

Physicomechanical characteristics of dolomite flour from various deposits

Properties	Indicators				
	Navbahor	Shursu	Karnab	Ketmonchi	Dexkanabad
Humidity, %	1,0	1,5	1,23	1,38	1,12
Bulk density, g/cm^3	1,26	1,23	1,27	1,25	1,24
Density with compaction, g/cm^3	2,82	2,80	2,788	2,81	2,79
Slope angle, grad.	40º02´	41º10´	38º06	42º14	39º56

ISSN 3030-3907

Flowability, sec.	18,0	17,76	18,40	19,0	17,92
Hygroscopic point, %	42,10	41,65	39,43	42,0	42,89
Moisture capacity, %	9,22	8,04	7,50	9,06	8,53
pH of 10% suspension	9,07	8,79	8,67	8,83	8,78

ANALYSIS AND RESULTS. The results of Table 3 show that at a humidity of 1.0-1.5%, the free bulk density of dolomite flour is equal to 1.26 g/cm^3 for the first sample (Navbahor); 1.23 g/cm^3 for the second (Shurs); 1.27 g/cm^3 for the third (Karnab); 1.25 g/cm^3 for the fourth (Ketmonchi) and 1.24 g/cm^3 for the fifth (Dehkanabad), and with compaction it is 2.82; 2.80; 2.788; 2.81 and 2.79 g/cm3, respectively. The angle of repose of its free surface is one of the parameters that allows us to evaluate the mobility of dolomite flour bulk material. The smaller the angle of repose, the greater the mobility of the particles of the bulk medium. The slope angle of the dolomite flour was 40 degrees for the first sample; 41 degrees for the second; 38 degrees for the third; 42 degrees for the fourth; and 39 degrees for the fifth. Flowability tests showed that they were equal to 10 points for all samples. The hygroscopic point was 42.10% for the first sample; 41.65% for the second; 39.43% for the third; 42% for the fourth; and 42.89% for the fifth. These low values are explained by dolomite's ability to swell in water and retain large amounts of it in the interplanar spaces.

The maximum moisture capacity of dolomite flour is 7.50-9.22%, and at higher humidity, the raw material loses its friability. Therefore, it is necessary to protect it from moisture during storage and transportation. It can be assumed that dolomite flour, having a pH from 8.67 to 9.07, neutralizes the acidity of ammonium nitrate.

CONCLUSIONS

1. A comprehensive study of the chemical, physicochemical, and mineralogical characteristics of dolomites from the Navbahor, Shursui, Karnab, Ketmonchi, and Dehkanabad deposits was conducted. Chemical analysis results showed that the dolomite content in samples from the Navbahor deposit reaches almost 99%, indicating a high degree of rock purity and minimal clay impurities.

2. It was established that dolomite from the Navbahor deposit in the Republic of Uzbekistan belongs to the category of active dolomites and can be effectively used as a raw material component in the production of magnesite binders.

3. The chemical composition and physicomechanical properties of dolomite flour obtained from deposits in Uzbekistan allow a preliminary assessment of its potential use as a modifying additive in asphalt concrete mixtures.

ISSN 3030-3907

BIBLIOGRAPHY

1. Технология минеральных удобрений и солей / К.Гафуров, И.Шамшидинов. Ташкент. – 2007. – 351 с.
2. Волкова А.В. Рынок минеральных удобрений - 2019 // Национальный исследовательский университет Высшая школа экономики Центр развития. – 2019. – 52 с.
3. Чернышев А.К., Левин Б.В., Туголуков А.В., Огарков А.А., Ильин В.А. Аммиачная селитра: свойства, производство, применение // Москва. ЗАО «ИНФОХИМ». – 2009. – 544 с.
4. A.O. Gezerman, B.D. Çorbacıoglu, Effects of sodium silicate, calcium carbonate, and silicic acid on ammonium nitrate degradation, and analytical investigations of the degradation process on an industrial scale, Chem. Ind. Chem. Eng. Q. – 21 (2015) 359.
5. Жмай Л., Христианова Е. Аммиачная селитра в России и в мире. Современная ситуация и перспективы // Мир серы, N, P и K. – 2004. – № 2. – С. 8-12.
6. Поляков Н.Н., Жмай Л.А., Афанасьев А.Н. Производство известково-аммиачной селитры // Химизация сельского хозяйства. – 1988. – № 4. – С. 21-24.
7. Постников А.В. Производство и применение известково-аммиачной селитры // Химизация сельского хозяйства. – 1990. – № 9. – С. 68-73.

ISSN 3030-3907

КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ НА ОКРУЖАЮЩУЮ ПРИРОДНУЮ СРЕДУ.

А.Ф. Хужакулов
Бухарский государственный технический университет,
г. Бухара
З.З. Рахимов
Бухарский государственный технический университет,
г. Бухара

Аннотация. По оценкам специалистов в литосферу и гидросферу сбрасывается до 84 % всех отработанных масел (ОМ). Такой большой объем загрязнений представляет большую опасность для экологии. В отличие от нефти и других нефтепродуктов, ОМ при попадании в окружающую среду еще в меньшей степени обезвреживаются естественным путем (окисление, фотохимические реакции, биоразложение). В процессе эксплуатации масел в них накапливаются продукты окисления, загрязнения и другие примеси, которые резко снижают качество масел.

Ключевые слова: геоэкология, химическая технология, экологическая безопасность, отработанные масла, отработанные смазочные масла, технология регенерации, окружающая природная среда

Annotatsiya. Mutaxassislarning fikriga ko‘ra, barcha ishlatilgan yog‘larning (ohm) 84% gacha litosfera va gidrosferaga tashlanadi. Bunday katta miqdordagi ifloslanish ekologiya uchun katta xavf tug‘diradi.ulosa. Mutaxassislarning fikriga ko‘ra, barcha ishlatilgan yog‘larning (ohm) 84% gacha litosfera va gidrosferaga tashlanadi. Bunday katta miqdordagi ifloslanish ekologiya uchun katta xavf tug‘diradi. Neft va boshqa neft mahsulotlaridan farqli o‘laroq, atrof-muhitga kirganda ohm tabiiy ravishda kamroq darajada zararsizlantiriladi (oksidlanish, fotokimyoviy reaktsiyalar, biologik parchalanish). Yog‘larning ishlashi paytida ular oksidlanish mahsulotlari, ifloslanish va boshqa aralashmalarni to‘playdi, bu esa yog‘larning sifatini keskin pasaytiradi.

Kalit so‘zlar: geoekologiya, kimyoviy texnologiya, ekologik xavfsizlik, chiqindi yog‘lar, chiqindi moylash moylari, regeneratsiya texnologiyasi, atrof-muhit

Annotation. According to experts, up to 84% of all waste oils are discharged into the lithosphere and hydrosphere. Such a large volume of pollution poses a great danger to the environment. Unlike oil and other petroleum products, when released into the environment, OM is even less naturally neutralized (oxidation, photochemical reactions, biodegradation). During the operation of the oils, oxidation products, impurities and other impurities accumulate in them, which dramatically reduce the quality of the oils.

ISSN 3030-3907

Keywords: geoecology, chemical technology, environmental safety, used oils, used lubricating oils, regeneration technology, natural environment

ВВЕДЕНИЕ

По оценкам специалистов в литосферу и гидросферу сбрасывается до 84% всех отработанных масел (ОМ). Такой большой объем загрязнений представляет большую опасность для экологии. В отличие от нефти и других нефтепродуктов, ОМ при попадании в окружающую среду еще в меньшей степени обезвреживаются естественным путем (окисление, фотохимические реакции, биоразложение) [1]. В процессе эксплуатации масел в них накапливаются продукты окисления, загрязнения и другие примеси, которые резко снижают качество масел. Масла, содержащие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть заменены свежими маслами [2]. Существует немало технологий вторичной переработки отработанных смазочных масел (ОСМ). Среди различных направлений наиболее важное место отводится методам регенерации — полного восстановления их первоначальных свойств с целью повторного использования по прямому назначению [3].

МЕТОДЫ И ИССЛЕДОВАНИЯ

При выборе метода восстановления ОМ следует руководствоваться в первую очередь экологической безопасностью технологии. При таком подходе необходимо придерживаться концепции экологически чистого производства, которое, конечно, не означает производство товаров без пыли и грязи. Это понятие отражает целостную систему принципов решения серьезных экологических проблем, возникающих на стадии проектирования и потребления продукции. Экологически чистое производство призывает использовать возобновляемую энергию и материалы, минимальное количество ресурсов, а также производство отходов, которые можно будет без проблем вернуть в процесс производства [1-4]. К основным направлениям малоотходной технологии можно отнести следующие:

- Комплексная переработка сырья;
- Разработка и внедрение принципиально новых технологических процессов и систем, работающих по замкнутому циклу, позволяющих исключить образование основного количества отходов;
- Создание бессточных технологических систем, и водооборотных циклов на базе наиболее эффективных методов очистки сточных вод;
- Переработка отходов производства и потребления в качестве вторичного сырья.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

ISSN 3030-3907

Создание территориально-промышленных комплексов с замкнутой структурой материальных потоков сырья и отходов внутри комплекса. Однако экологический подход к технологиям регенерации не сводится только к предотвращению загрязнения, которое предлагает уменьшение токсичных материалов. Предотвращение загрязнения является шагом вперед по сравнению с контролем загрязнения в конце технологического цикла и некоторыми технологиями утилизации, например, мусоросжигательными установками. Меры по контролю загрязнения на выходе не решали проблему накопления отходов; скорее, они только переносили опасность из одной экологической среды в другую.

Подход, основанный на предотвращении загрязнения, сделал производственные процессы менее токсичными и более эффективными, но экологически чистое производство исповедует более целостную систему взглядов на сам процесс производства. Основные принципы такого подхода:

Профилактический принцип.

Дешевле и эффективнее предотвратить нанесение ущерба окружающей среде, чем пытаться управлять этим процессом. Профилактика требует исследовать полный жизненный цикл масла — от извлечения сырья до окончательной его утилизации. Это способствует разработке более надежных альтернатив и созданию более чистых товаров и технологий. Например, профилактика требует разработки технологии получения нетоксичных товаров из материалов, которые затем можно будет безопасно переработать или захоронить, избежав при этом образования отходов, заканчивающих свой цикл в мусоросжигательной установке.

Принцип целостности.

Необходимо принять комплексный подход к использованию и потреблению ресурсов окружающей среды, а также использовать целостный подход, чтобы не создать новых проблем, решая старые или переносить опасность из одного сектора в другой.

Таким образом, утилизация отходов, образующихся при переработке ОСМ и представляющих зачастую еще большую экологическую опасность, чем сами ОСМ, является весьма сложной проблемой.

Следовательно, при проектировании или выборе метода очистки ОСМ с точки зрения воздействия на окружающую среду следует руководствоваться всеми вышеперечисленными принципами и положениями и применять гибкий и в то же время комплексный подход.

Исходя из вышесказанного, можно выделить следующие критерии, позволяющие судить об экологичности того или иного метода регенерации:

ISSN 3030-3907

Степень очистки конечного продукта;
Малоотходность технологии;
Возможность вторичного использования отходов;
Легкая утилизация образуемых отходов;
Токсичность образуемых отходов;
Использование экологически безопасных реагентов.
Необходимо также добавить, что при выборе метода регенерации следует предусмотреть организационные аспекты, включающие эффективные меры охраны водоемов, почвы и воздушной среды от загрязнения, а также по сбору и утилизации отходов.

На территории участка должна быть отдельная емкость (шламосборник) для сбора и хранения остатков нефтепродуктов, загрязненных и пропитанных нефтепродуктами балласта, обтирочных материалов и других отходов. Емкость должна своевременно обезвреживаться и вывозиться в специально отведенные места.

Захоронение неутилизированных отходов, содержащих токсические вещества, необходимо осуществлять в местах, отвод которых согласован с территориальными органами Госсанэпиднадзора. Запрещается сжигать на территории предприятия остатки материалов, содержащих токсические вещества. Нефтеловушки должны регулярно очищаться от шлама, грязи и нефтепродуктов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Учет вышеописанных критериев и организационных мер позволит комплексно подойти к такой важной проблеме современности как загрязнение отработанными маслами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ксензенко, В.И. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов (под ред. Ксензенко В.И.) / В.И. Ксензенко, И.М. Кувшинников, В.С. Скоробогатов и др. Изд. 2-е, стереотип. – М: КолосС, 2003.
2. Евдокимов, А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. - РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. - М.: ГУП Издательство "Нефть и газ", 2000. - 424 с.
3. Фукс, И.Г. Экологические проблемы рационального использования смазочных материалов / И.Г. Фукс, А.Ю. Евдокимов, В.Л. Лашхи. - М.: Нефть и газ, 1993. – 161 с.

ISSN 3030-3907

TALABANING TEST NATIJALARI, AMALIY MASHQLARI VA KLINIK VAZIYATLARDAGI QARORLARINI AI TIZIMI TAHLILI

Shodiyeva Feruza Beshimovna

Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti. Buxoro, O‘zbekiston. E-mail: shodiyeva.feruza@bsmi.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada tibbiyot sohasidagi talabalar faoliyatini baholashda sun’iy intellekt (AI) tizimlarining qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Tadqiqotda test natijalari, amaliy mashqlar va klinik vaziyatlarda qabul qilingan qarorlar AI yordamida tahlil qilinib, talabalar faoliyatining kuchli va zaif tomonlari aniqlanadi. Shu orqali individual o‘quv jarayonini optimallashtirish va o‘qitish samaradorligini oshirish imkoniyatlari ko‘rib chiqildi.

Kalit so‘zlar: talabalar faoliyati, test natijalari, amaliy mashqlar, klinik vaziyatlar, sun’iy intellekt, tahliliy metodologiya

Аннотация. В данной статье анализируется применение систем искусственного интеллекта (ИИ) при оценке деятельности студентов в области медицины. В исследовании результаты тестирования, практических упражнений и решений, принятых в клинических ситуациях, анализируются с помощью ИИ, выявляются сильные и слабые стороны деятельности студентов. Таким образом, были рассмотрены возможности оптимизации индивидуального учебного процесса и повышения эффективности обучения.

Ключевые слова: деятельность студентов, результаты тестов, практические упражнения, клинические ситуации, искусственный интеллект, аналитическая методология

Annotation. This article analyzes the application of artificial intelligence (AI) systems in assessing the performance of medical students. In the study, test results, practical exercises, and decisions made in clinical situations are analyzed using AI, and the strengths and weaknesses of student activity are identified. Thus, the possibilities of optimizing the individual learning process and increasing the effectiveness of training were considered.

Keywords: student activity, test results, practical exercises, clinical situations, artificial intelligence, analytical methodology

KIRISH.

Ta’lim jarayonida talabaning bilim, ko‘nikma va klinik qaror qabul qilish qobiliyatlarini baholash muhim ahamiyatga ega. An’anaviy baholash usullari — testlar va amaliy mashqlar — talabalar faoliyatining ayrim jihatlarini aniqlay olsa-da, ularning individual yondashuvga muvofiqligini baholash va samaradorligini oshirish cheklangan bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Sun’iy intellekt (AI) tizimlari esa talabalar faoliyatini tahlil qilishda yangi imkoniyatlar yaratadi: ular test natijalari, amaliy mashqlar va klinik vaziyatlardagi qarorlarni integratsiyalashgan holda baholay oladi, tahliliy hisobotlar chiqaradi va o‘qituvchilarga individual yondashuvni qo‘llashda yordam beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. So‘nggi yillarda sun’iy intellekt (AI) texnologiyalari tibbiyot va ta’lim sohalarida faol qo‘llanilmoqda. AI tizimlari nafaqat klinik diagnostika va bemorlarni kuzatishda, balki talabalarning bilim va ko‘nikmalarini baholash jarayonida ham samarali vosita sifatida namoyon bo‘lmoqda. So‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, AI algoritmlari talabaning test natijalarini tizimli tahlil qilish orqali ularning bilim darajasini an’anaviy baholash usullariga nisbatan ancha yuqori aniqlik bilan baholay oladi (Smith et al., 2020; Zhang, 2021). Shu bilan birga, AI tizimlari amaliy mashqlar va simulyatsiyalangan klinik vaziyatlarda talabalar qaror qabul qilish jarayonini kuzatib, diagnostik aniqlik va tezkor fikrlash qobiliyatini baholash imkonini beradi (Kumar & Lee, 2022).

AI tizimlarining qo‘llanilishi orqali mashg‘ulotlar davomida yig‘ilgan ma’lumotlar tahlil qilinadi va talabaning faoliyatidagi zaif tomonlar aniqlanadi. Bu esa individual rivojlanish strategiyalarini shakllantirish va o‘quv jarayonini optimallashtirish imkonini beradi. Shu tariqa, talabalar faoliyatini faqat yakuniy natijalar bilan baholash emas, balki jarayonlarni ham tahlil qilish orqali samaradorlikni oshirish mumkin bo‘ladi.

Tadqiqotning ob’ektlari sifatida tibbiyot fakulteti talabalarining test natijalari, amaliy mashqlari va klinik vaziyatlardagi qarorlari tanlandi. Tadqiqot vositasi sifatida AI tizimi ishlatildi, u test natijalarini statistik va prediktiv tahlil orqali baholaydi, amaliy mashqlar va klinik qarorlarni esa algoritmik yondashuv asosida tahlil qiladi.

-Ma’lumotlar quyidagi manbalardan yig‘ildi:

-Elektron test tizimlari orqali olingan test natijalari;

-Simulyatsiya mashg‘ulotlarida talabalarning amaliy ko‘nikmalari;

-Klinik treninglar va real klinik vaziyatlar doirasida qabul qilingan qarorlar.

-Tahlil jarayoni uch asosiy bosqichni o‘z ichiga oldi:

-Test natijalarini baholash: AI tizimi yordamida talabaning bilim darajasi, xatoliklar darajasi va aniqlik ko‘rsatkichlari o‘rganildi. Bu bosqichda balanslashgan aniqlik (accuracy) va xatolik tahlili (error analysis) amalga oshirildi.

Amaliy mashqlarda ko‘rsatkichlarni tahlil qilish: Talabalar amaliy mashg‘ulotlarda bajarish tezligi, aniqlik darajasi va umumiy samaradorligi bo‘yicha baholandi. AI tizimi mashg‘ulot jarayonidagi individual farqlarni aniqlash va o‘quv jarayonini moslashtirish imkonini berdi.

ISSN 3030-3907

Klinik vaziyatlarda qaror qabul qilishni baholash: Talabaning klinik vaziyatlarda qabul qilgan qarorlari AI algoritmlari yordamida tahlil qilindi. Tizim qaror qabul qilish jarayonini kuzatib, eng ko‘p uchraydigan xatolarni aniqladi va individual tavsiyalar ishlab chiqdi.

Ushbu metodologik yondashuv talabaning faoliyatini kompleks va integratsiyalashgan tarzda baholash imkonini beradi hamda o‘quv jarayonini individuallashtirishga xizmat qiladi. AI tizimi yordamida nafaqat yakuniy natijalar, balki o‘quv jarayonidagi qiyinchiliklar va kuchli tomonlar ham aniqlanadi, bu esa ta’lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.

NATIJALAR. AI tizimi yordamida amalga oshirilgan tahlil natijalari talabalarning test natijalari, amaliy mashqlari va klinik vaziyatlardagi qaror qabul qilish ko‘rsatkichlarini tizimli va batafsil o‘rganish imkonini berdi.

Test natijalari tahlili shuni ko‘rsatdiki, AI tizimi har bir talabaning individual bilim darajasini aniqlashda yuqori aniqlik bilan ishladi. Tizim xatoliklarni va bilim yetishmovchiligini aniqlab, o‘qituvchiga talabaning zaif jihatlari bo‘yicha aniq tavsiyalar berdi. Shu tariqa, test natijalari faqat yakuniy baho sifatida emas, balki o‘quv jarayonidagi rivojlanish yo‘nalishlarini aniqlash vositasi sifatida ham ishlatildi.

Amaliy mashqlar tahlili AI algoritmlari yordamida amalga oshirildi. Talabalar bajarish tezligi, aniqligi va samaradorligi mezonlari bo‘yicha baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ba’zi talabalar ma’lum klinik vaziyatlarda tezlik jihatdan yuqori natijaga ega bo‘lsa, aniqlik va protokollarga rioya qilish darajasi past bo‘lishi mumkin. AI tizimi ushbu ko‘rsatkichlarni integratsiyalashgan tahlil qildi va talabaga individual mashg‘ulotlar, qo‘shimcha treninglar va amaliy mashg‘ulotlarni taklif qildi. Bu yondashuv talabaning kasbiy ko‘nikmalarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Klinik vaziyatlarda qaror qabul qilish tahlili shuni ko‘rsatdiki, AI tizimi talabaning klinik qaror qabul qilish jarayonini kuzatib, eng tez-tez uchraydigan xatolarni aniqladi. Xatolar asosan diagnostika ketma-ketligi, simptomlarni baholashdagi noto‘g‘ri prioritetlash va davolash variantlarini tanlashdagi kamchiliklardan iborat bo‘ldi. Tahlil natijasida AI tizimi individual rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqdi, bu esa har bir talabaning kuchli va zaif tomonlarini aniqlash va ularga mos o‘quv rejalarini ishlab chiqish imkonini berdi.

Natijalar vizual tarzda jadval va diagrammalar orqali taqdim etildi. Ular talabalarning bilim va ko‘nikmalaridagi farqlarni, amaliy mashqlarda va klinik qaror qabul qilishdagi muvaffaqiyat ko‘rsatkichlarini aniq ifodaladi. Shu bilan birga, AI tizimining tahliliy hisobotlari o‘qituvchilarga talabalarni individual

ISSN 3030-3907

yondashuv bilan rivojlantirish imkonini berdi va o‘quv jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshirdi.

Umuman olganda, natijalar shuni ko‘rsatadiki, AI integratsiyasi talabaning bilim, ko‘nikma va klinik qaror qabul qilish ko‘rsatkichlarini kompleks baholashda samarali vosita sifatida namoyon bo‘ladi, bu esa ta’lim jarayonini individualizatsiya qilish va optimallashtirish imkonini beradi.

MUHOKAMA. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt (AI) tizimlarining talaba faoliyatini baholash jarayoniga integratsiyasi ularning test natijalari, amaliy mashqlar va klinik qarorlarini kompleks va tizimli tarzda baholash imkonini beradi. AI tizimi an’anaviy baholash usullariga nisbatan sifatli va miqdoriy tahlilni birlashtiradi, bu esa talabalarning individual ko‘nikmalarini aniqlash va rivojlantirish jarayonini sezilarli darajada samaraliroq qiladi.

AI tizimi yordamida amalga oshirilgan tahlillar talabalarning diagnostik va klinik ko‘nikmalarini aniqlashda yuqori aniqlik va tezkorlikni ta’minladi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, AI tizimi yordamida talabaning bilim darajasi, amaliy mashqlardagi aniqligi va klinik qaror qabul qilish ko‘rsatkichlarini individual yondashuv asosida rivojlantirish mumkin. Shu bilan birga, tizim talabaning zaif tomonlarini aniqlash va ularga moslashtirilgan o‘quv tavsiyalarini ishlab chiqish imkoniyatini beradi, bu esa o‘quv jarayonining samaradorligini oshiradi.

Biroq, tadqiqotning ba’zi cheklanishlari mavjud. AI tizimi samarali ishlashi uchun katta hajmdagi ma’lumotlar bazasi va sifatli ma’lumotlar talab qilinadi. Shuningdek, tizimning tavsiyalarini inson ekspert nazoratisiz qabul qilish tavsiya etilmaydi, chunki klinik qarorlar qabul qilish jarayoni nafaqat statistik va algoritmik tahlilga, balki insoniy tajriba va klinik fikrlashga ham bog‘liqdir. Shu sababli AI tizimi talabaning faoliyatini baholash va rivojlantirishda qo‘llab-quvvatlovchi vosita sifatida ishlatilishi maqsadga muvofiqdir.

Umuman olganda, AI tizimlarining integratsiyasi ta’lim jarayonini individualizatsiya qilish, diagnostik va klinik ko‘nikmalarni rivojlantirish, hamda o‘quv samaradorligini oshirish imkonini beradi. Bu esa zamonaviy tibbiyot ta’limida innovatsion yondashuv sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt (AI) tizimlari talabalar faoliyatini tahlil qilishda samarali va ishonchli vosita sifatida namoyon bo‘ladi. AI tizimlari test natijalari, amaliy mashqlar va klinik vaziyatlardagi qarorlarni integratsiyalashgan va tizimli tarzda baholash imkonini beradi, bu esa talabaning bilim darajasi, amaliy ko‘nikmalari va klinik qaror qabul qilish salohiyatini aniqlashda yuqori aniqlikni ta’minlaydi.

Shuningdek, AI tizimlari yordamida olingan tahliliy ma’lumotlar individual yondashuvni shakllantirishga imkon beradi, o‘qitish jarayonini optimallashtiradi va

ISSN 3030-3907

talabaning o‘quv samaradorligini oshiradi. Bu esa o‘qituvchilarga talabaning kuchli va zaif tomonlarini aniqlash, shuningdek, ularga moslashtirilgan o‘quv rejalarini ishlab chiqishda yordam beradi.

Kelajakda AI tizimlari talabaning professional ko‘nikmalarini baholash, individual rivojlanish strategiyalarini ishlab chiqish va klinik qaror qabul qilish jarayonlarini qo‘llab-quvvatlashda asosiy vosita sifatida xizmat qilishi mumkin. Shu bilan birga, AI tizimlari inson ekspert nazorati bilan birlashtirilgan holda ishlatilganda, zamonaviy tibbiyot ta’limining samaradorligi va sifatini sezilarli darajada oshirish imkoniyatini yaratadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI (REFERENCES):

1. Smith, J., Brown, L., & Taylor, P. (2020). Artificial intelligence in medical education: Enhancing student assessment and feedback. Medical Education, 54(6), 505–516.
2. Zhang, Y., Li, H., & Wang, X. (2021). AI-assisted evaluation of clinical competencies in medical students. Computers in Biology and Medicine, 134, 104519.
3. Kumar, R., & Lee, S. (2022). Simulation-based learning and AI in clinical decision-making education. Advances in Health Sciences Education, 27(3), 701–718.
4. Chen, M., & Huang, Y. (2019). Predictive analytics for student performance using artificial intelligence. Journal of Educational Technology Systems, 48(4), 499–517.
5. Davenport, T., & Kalakota, R. (2019). The potential for AI in healthcare and medical training. Future Healthcare Journal, 6(2), 94–98.
6. Topol, E. (2019). Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. Basic Books.
7. Nguyen, Q., & Nguyen, T. (2020). Intelligent tutoring systems for medical education: A review of AI applications. Computers & Education, 150, 103849.
8. Long, D., & Zhou, L. (2021). Machine learning models for assessing clinical reasoning skills of medical students. BMC Medical Education, 21(1), 428.
9. Johnson, M., & Smith, K. (2020). AI-based feedback systems for improving student learning outcomes in health professions education. Medical Teacher, 42(12), 1395–1402.
10. Esteva, A., et al. (2019). A guide to deep learning in healthcare. Nature Medicine, 25(1), 24–29.
11. Spector, J. (2020). Artificial intelligence in educational assessment: Opportunities and challenges. Educational Research Review, 31, 100353.

ISSN 3030-3907

12. Denecke, K., & Nejdl, W. (2021). Intelligent assessment of clinical skills using AI technologies. Journal of Biomedical Informatics, 118, 103786.
13. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.

ISSN 3030-3907

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

А.Ф. Хужакулов
Бухарский государственный технический университет, г. Бухара
У.А. Расулов
Бухарский государственный технический университет, г. Бухара

Аннотация. По оценкам специалистов в литосферу и гидросферу сбрасывается до 84 % всех отработанных масел (ОМ). Такой большой объем загрязнений представляет большую опасность для экологии. В отличие от нефти и других нефтепродуктов, ОМ при попадании в окружающую среду еще в меньшей степени обезвреживаются естественным путем (окисление, фотохимические реакции, биоразложение). В процессе эксплуатации масел в них накапливаются продукты окисления, загрязнения и другие примеси, которые резко снижают качество масел. Масла, содержащие загрязняющие примеси, неспособны удовлетворять предъявляемым к ним требованиям и должны быть заменены свежими маслами.

Ключевые слова: геоэкология, химическая технология, экологическая безопасность, отработанные масла, отработанные смазочные масла, технология регенерации, окружающая природная среда

Annotatsiya. Mutaxassislarning hisob-kitoblariga ko‘ra, barcha chiqindi moylarning (OM) 84% gacha litosfera va gidrosferaga tashlanadi. Bunday katta miqdordagi ifloslanish ekologiya uchun katta xavf tug‘diradinnotatsiya. Mutaxassislarning hisob-kitoblariga ko‘ra, barcha chiqindi moylarning (OM) 84% gacha litosfera va gidrosferaga tashlanadi. Bunday katta miqdordagi ifloslanish ekologiya uchun katta xavf tug‘diradi. Neft va boshqa neft mahsulotlaridan farqli o‘laroq, atrof-muhitga kirganda ohm tabiiy ravishda kamroq darajada zararsizlantiriladi (oksidlanish, fotokimyoviy reaktsiyalar, biologik parchalanish). Yog‘larning ishlashi paytida ular oksidlanish mahsulotlari, ifloslanish va boshqa aralashmalarni to‘playdi, bu esa yog‘larning sifatini keskin pasaytiradi. Ifloslantiruvchi moddalarni o‘z ichiga olgan yog‘lar ularga qo‘yiladigan talablarni qondira olmaydi va ularni yangi yog‘lar bilan almashtirish kerak.

Kalit so‘zlar: geoekologiya, kimyoviy texnologiya, ekologik xavfsizlik, chiqindi moylar, chiqindi moylar, regeneratsiya texnologiyasi, tabiiy muhit

Annotation. According to experts, up to 84% of all waste oils are discharged into the lithosphere and hydrosphere. Such a large volume of pollution poses a great

ISSN 3030-3907

danger to the environment. Unlike oil and other petroleum products, when released into the environment, OM is even less naturally neutralized (oxidation, photochemical reactions, biodegradation). During the operation of the oils, oxidation products, impurities and other impurities accumulate in them, which dramatically reduce the quality of the oils. Oils containing contaminants are unable to meet the requirements imposed on them and must be replaced with fresh oils.

Ключевые слова: геоэкология, химическая технология, экологическая безопасность, отработанные масла, отработанные смазочные масла, технология регенерации, окружающая природная среда

ВВЕДЕНИЕ

Наиболее распространенные группы промышленных процессов вторичной переработки (по основному способу очистки) следующие: сернокислотная, адсорбционная, гидроочистка, селективная (экстракционная), тонкопленочное испарение, ультрафильтрация. Отдельно следует рассматривать технологии, основанные на термическом крекинге, комбинированный процесс PROP с использованием химического способа деметаллизации ОМ, а также процесс Recyclon, в котором используется обработка металлическим натрием [2, 3].

МЕТОДЫ И ИСЛЕДОВАНИЯ

Сернокислотная очистка. При этом методе очистки основным реагентом, входящим в соединения с нежелательными примесями, является серная кислота. Она разрушает смолисто-асфальтовые и ненасыщенные соединения, которые вместе с непрореагировавшей кислотой выпадают в осадок, образуя кислый гудрон. Наиболее ценные для масел циклопарафины серной кислотой не затрагиваются и после отделения кислого гудрона промываются водным раствором щелочи (например, NaOH), которая нейтрализует остатки серной кислоты и кислого гудрона. Очистка заканчивается промывкой масла водой и его последующим обезвоживанием.

ISSN 3030-3907

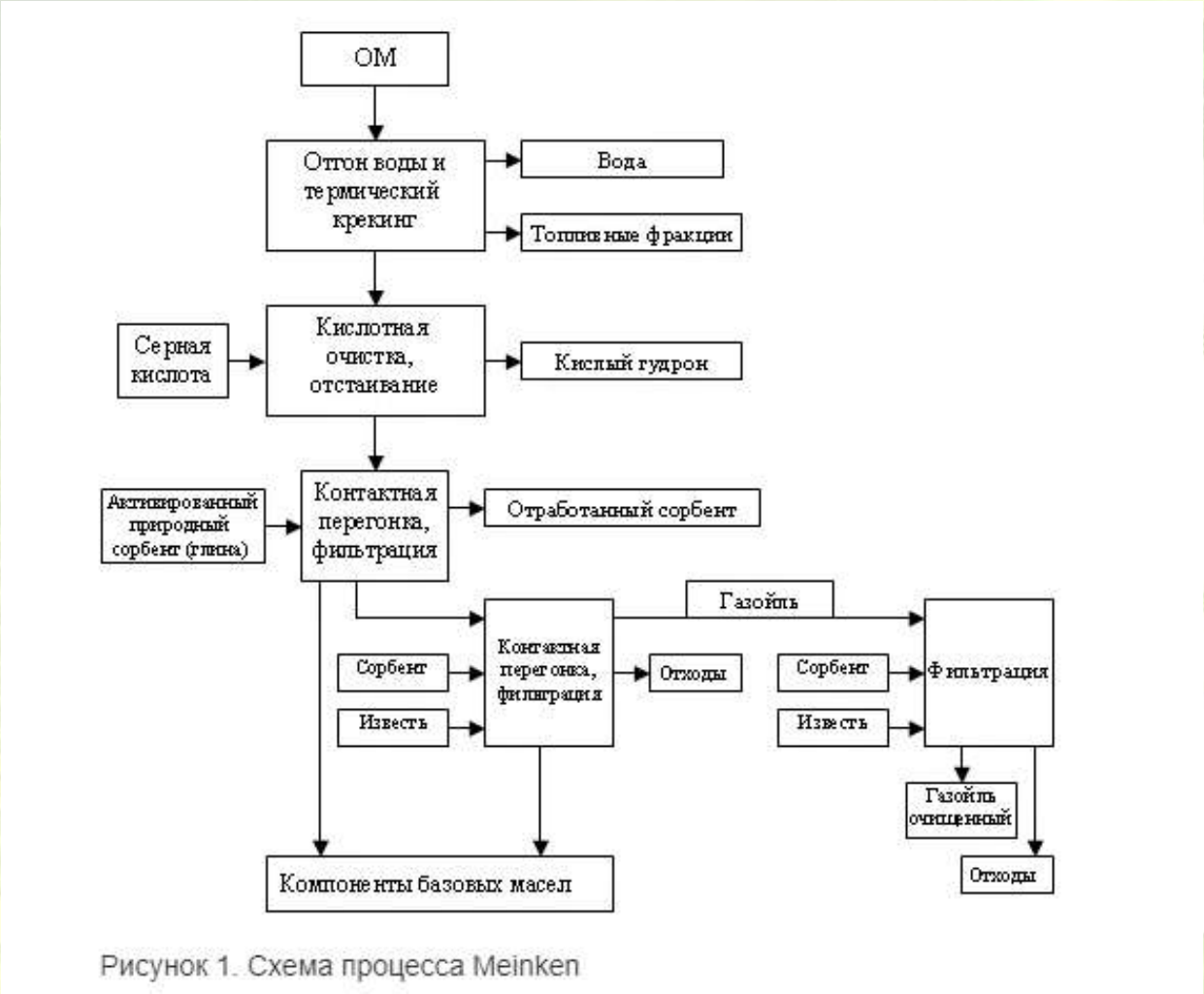


Рисунок 1. Схема процесса Meinken

Для предотвращения возможности образования стойких водомасляных эмульсий обработку щелочью заменяют контактным фильтрованием с использованием отбеливающих глин, обладающих большой адсорбционной способностью поглощать полярно-активные вещества, к которым относятся продукты взаимодействия с серной кислотой. Кислотную очистку с контактным фильтрованием через отбеливающие земли называют кислотно-контактной очисткой. При таком методе вдобавок к кислому гудрону образуется еще и отработанный сорбент. Наиболее эффективным с точки зрения экологии можно считать процесс фирмы Meinken, принципиальная схема которого представлена на рис. 1.

Однако, будучи разновидностью сернокислотной очистки, этот метод имеет те же недостатки, что и предыдущие методы. А именно, образование большого количества токсичного трудноутилизируемого отхода — кислого гудрона.

Кроме того, сернокислотная очистка не обеспечивает удаление из отработанных масел полициклических ароматических углеводородов и

ISSN 3030-3907

высокотоксичных соединений хлора. Нельзя также регенерировать серной кислотой современные масла, совместимые с окружающей средой (синтетические сложные эфиры и сложные эфиры растительного происхождения), поскольку серная кислота разлагает их, что, в частности, увеличивает выход кислого гудрона.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Гидрогенизационные процессы проводят под давлением до 2 МПа в присутствии различных катализаторов и водорода при температуре 380-400°С. Для защиты катализаторов гидроочистки от загрязнителей отработанных масел также используются сорбенты.

Известно несколько промышленных процессов с использованием гидроочистки — IFP и Snamprogetti. Эти процессы также включает стадии перегонки при атмосферном давлении, экстракции пропаном, вакуумной перегонки, термообработки полученного остатка (300-450°С) и, соответственно, гидроочистки. Также в качестве основной стадии гидроочистку использует компания UOP (Великобритания). Ее схема представлена на рис. 2:

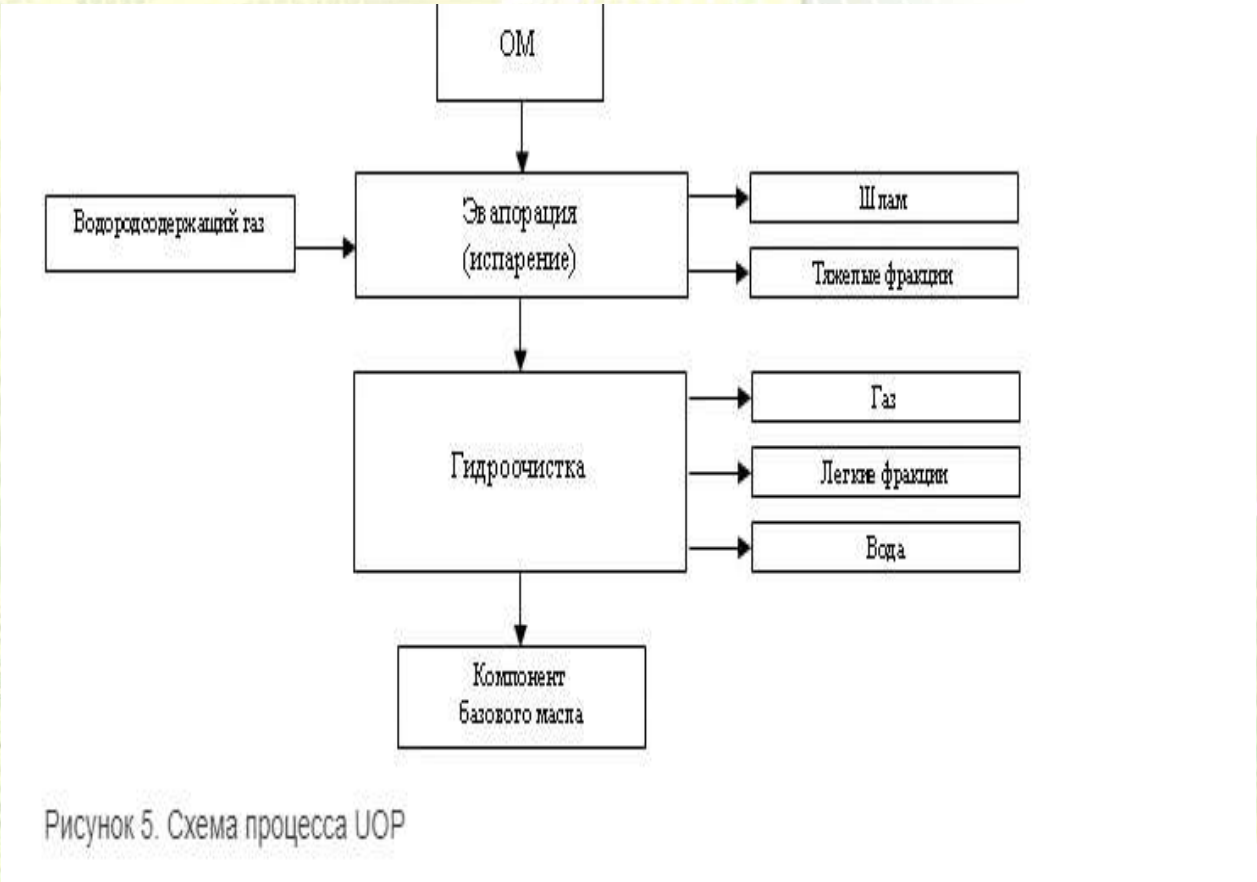


Рисунок 5. Схема процесса UOP

Рисунок 2. Схема процесса UOP

В последнее время все шире применяют гидрогенизацию, которая является наиболее совершенным способом очистки масел. Это связано как с

ISSN 3030-3907

широкими возможностями получения высококачественных масел и увеличения их выхода, так и с большой экологической чистотой этого процесса по сравнению с сернокислотной и адсорбционной очистками.

Среди применяемых в промышленности процессов особняком стоит технология PROP (компания Phillips Petroleum, США), где на первой стадии проводят деметаллизацию отработанного моторного масла водным раствором гидрофосфата аммония. После фильтрации масло подвергают перколяции, гидроочистке и фракционированию. Побочные продукты, нейтральные отходы и топливные фракции подвергаются дальнейшей переработке. Принципиальная схема процесса деметаллизации PROP представлена на рис. 3. В то же время применение синтетических материалов вызывает трудности в связи с проблемой их дальнейшей утилизации, так как биоразложению они трудно поддаются, и применяется, как правило, сжигание. Отработанный синтетический сорбент может применяться в качестве компонента к нефтебитуму.

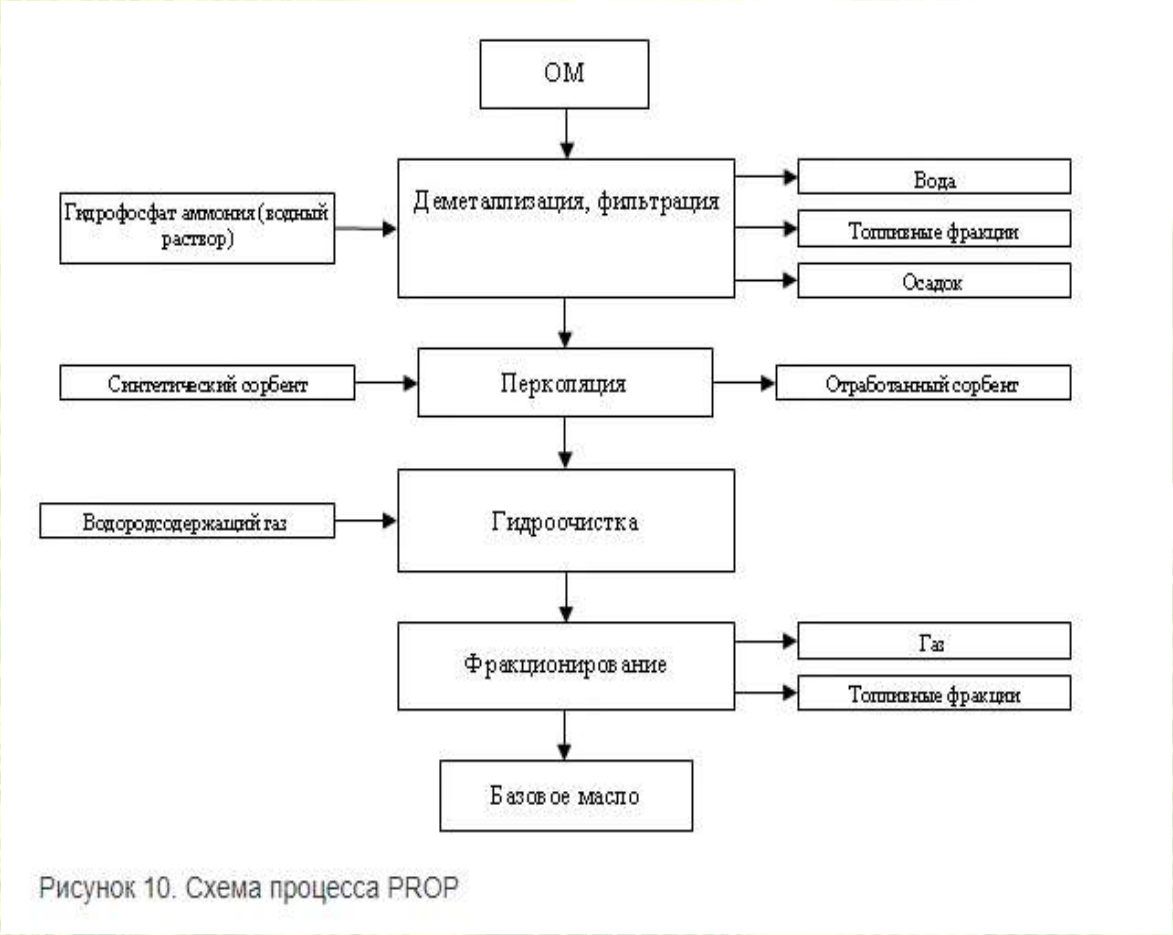


Рисунок 10. Схема процесса PROP

Рисунок 3. Схема процесса PROP

Выбор оптимальных технологий с точки зрения воздействия на окружающую среду

ISSN 3030-3907

Все вышеперечисленные технологии и методы разрабатывались исходя из соображений экологической безопасности. Но не все методы могут продемонстрировать действительно высокий уровень предотвращения загрязнений, связанных с образованием отходов и использованием тех или иных реагентов в процессе регенерации.

Так, самым небезопасным с точки зрения воздействия на окружающую среду являются методы, основанные на очистке ОМ серной кислотой. И, несмотря на это, на практике традиционный вариант кислотно-контактной переработки ОМ при его известных недостатках достаточно широко применяют во многих странах мира. Иногда он используется в комбинации с вакуумной перегонкой, с обработкой пропаном, фурфуролом и сорбентами, что немного снижает объем использования серной кислоты, а, следовательно, и снижает образование такого токсичного отхода как кислый гудрон. Среди сернокислотных процессов с точки зрения экологии наиболее эффективен процесс фирмы Meinken. Он занимает доминирующее положение во всей вторичной переработке ОМ. На его долю приходится около 60% всех установок. Но, сравнивая с другими методами регенерации, по своим экологическим характеристикам он проигрывает. А то, что процессы, основанные на сернокислотной очистке, занимают первое место по объемам переработки во всем мире, объясняется лишь их экономической выгодой.

Самыми «чистыми» являются методы, основанные на гидрогенизационных процессах. Гидроочистка является основной стадией таких технологий как IFP, UOP и Snamprogetti. Они характеризуются большой экологической чистотой технологических процессов в отличие от сернокислотной и адсорбционной очисток. Но методы, основанные на гидрогенизации, рациональней использовать на конечном этапе очистки ОМ. Как правило, ее используют после стадии очистки в тонкопленочных испарителях.

Не менее эффективным способом удаления канцерогенных соединений из ОМ помимо гидроочистки жесткого режима считают глубокую селективную (экстракционную) очистку. Следовательно, рациональней было бы использовать именно ее на начальных стадиях очистки. При сохранении сегодняшней ситуации с токсичностью ОМ можно ожидать, что в ближайшем будущем стадия обезвреживания сырья станет необходимым этапом всех промышленных процессов.

С этой точки зрения весьма эффективным представляется немецкий процесс на основе термического крекинга ENTRA. Благодаря высокой гибкости технологии появилась возможность решения широкого спектра

ISSN 3030-3907

ранее неразрешенных проблем: процесс позволяет перерабатывать как нефтяные, так и синтетические и растительные масла, а также ряд других продуктов с удалением из них всех основных экологически опасных компонентов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложены основные критерии, по которым можно судить об экологической безопасности технологий и методов регенерации и утилизации ОСМ. К ним относятся: степень очистки конечного продукта; малоотходность технологии; возможность вторичного использования отходов; легкая утилизация образуемых отходов; токсичность образуемых отходов; использование экологически безопасных реагентов. Проведен сравнительный анализ технологий и методов регенерации по их воздействию на окружающую среду. Представлена экологическая характеристика основных методов регенерации, таких как сернокислотный, адсорбционный, гидрогенизационный, селективный (экстракционный), ТПИ, термический крекинг, ультрафильтрация и методы с применением натрия и его соединений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ксензенко, В.И. Общая химическая технология и основы промышленной экологии: Учебник для вузов (под ред. Ксензенко В.И.) / В.И. Ксензенко, И.М. Кувшинников, В.С. Скоробогатов и др. Изд. 2-е, стереотип. – М: КолосС, 2003.
2. Евдокимов, А.Ю. Смазочные материалы и проблемы экологии / А.Ю. Евдокимов, И.Г. Фукс, Т.Н. Шабалина, Л.Н. Багдасаров. - РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина. - М.: ГУП Издательство "Нефть и газ", 2000. - 424 с.
3. Фукс, И.Г. Экологические проблемы рационального использования смазочных материалов / И.Г. Фукс, А.Ю. Евдокимов, В.Л. Лашхи. - М.: Нефть и газ, 1993. – 161 с.
4. Спиркин В.Г., Фукс И.Г. Химия смазочных масел (состав, получение и применение): Учеб. пособие. – М: Изд-во «Нефть и газ» РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина, 2004. -424 с.
5. Фукс И.Г. Пластические смазки. Москва «Высшая школа», 2002. - 786 с.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA KLINIK HOLAT TAHLILI VA TERAPEVTIK QAROR QABUL QILISHNING TAHLILIY METODOLOGIYASI

Shukurlayeva Mashxura Farxodovna

Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti. Buxoro, O‘zbekiston.

E-mail: shukurlayeva.mashhura@bsmi.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining klinik holat tahlili va individual terapevtik qaror qabul qilish jarayonidagi roli o‘rganildi. Bemor anamnezi va laboratoriya ma’lumotlarini tahlil qilishda SI algoritmlari qo‘llanilishi, diagnostik aniqlikni oshirish va davolash strategiyalarini individualizatsiya qilish imkoniyatlari baholandi. Tadqiqotda klinik holatlarning retrospektiv tahlili, SI asosidagi qaror qabul qilish modellarining samaradorligi va terapevtik natijalarga ta’siri ko‘rsatildi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, klinik holat tahlili, bemor anamnezi, terapevtik qaror, tahliliy metodologiya, algoritmik diagnostika.

Аннотация. В данной статье рассматривается роль технологий искусственного интеллекта (ИИ) в анализе клинического состояния и процессе принятия индивидуальных терапевтических решений. Оценена возможность применения алгоритмов ИИ при анализе анамнеза больного и лабораторных данных, повышения диагностической точности и индивидуализации стратегий лечения. В исследовании был проведен ретроспективный анализ клинических случаев, показана эффективность моделей принятия решений на основе ИИ и их влияние на терапевтические результаты.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, анализ клинического состояния, анамнез пациента, терапевтическое решение, аналитическая методология, алгоритмическая диагностика.

Annotation. This article examines the role of artificial intelligence (AI) technologies in clinical case analysis and individual therapeutic decision-making processes. When analyzing the patient's medical history and laboratory data, the possibilities of using AI algorithms, increasing diagnostic accuracy, and individualizing treatment strategies were assessed. The study showed a retrospective analysis of clinical cases, the effectiveness of decision-making models based on AI, and their influence on therapeutic outcomes.

Keywords: Artificial intelligence, clinical status analysis, patient history, therapeutic decision, analytical methodology, algorithmic diagnostics.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Klinik qaror qabul qilish tibbiyotning eng murakkab jarayonlaridan biri bo‘lib, bemor anamnezi, simptomlar, laboratoriya va instrumental tadqiqotlar natijalarini tizimli tahlil qilishni talab qiladi. An’anaviy yondashuvlar ko‘pincha shaxsiy ekspertizaga bog‘liq bo‘lib, inson xatoliklariga moyil. So‘nggi yillarda sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari klinik amaliyotda keng qo‘llanilmoqda, bu esa diagnostika aniqligi va terapevtik qarorlar samaradorligini oshirishga imkon yaratadi. Ushbu maqola SI yordamida klinik holat tahlili va individual davolash strategiyalarini shakllantirishning tahliliy metodologiyasini o‘rganishga bag‘ishlangan.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Zamonaviy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt (SI) algoritmlari simptomlar, bemor anamnezi va laboratoriya ma’lumotlarini tahlil qilgan holda kasalliklarni aniqlashda yuqori aniqlikka erisha oladi. Masalan, Smith va hamkasblari (2020) Random Forest va XGBoost algoritmlarini qo‘llash orqali diagnostik aniqlikni 90% darajasida oshirish mumkinligini ko‘rsatgan bo‘lsa, Lee va Kim (2021) neyron tarmoqlari yordamida kasalliklarning murakkab kombinatsiyalarini aniqlashda 85–95% aniqlikka erishish mumkinligini ta’kidlagan. Ushbu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, SI texnologiyalari an’anaviy klinik yondashuvlarga nisbatan tezroq va aniqroq diagnostik qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

Shuningdek, machine learning va deep learning modellari asosidagi qaror qo‘llab-quvvatlash tizimlari (Clinical Decision Support Systems, CDSS) klinik qaror qabul qilish jarayonini soddalashtiradi, bemor xususiyatlariga mos davolash strategiyalarini tavsiya qiladi va inson xatoliklarini kamaytirishga yordam beradi (Topol, 2019; Esteva et al., 2021). Shu bilan birga, SI yordamida bemor ma’lumotlarini tahlil qilish jarayonida nafaqat simptomlar, balki laboratoriya natijalari, anamnezdagi risk omillari va ilgari bo‘lgan kasallik tarixlari ham kompleks tarzda hisobga olinadi. Bu esa individual terapevtik qaror qabul qilishni optimallashtirishga xizmat qiladi.

Metodologik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, SI algoritmlari klinik amaliyotda faqat diagnostika bilan cheklanmay, bemor holatining kechishini prognoz qilish, dori-darmon tanlash va nojo‘ya ta’sirlarni kamaytirish bo‘yicha ham samarali natijalar beradi. Masalan, deep learning modellaridan foydalangan holda bemorlarning dori javobini oldindan prognoz qilish va individual terapiya rejalarini shakllantirish mumkin (Rajkomar et al., 2018). Shu bilan birga, SI tizimlarining muvaffaqiyati ularning ma’lumotlar bazasi sifati, algoritmlarning optimalligi va klinik ekspertiza bilan integratsiyaga bog‘liqligi ko‘plab tadqiqotlarda qayd etilgan.

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqotda retrospektiv klinik holat tahlili usuli qo‘llanildi: 200 bemor tarixlari o‘rganilib, ularning anamnezi, simptomlari, laboratoriya va instrumental tadqiqotlar natijalari tahlil qilindi. Bemor ma’lumotlarini tahlil qilishda Random Forest, XGBoost va neyron tarmoqlari kabi SI algoritmlari ishlatildi. Hosil qilingan algoritmik tavsiyalar an’anaviy shifokor qarorlari bilan solishtirilib, SI texnologiyalarining klinik amaliyotdagi samaradorligi va individual terapevtik qaror qabul qilish jarayoniga ta’siri baholandi.

NATIJALAR. Sun’iy intellekt (SI) modellaridan foydalangan holda amalga oshirilgan tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, diagnostika aniqligi o‘rtacha 92% darajasida bo‘lib, bu an’anaviy shifokor qarorlarining aniqligi bilan solishtirganda (85%) sezilarli darajada yuqoriligini ko‘rsatadi. Ushbu farq SI algoritmlarining katta hajmdagi bemor ma’lumotlarini tizimli tarzda qayta ishlash, simptomlar va anamnezdagi noaniqliklarni aniqlash va ular orasidagi murakkab bog‘liqliklarni hisobga olish imkoniyatidan kelib chiqadi.

Shuningdek, SI tavsiyalariga asoslangan individual davolash strategiyalarini ishlab chiqish kasallik kechishini yaxshilashga va nojo‘ya ta’sirlarni kamaytirishga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. Bu jarayon bemorning individual klinik xususiyatlarini hisobga olish orqali davolashni optimallashtirish va har bir bemor uchun moslashtirilgan terapiya rejasini shakllantirish imkonini berdi.

Bundan tashqari, algoritmik tahlil bemor anamnezidagi kamchiliklarni aniqlash va mavjud ma’lumotlarni konsolidatsiya qilish orqali klinik qaror qabul qilish jarayonini yanada aniqroq va tizimli qilishi mumkinligini ko‘rsatdi. SI texnologiyalari yordamida kasallik belgilarining murakkab kombinatsiyalari aniqlanib, davolash strategiyasini optimallashtirish va potentsial xatoliklarni oldini olish imkoniyati yaratildi. Shu bilan birga, SI integratsiyasi shifokorlarni qo‘llab-quvvatlash vositasi sifatida ishlatilib, inson faktori tufayli yuzaga keladigan sub’ektiv xatoliklarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt texnologiyalari diagnostika aniqligini oshirish, individual davolash strategiyalarini shakllantirish va klinik qaror qabul qilish jarayonini optimallashtirishda samarali vosita sifatida qo‘llanilishi mumkin. Bu esa bemor xavfsizligi, davolash samaradorligi va sog‘liqni saqlash tizimining sifatini oshirishga xizmat qiladi.

MUHOKAMA. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt (SI) klinik holat tahlili va terapevtik qaror qabul qilish jarayonida samarali vosita sifatida ishlatilishi mumkin. SI algoritmlari shifokorlarning diagnostik va terapevtik qarorlarini qo‘llab-quvvatlab, inson xatoliklarini sezilarli darajada kamaytiradi va bemor individual xususiyatlariga moslashtirilgan davolash strategiyalarini ishlab chiqishga yordam beradi. Bu esa klinik amaliyotda davolash

ISSN 3030-3907

samaradorligini oshirish, kasallik kechishini optimallashtirish va nojo‘ya ta’sirlarni kamaytirish imkonini yaratadi.

Biroq, SI tizimlarining muvaffaqiyati ko‘plab omillarga bog‘liq. Jumladan, algoritmlarning aniqligi va samaradorligi ishlatilayotgan ma’lumotlar bazasi sifatiga, o‘qitish va test qilish jarayonlariga, shuningdek klinik ekspertiza bilan to‘liq integratsiyalashganligiga bog‘liqdir. Ma’lumotlarning to‘liq va sifatli bo‘lishi, bemor simptomlari va anamnezidagi noaniqliklarni minimallashtirish algoritmlarning ishonchliligini oshiradi. Shu bilan birga, SI tizimlari faqat shifokorlarni o‘rnini bosuvchi vosita emas, balki ularni qo‘llab-quvvatlovchi, analitik tahlilni tezlashtiruvchi va murakkab klinik qarorlarni optimallashtiruvchi yordamchi vosita sifatida ishlatilishi muhimdir.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, SI yordamida tahlil qilingan bemor ma’lumotlari an’anaviy yondashuvlarga nisbatan yanada tizimli va objektiv baholanish imkonini beradi. Algoritmik tavsiyalar bilan shifokor qarorlari kombinatsiyasi klinik qaror qabul qilish jarayonini samaraliroq va xavfsizroq qiladi, shuningdek, individual davolash rejalarini optimallashtirish orqali bemor natijalarini yaxshilashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, SI integratsiyasi kelajakda telemeditsina, katta hajmdagi elektron sog‘liq yozuvlari va ilg‘or diagnostik tizimlar bilan birgalikda kengaytirilishi mumkin, bu esa klinik amaliyotni yanada zamonaviy va samarali qiladi.

XULOSA. Sun’iy intellekt asosida klinik holat tahlili va terapevtik qaror qabul qilish tibbiyotda yangi metodologik yondashuvlarni taqdim etadi. SI tizimlari yordamida diagnostika aniqligini oshirish, davolash strategiyalarini bemor individual xususiyatlariga moslashtirish va bemor xavfsizligini yaxshilash mumkin. Shu bilan birga, SI texnologiyalari klinik qaror qabul qilish jarayonini tezlashtirish, tahliliy yondashuvni mukammallashtirish va shifokorlarni qo‘llab-quvvatlashga xizmat qiladi.

Kelajakda SI integratsiyasini yanada rivojlantirish uchun bir qator masalalarni hal qilish zarur: ma’lumotlar bazalarini kengaytirish va sifatini yaxshilash, algoritmlarning optimalligi va moslashuvchanligini oshirish, shuningdek, klinik ekspertiza bilan integratsiyani chuqurlashtirish. Shu bilan birga, SI tizimlarining klinik amaliyotga joriy qilinishi, shifokor va algoritmlar o‘rtasidagi samarali hamkorlikni ta’minlash, bemorlar uchun individual va xavfsiz davolash strategiyalarini shakllantirishga yordam beradi.

Natijada, sun’iy intellekt texnologiyalari klinik amaliyotda innovatsion vosita sifatida bemor natijalarini yaxshilash, tibbiy xizmat sifatini oshirish va tibbiyotning kelajak metodologiyasini shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Smith J., Brown L., & Williams R. (2020). Artificial intelligence in clinical decision support systems: A review. Journal of Medical Systems, 44(2), 35–47.
2. Lee S., & Kim H. (2021). Deep learning for clinical diagnostics: Accuracy and applications. Computers in Biology and Medicine, 132, 104–127.
3. Topol E. (2019). Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. New York: Basic Books.
4. Esteva A., Robicquet A., Ramsundar B., et al. (2021). A guide to deep learning in healthcare. Nature Medicine, 27, 1–14.
5. Rajkomar A., Dean J., & Kohane I. (2018). Machine learning in medicine. New England Journal of Medicine, 380, 1347–1358.
6. Shortliffe E.H., & Sepúlveda M.J. (2018). Clinical decision support in the era of artificial intelligence. JAMA, 320(21), 2199–2200.
7. Jiang F., Jiang Y., Zhi H., et al. (2017). Artificial intelligence in healthcare: Past, present and future. Stroke and Vascular Neurology, 2(4), 230–243.
8. Obermeyer Z., & Emanuel E.J. (2016). Predicting the future — big data, machine learning, and clinical medicine. New England Journal of Medicine, 375, 1216–1219.
9. Yu K., Beam A.L., & Kohane I.S. (2018). Artificial intelligence in healthcare. Nature Biomedical Engineering, 2, 719–731.
10. Amato F., López A., Peña-Méndez E.M., et al. (2019). Artificial neural networks in medical diagnosis. Journal of Applied Sciences, 19(11), 223–245.
11. Chen J.H., & Asch S.M. (2017). Machine learning and prediction in medicine — beyond the peak of inflated expectations. New England Journal of Medicine, 376, 2507–2509.
12. Holzinger A., Biemann C., Pattichis C.S., & Kell D.B. (2019). What do we need to build explainable AI systems for the medical domain?. Review and guidelines. Nature Machine Intelligence, 1, 1–15.
13. Rajpurkar P., Chen E., Banerjee O., & Topol E.J. (2022). AI in healthcare: The hope, the hype, the promise, the peril. NPJ Digital Medicine, 5, 1–11.
14. Wong A., Otles E., Donnelly J.P., et al. (2019). External validation of a widely implemented proprietary sepsis prediction model in hospitalized patients. JAMA Internal Medicine, 179(10), 1361–1368.

ISSN 3030-3907

УДК 66.074.31

ОПИСАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ И ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОСУШКИ ПРИРОДНЫХ ГАЗОВ. СРАВНЕНИЕ ИХ ОСНОВНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ И НЕДОСТАТКОВ

Неъматов Хусан Ибодуллаевич
Каршинский государсвенный технический университет
Шоймардонов Улмас Болта угли
Каршинский государсвенный технический университет

Аннотация. Присутствие влаги в газе снижает теплотворность, способствует образованию при низких температурах гидратных пробок, которые забивают рабочие пространства приборов, аппаратов и трубопроводов, тем самым нарушая их технологические гидравлические режимы. По мимо этого, гидраты осложняют транспорт газа по газопроводу, уменьшая его сечение, сокращая его пропускную способность. Вышеперечисленные проблемы приводят к выводу, что природный газ перед транспортировкой по магистральному газопроводу необходимо подвергать осушки газа. В данной статье представлена характеристика современных и традиционных методов сушки природных газов и результаты сравнения их основных преимуществ и недостатков.

Ключевые слова: природный газ, адсорбция, абсорбция, силикагел, адсорбент, осушка, абсорбент

Annotatsiya. Gazda namlikning mavjudligi kalorifik qiymatni pasaytiradi, past haroratlarda asboblar, apparatlar va quvurlarning ish joylarini to'sib qo'yadigan va shu bilan ularning texnologik gidravlik rejimlarini buzadigan gidratlangan tiqinlarning paydo bo'lishiga yordam beradi.ulosa. Gazda namlikning mavjudligi kalorifik qiymatni pasaytiradi, past haroratlarda asboblar, apparatlar va quvurlarning ish joylarini to'sib qo'yadigan va shu bilan ularning texnologik gidravlik rejimlarini buzadigan gidratlangan tiqinlarning paydo bo'lishiga yordam beradi. Tomonidan bundan tashqari, gidratlar gaz quvuri orqali gazni tashishni murakkablashtiradi, uning kesimini kamaytiradi va uning o'tkazuvchanligini kamaytiradi. Yuqoridagi muammolar tabiiy gazni magistral gaz quvuri orqali tashishdan oldin gazni quritishga duchor qilish kerak degan xulosaga olib keladi. Ushbu maqolada tabiiy gazlarni quritishning zamonaviy va an'anaviy usullarining xususiyatlari va ularning asosiy afzalliklari va kamchiliklarini taqqoslash natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: tabiiy gaz, adsorbsiya, absorbsiya, silika jeli, adsorbent, quritish, changni yutish.

ISSN 3030-3907

Annotation. The presence of moisture in the gas reduces the calorific value, promotes the formation of hydrate plugs at low temperatures, which clog the working spaces of devices, apparatuses and pipelines, thereby disrupting their technological hydraulic regimes. In addition, hydrates complicate the transportation of gas through the pipeline, reducing its cross-section, reducing its capacity. The above-mentioned problems lead to the conclusion that natural gas must be subjected to gas drying before being transported through the main gas pipeline. This article presents the characteristics of modern and traditional methods of drying natural gases and the results of comparing their main advantages and disadvantages.

Keywords: natural gas, adsorption, absorption, silica gel, adsorbent, drying, absorbent

ВВЕДЕНИЕ

Пластовая смесь помимо природного газа содержит в своем составе механические примеси, пластовую воду, жидкие углеводороды. Пластовая вода заключает в своем составе метанол и минеральные соли, способствующие забивке трубопроводов и аппаратов. Механические примеси, заключающиеся в газе (пыль, частички грунта), вызывают повреждение и преждевременный износ трубопроводов и деталей компрессоров. Вследствие этого газ перед подачей в магистральный газопровод необходимо отделять от механических примесей и жидкой фазы (капельной жидкости). Этот процесс осуществляется в газосепараторах. В этих сепараторах предусмотрен слив дренажа [1].

Диоксид углерода и сероводород содержащийся в пластовом газе являются кислыми коррозионно – агрессивными элементами, которые во влажной среде содействуют протеканию внутренней коррозии в трубах и оборудовании, также, они повергают к ухудшению топливных качеств газа, повышают температуру гидратообразования. По этим причинам газ перед подачей в магистральную трубу необходимо очищать от кислых примесей.

Присутствие влаги в газе снижает теплотворность, способствует образованию при низких температурах гидратных пробок, которые забивают рабочие пространства приборов, аппаратов и трубопроводов, тем самым нарушая их технологические гидравлические режимы. По мимо этого, гидраты осложняют транспорт газа по газопроводу, уменьшая его сечение, сокращая его пропускную способность.

Вышеперечисленные проблемы приводят к выводу, что природный газ перед транспортировкой по магистральному газопроводу необходимо подвергать осушки газа.

ISSN 3030-3907

Осушка углеводородных газов является важным компонентом в механизме подготовки природных газов к транспортировке по магистральному трубопроводу, установок охлаждения природных и нефтезаводских газов, циркуляции газов риформинга, установок производства этана, этилена, пропилена и т. п. Острая необходимость в сверхглубокой осушке газа проявляется при переработке природных газов в металлургической промышленности [2].

Для нормальной работы газопровода газ следует осушать так, чтобы точка росы его была на 2–3 ниже минимальной температуры охлаждения газа при транспортировке по газопроводу. Степень глубины осушки определяется технологией процессов дальнейшей переработки газов и нормативами отраслевых стандартов [3].

В настоящей практике осушки углеводородных газов применяют адсорбционные и абсорбционные методы, причем из адсорбционных применяется посредством добавления силикагелей или цеолитов (природными либо синтетическими), а из абсорбционных чаще всего используют осушку гликолями, такими как (этиленгликоль, диэтиленгликоль и триэтиленгликоль). Также обширно используется процесс низкотемпературной сепарации для извлекания углеводородного конденсата и воды. Иногда используют комбинированную схему осушки.

Абсорбционная осушка располагает рядом преимуществ по сопоставлению к адсорбционной. Плюсами данного вида осушки являются меньшие капитальные и эксплуатационные расходы; достаточно небольшое изменение давления в системе; возможность осушки газов, содержащих вещества, отравляющие твердые сорбенты.

Методы борьбы с гидратами углеводородных газов очень разнообразны, и для каждого случая подбирается свой способ, наиболее эффективный, в зависимости от получения требуемой степени осушки.

В данной выпускной-квалификационной работе в соответствии с заданием разработана установка осушки природного газа из расчётов по Ямбургскому месторождению мощностью 40,5 млрд. $м^3$ в год [4].

Природные горючие газы выступают в роли вещества, содержащие в себе смеси углеводородов метанового ряда. Кроме углеводородов в состав газовой смеси могут входить азот, двуокись углерода, пары воды, сероводород и иногда редкие газы - гелий и аргон [5].

Месторождения по добычи природного газа разделяются на три группы [6-7].

1. Месторождения, содержащие в себе только газ. Все поры продуктивных пластов этих месторождений заполнены сухим газом,

ISSN 3030-3907

практически свободным от тяжёлых углеводородов. Пластовое давление достигает 100 кг/см^2 и более.

2. Месторождения газонефтяные. Месторождения, в пластах которых газ растворён в нефти или находится в газовой шапке.

3. Месторождения, содержащие в себе повышенное количество газоконденсата. Вследствие повышенного давления, доходящего иногда до 250- 300 кг/см^2, в газах этих месторождений растворено некоторое количество высококипящих углеводородов.

Газы, добытые из газовых месторождений, в основном используют для топливно – энергетических нужд, а также, по мимо этого, используют в производстве сажи и химических удобрений.

Газы месторождений второй группы принято называть нефтяными, иногда попутными или нефтепромысловыми газами. В процессе добычи нефти в стволе скважины, сепараторах, трубопроводах происходит выделение из нефти растворённого в ней газа. Количество газа (в м^3), приходящееся на 1 т добытой нефти, отсепарированной на поверхности земли при снижении давления до атмосферного, и приведённое к стандартным условиям (t=20^{0}C), называется газовым фактором [8].

Газы, которые добываются в газоконденсатных месторождениях, состоят в основном из метана, но в тоже время допускается небольшое количество высококипящих углеводородов (от бензиновых до соляровых). Метан и высококипящие углеводороды в условиях пластового давления находятся в однофазном (газовом) состоянии. При понижении давления на выходе из скважины высококипящие углеводороды выделяются и осаждаются в виде жидкой фазы. На некоторых газоконденсатных месторождениях на 1м^3 извлечённого из пласта газа приходится до 500 см^3 жидких углеводородов [9].

Углеводородные газы, содержащие в себе менее 50 г/м^3 тяжёлых углеводородов (от пропана и выше), называют тощими или сухими. Содержание $C_{3+высшие}$ от 50 до 150 г/м^3 газы относят к группе промежуточной категории, а при содержании большего количества тяжёлых углеводородов – к жирным. Соответственно, чем выше нахождения в газе тяжёлых углеводородов, тем целесообразнее при прочих равных условиях его переработка [10].

Конденсат, выделившийся в результате сепарации, поступает на газо- или нефтеперерабатывающий завод, где его подвергают разделению на фракции, такие как, сжиженный газ, бензин и дизельное топливо.

ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ ТОВАРНЫХ ГАЗОВ

ISSN 3030-3907

Товарный газ является главной продукцией на производственных и заводских установках по переработке газа. В свою очередь, он используется в основном в качестве топлива. Из-за того, что природный газ проходит транспортировку на большие расстояния от мест его добычи до конечного потребителя по газо-трубопроводам, которые в ввиду своей большой протяженности, находятся в различных климатических зонах, важной задачей становится вопрос качественной обработки газа и его осушки до необходимой точки росы, исключающей конденсацию воды из газа. В присутствии таких компонентов, как влага, жидкие углероды, агрессивные и механические примеси, свойства газа меняются. Понижается пропуская способность газопроводов, что увеличивает расход ингибиторов, протекает усиление коррозии, увеличивается потребная мощность компрессорных агрегатов, также, это способствует забиванию линий контрольно-измерительных и регулирующих приборов. В свою очередь, все это приводит к снижению надежности работы технологических систем, увеличивается вероятность аварийных ситуаций на компрессорных станциях и газо-трубопроводах. [11]

Различная пыль и механические примеси будут способствовать стиранию металла и, осаживаясь на поверхностях теплообменных аппаратов, ухудшать их тепловые характеристики. Если при транспортировке газа падает давление, то в свою очередь будет повышаться равновесная влагоемкость, тем самым газ делается наименее насыщенным. При неизменной температуре не совершится выделения капельной влаги из такого газа. Если при транспортировании газа его температура будет уменьшаться, то при постоянном давлении и уменьшается равновесная влагоемкость такого газа: газ станет перенасыщенным. В этом случае часть капельной влаги конденсируется и выпадает в трубе.

Для создания безаварийных условий транспортировки природного газа по магистральным трубогазопроводам, с учетом климатических условий, в которых располагаются трубопроводы, был создан и введен отраслевой эталон: газ при транспортировании не должен вызывать коррозию трубопроводов, арматуры, датчиков и т.д.; качество газа надлежит обеспечить его транспортирование в однофазном состоянии, т.е. в трубогазопроводе не должны формироваться углеводородная жидкость, водяной конденсат и газовые гидраты; товарный газ не должен вызывать сложностей у потребителя при его использовании [12].

В таблице 1 представлены требования к качеству природных горючих газов, подаваемых в магистральные газопроводы (ГОСТ 51.40-83).

ISSN 3030-3907

Таблица 1

Требования к качеству природных горючих газов

Показатель	Климатический район			
	Умеренный		Холодный	
	I	II	I	II
Точка росы газа, °С, не выше:	0	-5	-10	-20
по влаге	0	0	-5	-10
по углеводородам				
Содержание, г/м^3, не более:	0.003	0.003	0.003	0.003
механических примесей	0.02	0.02	0.02	0.02
сероводорода	0.036	0.036	0.036	0.036
тиоловой серы	1	1	1	1
Объемная доля кислорода, %, не более				

Кристаллогидратами называется кристаллические соединения, которые образуются ассоциированными молекулами углеводородов и воды.

Впервые гидрат хлора (хлоргидрат) был открыт Дэви в 1810 г. и детально изучен Фарадеем в 1823 г. [13].

Гидраты – это кристаллические соединени включения (клараты), которые могут находиться в неизменном состоянии при это, не являясь химическими соединениями. Они являются твердыми растворами, в которых растворителем будет выступать молекула воды, образующая с помощью водородных связей объемный каркас гидратов. В узлах этого каркаса содержатся молекулы газов способных в свою очередь образовывать гидраты таких веществ как метан, пропан, изобутан, азот, сероводород, аргон, диоксид углерода. Те молекулы, что больше молекул изобутана, не могут проникать внутрь каркаса, а поэтому не способны образовывать гидратов. Бутан, содержащийся в нормальном состоянии не образует гидратов, но его молекулы могут проникать через решетку гидратного каркаса вместе с молекулами газов меньших размеров, что приводит к большому изменению равновесия давления над гидратом [14].

При образовании гидратов также будут зависеть условия от содержания минеральных солей в воде – с увеличением их содержания температура начала гидратообразования понижается. Этот не мало важный параметр зависит от состава газа. Стоит отметить тот факт, что температура начала формирования гидратообразования метана при наличии в системе пропана, CO_2 и (или) H_2S будет ниже чем при их отсутствии.

Форма гидратов разнообразна – в основном она определяется составом газа и термодинамическими условиями, при которых находится данная

ISSN 3030-3907

система. По внешнему виду гидраты походят на мокрый спрессованный снег или лед. В таблице 2 приводится состав гидрата природного газа.

Таблица 2

Состав гидрата природного газа

Компонент	Состав исходного газа, %	Состав гидрата, %	Коэффициент распределения
CH_4	82.5	56.95	0.7
C_2H_6	5.99	5.66	1.0
C_3H_8	3.46	24.97	8.0
i-C_4H_{10}	0.30	4.69	16.0
n-C_4H_{10}	0.49	0.83	1.7
C_5H_{12}	0.07	0.00	0.0
CO_2	0.20	0.44	2.2
N_2	7.19	0.46	0.06

Режим движения газа оказывает большое влияние на условия образования гидратов, которые чаще всего возникают в местах внезапного расширения, сужения или резкого поворота газового потока.

Гидраты, образующиеся в трубопроводах или аппаратах, разрушаются путем снижения давления в системе, разогрева участка трубопровода или аппарата, где произошло образование гидрата, ввод метанола, гликолей или других веществ, способствующих разрушению гидратов.

В практике эксплуатации промысловых и магистральных газопроводов для борьбы с гидратами широко применяется метанол. Его преимущество заключается в растворении в выделившейся воды, уменьшая парциальное давление водных паров раствора и содействуя дополнительному переходу водяных паров из газа в раствор, то есть происходит осушка газа. [15].

МЕТОДЫ ОСУШКИ

Осушка газа происходит с целью извлекания из него паров воды и обеспечения температуры точки росы газа по воде более низкой, чем является минимальная температура, которая может быть в системах транспортирования или переработки газа. В современном производстве широкое распространение получили следующие методы осушки газа [16]:

- абсорбция влаги гигроскопическими жидкостями;
- адсорбция влаги активированными твердыми осушителями;
- конденсация влаги за счет сжатия и (или) охлаждения газа.

АБСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД

ISSN 3030-3907

Абсорбционный метод осушки газа обширно используют на головных сооружениях магистральных газо-трубопроводах и заводах по переработки газовой составляющей. Абсорбцией является эффективное поглощение газов или паров жидкими поглотителями, которыми являются абсорбентами. В данном процессе протекает переход вещества, либо же, группы веществ из газового или парового состояния в жидкую. Абсорбцией является обратимый и избирательный процесс. Переход вещества из жидкой фазы в паровую или газовую состовляющую называется – десорбцией. На практике, оба процесса получили объединение в один производственный процесс.

В механизме десорбции, который следует после абсорбции, целевая составляющая выделяется из жидкого поглотителя. Условия проведения абсорбции и десорбции являются прямо противоположными между собой. В процессе абсорбции протекает растворение газа в жидкости; в свою очередь это будет способствовать уменьшению температуры и увеличению давления.

Поглощающий целевые составляющие абсорбент, в процессе протекания абсорбции, является насыщенным или отработанным. Абсорбент, очищенный в процессе десорбции от целевых составляющих является регенерированным и после дополнительного охлаждения насосом возвращается в систему абсорбции. Таким образом, получается замкнутая система абсорбционно-десорбционная система. [17].

При извлечении из природного газа влаги применяются различные осушители, которые необходимы иметь [18]:

- значительную поглотительную способность в широком интервале концентраций, давления и температур;
- малые давления насыщенных паров, с тем чтобы утраты, связанные с их испарением, были не критичными;
- температуру кипения, разную от температуры кипения воды настолько, что отделение поглощенной воды от осушителя могло бы осуществляться простыми методами;
- плотность, различающуюся от плотности углеводородного конденсата для обеспечения отчетливого разделения легкими способами;
- небольшую вязкость в условиях использования, обеспечивающую хороший контакт с газом в абсорбере, теплообменниках и другом массообменном оборудовании;
- большую селективность в отношении компонентов газа, т.е. малую взаиморастворимость с ними;
- нейтральные свойства, т.е. не вступать в химические реакции с ингибиторами, применяемыми в процессе добычи газа;

ISSN 3030-3907

- небольшую коррозионную активность;
- малую вспениваемость в условиях контакта с газовой смесью;
- большую устойчивость против окисления и термического разложения.

На сегодняшний момент в качестве абсорбентов – осушителей принято использовать водные растворы моно, ди- и триэтиленгликолей.

Достоинствами ДЭГ будут являться такие составляющие, как хорошая стабильность в присутствии сернистых соединений кислорода и CO_2 при нормальной температуре. Также, концентрированные растворы не затвердевают.

Недостатками ДЭГ будут являться: значительные потери от уноса, чем при применении ТЭГ. Также, при регенерации ДЭГ тяжело получать растворы с концентрацией ДЭГ выше 95%. Депрессия точки росы меньше, чем при осушке газа ТЭГ. Высокая стоимость.

Достоинствами ТЭГ являются: высокая гигроскопичность, в следствие чего обеспечивается значительная депрессия точки росы осушаемого газа (27,8- 47,3°С), также, достоинством является хорошая стабильность в наличии сернистых соединений, кислорода и CO_2 при нормальных температурах. В процессе регенерации ТЭГ без каких-либо затруднений получают растворы с концентрацией активного вещества 99%. Концентрированные растворы не затвердевают, а также, летучесть ТЭГ меньше, чем у ДЭГ.

Недостатки ТЭГ: необходимы большие капитальные затраты. Растворы ТЭГ обладают повышенной склонностью к пенообразованию в присутствии легких углеводородных жидкостей. Растворимость углеводородных жидкостей в ТЭГ выше, чем в ДЭГ.

Недостатками ТЭГ являются значительные капитальные затраты. Растворы ТЭГ склонны к пенообразованию в наличии в них легких углеводородных жидкостей. Также, растворимость углеводородных жидкостей у ТЭГ выше, чем в ДЭГ.

Раствор содержащий в себе 10-30% МЭА, 60-85% ДЭГ, 5-10% воды.

Из явных достоинств абсорбента выделяется то, что он способен извлекать из газа воду, CO_2 и H_2S, то есть, он способен одновременно осушать и очищать газ, что является важной составляющей. Также, у данного раствора низкая склонность к пенообразованию.

Недостатком будет являться то, что потери от уноса выше, чем в случае применения ТЭГ. Используется только для осушки и очистки кислых газов. Абсорбент при температурах своей регенерации начинает вызывать коррозию металла, также, обеспечивает низкую депрессию точки росы газа.

ISSN 3030-3907

В основном в России на данный момент получил распространение абсорбционный метод с применением диэтиленгликоля (ДЭГа), тогда как за рубежом в нефтегазовой отрасли чаще всего используются – триэтиленгликоль (ТЭГ). Выбор в пользу ДЭГа был аргументирован наличием собственной промышленной базы на химических производствах, а также низкой температурой контакта в абсорберах, что не вполне подтвердилось впоследствии (при снижении температуры контакта газ – гликоль в абсорбере преимущества ТЭГа целиком утрачиваются).

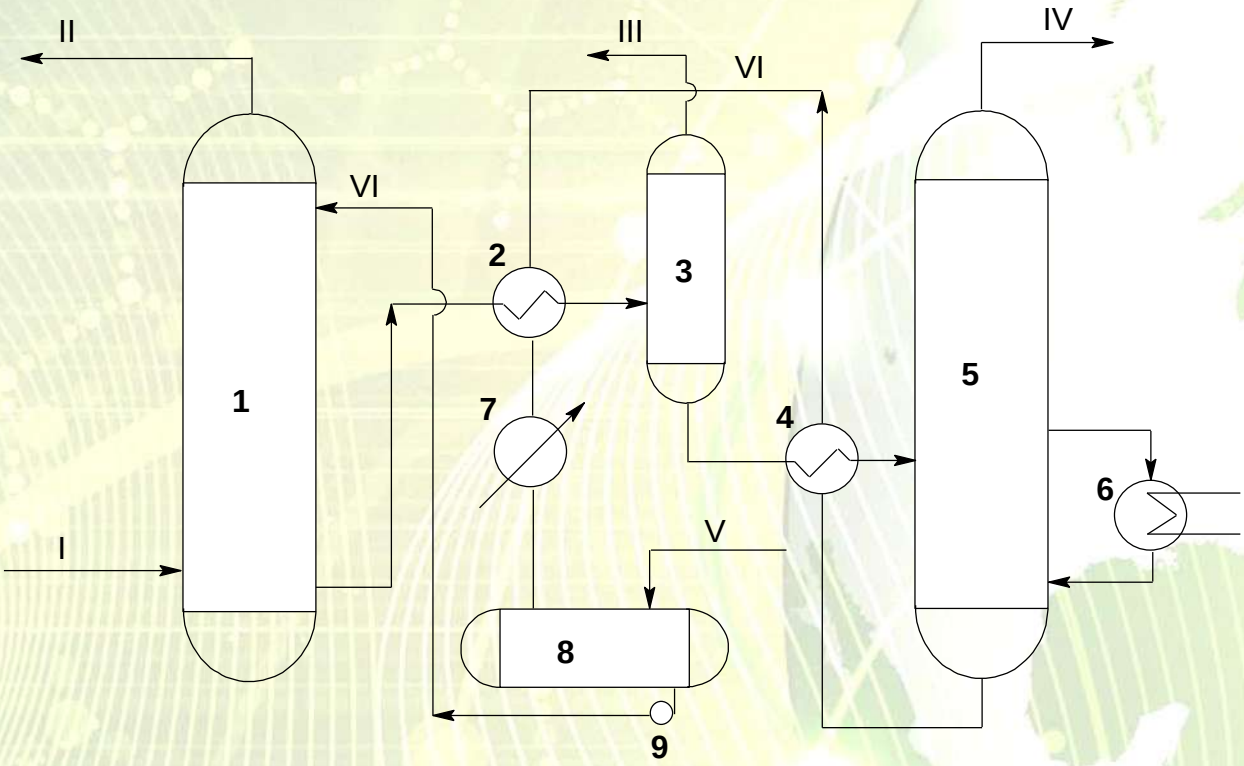


Рисунок 1. Принципиальная схема установки осушки природного газа гликолями: *1 – абсорбер; 2,4 – теплообменники; 3 – выветриватель; 5 – десорбер; 6 – рибойлер; 7 – холодильник; 8 – емкость для диэтиленгликоля; 9 – насос; I – осушаемый газ; II – осушенный газ; III – газ выветривания; IV – водяной пар в атмосферу; V – свежий диэтиленгликоль; VI – регенерированный гликоль.*

Осушить газ в до равновесной точки росы практически невозможно, в виду чего он контактирует с гликолем расчетной концентрации только на верхней тарелке, при том что на остальных тарелках газ будет контактировать с более разбавленным раствором гликоля (разбавление вещества будет происходить в результате насыщения абсорбента водой). Поэтому, на промысловых установках фактическая точка росы осушенного газа на 5-11 ºС выше равновесной. В свой черед осушка газа гликолями вырабатывается обычно до точки росы не ниже -25- 30ºС; для более глубокой

ISSN 3030-3907

осушки нужны растворы с высоким содержанием гликоля, что вызывает определенные технологические трудности (применение подобных осушителей повергает к повышению утрат гликолей с осушенным газом) [19].

Для нужного получения на установках осушки высококонцентрированных гликолей регенерацию осушителей нужно проводить в наличии инертного газа и др.

На рисунке 1 изображена принципиальная технологическая схема осушки газа абсорбционным методом. Абсорбционная способность гликолей уменьшается при накоплении в системе углеводородного конденсата. Иной раз при попадании конденсата в абсорбер протекает вспенивание раствора, что в свою очередь приводит к механической потери гликоля (для снижения потерь над верхней тарелкой абсорбера устанавливают специальные отбойные устройства) [20].

Раствор с содержанием более 97-98% масс. при восстановлении гликолей под атмосферным давлением практически неосуществимо, так как температура низа десорбера обязана находиться выше указанных температур, что недопустимо по условиям химического их равновесия. Поэтому гликоли чаще всего восстанавливают под вакуумом, который образовывается в десорбере при конденсации паров воды в конденсаторе-холодильнике и поддерживается за счет исключения из системы несконденсировавшихся газов эжектором или вакуумным насосом [21].

На рисунке 2 показана принципиальная технологическая схема процесса абсорбционной осушки газа с вакуумной регенерацией гликоля.

ISSN 3030-3907

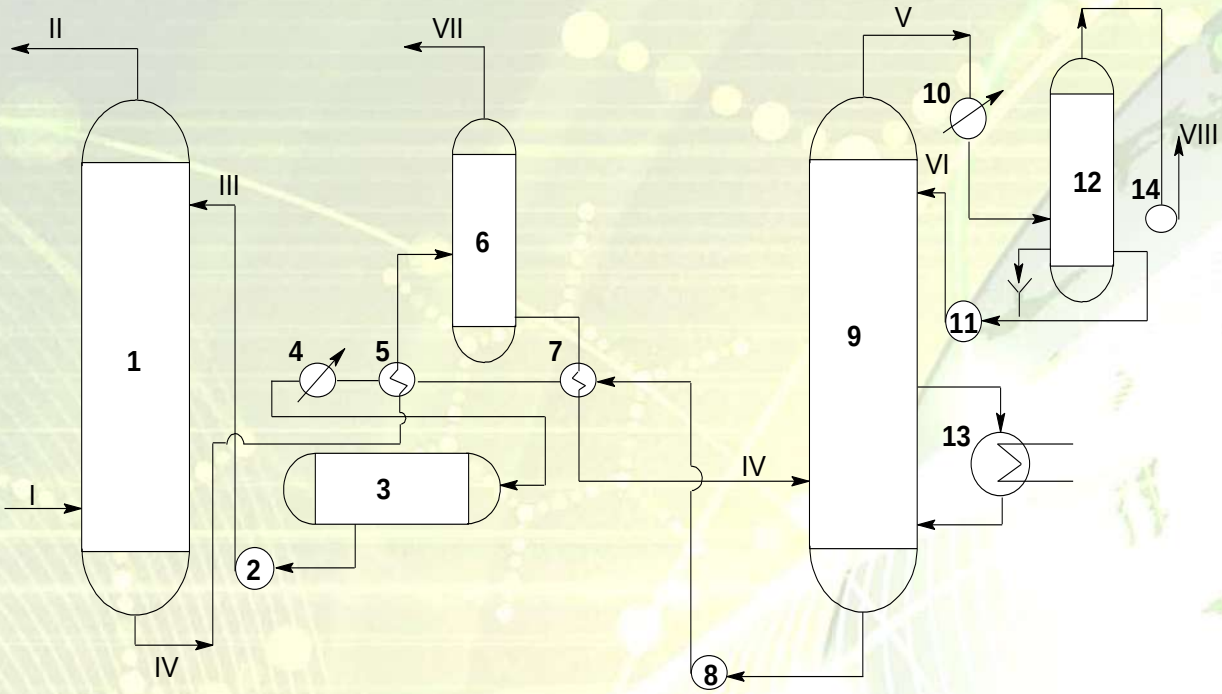


Рисунок 2 – Принципиальная технологическая схема абсорбционной осушки газа с вакуумной регенерацией гликоля: *1 – абсорбер; 2, 8, 11 – насосы; 3 – емкость гликоля; 4 – холодильник гликоля; 5,7 – теплообменники; 6 – выветриватель; 9 – десорбер: 10 – конденсатор-холодильник; 12 – емкость конденсата: 13 – рибойлер; 14 – вакуумный насос; I – влажный газ; II – осушенный газ; III – регенерированный гликоль; IV – насыщенный гликоль; V – пары воды и газ; VI – орошение; VII – газ выветривания; VIII – газ в атмосферу.*

Наравне с используемым вакуумным восстановлением, широко применяется способ восстановления гликолей, по средству отдувочного газа (стриппинг-газа) для получения гликоля нужной концентрации (более 99% макс), который позволяет получать ДЭГ и ТЭГ содержанием 99,5-99,9%. Как правило, в качестве отдувочного газа используется отбензиненный газ, подающийся в рибойлер или непосредственно в нижнюю кубовую часть десорбера. Отдувочный газ уменьшает парциальное давление водяного пара над раствором, в свою очередь содействуя переходу воды их жидкой фазы в паровую [22].

ОСУШКА КИСЛЫХ ГАЗОВ

Применение таких систем, как системы добычи, системы сбора и обработки сернистых газов, будут иметь характерные особенности, объединенные с присутствием в газе сероводорода, двуокиси углерода, меркаптанов и т.д., влияющие на температуру гидратообразования и влагосодержания газа, также, на скорость протекания коррозии

ISSN 3030-3907

оборудования, труб и выбора материала для их изготовления.

Почти все показатели природных газов располагают свойствами аддитивности. Следственно, от содержания в газе произвольного компонента зависят его термодинамические параметры.

Из кислых составляющих газа на его термодинамические параметры заметное влияние оказывают сероводород и диоксид углерода, так как концентрация остальных компонентов, таких как сероуглерод, меркаптаны и т.д., невелика.

Предоставленные составляющие не влияют такие параметры, как температура гидратообразования, влагосодержание, коэффициент сжимаемости, коррозионную активность газа за счет их малой концентрации в газе. В свою очередь, они оказывают существенное влияние на качество ингибиторов гидратообразования, абсорбентов и на процесс их восстановления.

При увеличении массового содержания сероводорода и диоксида углерода происходит повышение температуры гидратообразования газа и уменьшения его коэффициента сжимаемости.

С увеличением сероводорода и диоксида углерода происходит повышение температуры гидратообразования газа и уменьшение коэффициента сжимаемости. В присутствии углеводородов токсичность сероводорода и меркаптанов в большем значении усиливается. Максимально допустимые скопления этих газов в атмосфере будут составлять 0,008 мг/л. В процессе проектирования и обустройства сероводородсодержащих месторождений проводятся особые мероприятия, которые обязаны исключать аварийные выбросы газа в атмосферу.

С увеличением содержания H_2S и CO_2 в газе существенно происходит увеличение его равновесной влагоемкости.

Присутствие сероводорода в газах усиливает их растворимость в воде и реагентах, употребляемых в процессах промышенной обработки газа, так как растворимость H_2S в этих реагентах будет выше, чем углеводородов [23].

В процессе борьбы с коррозией, при добыче сернистых газов, идет основной акцент на вопросах снижении скорости коррозии в системах. Существенные компоненты, вызывающие коррозию труб и оборудования – сероводород и диоксид углерода.

Содержание меркаптанов в газе гораздо меньше, чем сероводорода и углекислоты, и, хотя в кое-каком уровне они могут быть подвержены гидролизу с формированием сероводорода (при условиях щелочной среды), фактически в коррозионных процессах участия не принимают.

ISSN 3030-3907

В процессе коррозии важную роль играют органически кислоты жирного характера, содержащиеся в тяжелых фракциях конденсатов и нефтей.

Видами коррозии оборудования являются: химическая, вызываемая агрессивными компонентами в газообразном состоянии; коррозионное растрескивание сталей вследствие насыщения водородом структуры металла.

Механизм коррозии имеет неоднородный характер, т.е. химический и электрохимический. Причиной химической коррозии является химическая реакция между железом и кислотами. Электрохимическая коррозия завязывается при прохождении тока между отдельными участками поверхности металла.

Продукция коррозионного процесса – атомы и молекулы водорода и двухвалентные ионы железа, которые вступают в реакцию с ионами гидросульфида и сульфида.

При наблюдении за контролем качества гликоля требуется систематически устанавливать pH среды. Порой для борьбы с окислением гликолей в раствор добавляют специальные реагенты.

В процессе проектирования установок осушки высокосернистых соединений также предусматривается вероятность установления емкости для отъединения продуктов коррозии [24].

Выбор материала играет большую роль для увеличения долговечности эксплуатации установки осушки высокосернистых газов, непосредственно которые контактируют с высокосернистым газом. Чувствительность к водородной коррозии будет расти, с повышением прочности сталей.

Потоки газа, обладающие скоростью свыше 20 м/с, могут вызвать эрозию материала коммуникаций. Так как эрозия в несколько раз убыстряет коррозию, нужно, чтобы скорость не превышала указанных границ.

Необходимая глубина осушки кислых газов зависит от их последующей переработки. При добыче слабокислых газов их необходимо осушить до точки росы в соответствии с нормами отраслевого стандарта ОСТ 51.40-93, так как из этих газов не требуется извлекания сернистых соединений перед подачей потребителям.

В процессе эксплуатации установки осушки газа должны отключаться каждые 12-18 мес., для ремонта, очистки и контроля в первую очередь тех узлов, которые контактируют с сероводородсодержащим газом.

Малосернистые, сернистые и высокосернистые газы при перевозке от производств до газоперерабатывающих заводов при наличии воды вызывают энергичную коррозию труб. Вследствие этого перед подачей в

ISSN 3030-3907

продуктопроводы такие газы подвергаются осушке. Глубокая осушка газов на производстве нецелесообразна, так как на установках очистки газа от кислых компонентов происходит их повторное увлажнение [25].

ПРЯМОТОЧНЫЕ АБСОРБЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ ОСУШКИ ГАЗА

Процесс осушки в абсорбере данного типа зависит от скорости движения газа в зоне распыления, также, от сравнительной скорости движения частичек абсорбента, создаваемой распылительным устройством, поверхности контакта абсорбента с газом, температуры контакта, степени загрязнения газа, качественных характеристик абсорбента и т.д.

Преимущество способа осушки газа при распылении гликоля обеспечивается за счет создания большой поверхности обмена. Распыление осуществляется особыми соплами с созданием существенного числа капель гликоля с большой общей поверхностью, т.е. меньшими размерами. Наряду с этим, обязана поддерживаться значительная скорость движения капель и их хорошая распределяемость в газовом потоке. Крайним местом увеличения поверхности обмена веществ почти что является этакое разделение гликоля, при котором его мельчайшие частицы преобразуются в туман.

В самом корпусе распыления происходит по мимо быстрому обмену веществ выравнивание температур газа и гликоля. В связи с чем, гликоль для осушки может передаваться при температурах, отличающихся от температуры газа.

Способом достижения наибольшей сравнительной скорости контактирующих потоков распыляемый гликоль подается навстречу потоку газа. Распылению гликоля препятствует движущийся навстречу поток газа. Мелкие капли жидкости вновь объединяются в более крупные, и в зависимости от скорости газового потока, проходящего через этот распылительный участок, через определенное время достигают стенки аппарата, осаждаются и исключаются из дальнейшего массообмена.

Наиболее усиленно процесс осушки проходит в точке подачи гликоля в абсорбер, менее усиленно – в точке его отвода. Равновесие между влагой осушаемого газа и ДЭГом определяется на выходе последнего из колонны.

В следствии чего с этим при прямоточной осушке газа выходит понижение температуры точки росы, чем при противоточной осушке при однотипных условиях протекания, она будет являться всегда ниже. В свой черед – это будет являться одним из наиболее значимых недостатков процессов прямоточной осушки газа.

Для приобретения высокой депрессии по точке росы применяется многоступенчатый ввод регенерированного раствора осушителя в абсорбер.

ISSN 3030-3907

Для получения наиболее низкой точки росы существенно важно сохранить концентрацию осушителя наибольшей. Максимальное разбавление осушителя допустимо на начальной ступени ввода, а наименьшее - на последней. В процессе этого, результат больших скоростей в аппаратах таких типов происходит увеличенное вспенивание растворов гликолей, которое содействует их потерям. Для обесценивания насыщенного гликоля иногда устанавливают специальную для этого емкость.

Степень пенообразования зависит от температуры процесса, скорости газа в абсорбере, содержания тяжелых углеводородов в газе и т.д. В свою очередь, пена гасится с помощью специальных химических реагентов.

В качестве распыливающих элементов могут быть использованы трубка Вентури и форсунки, а в ряде случаев – и то и другое вместе.

Абсорбционная часть установки состоит из тонкого отделителя жидкости, где на двух ступенях с помощью отбойной плиты и сепаратора выделяются из природного газа капельная роса и жидкие углеводороды. Отъединившаяся жидкость стекает в размещенные внизу сборники.

Распылительные ступени абсорбера установлены последовательно. Абсорбер имеет несколько промежуточных отделителей отработанного осушителя. За распылительными ступенями установлен "тонкий" отделитель, обеспечивающий улавливание капель гликоля, уносимых с газом. Далее, обработанный гликоль собирается в сборниках и оттуда устремляется на восстановление.

АДСОРБЦИОННЫЙ МЕТОД

В последнее время наряду с жидкостной осушкой широко распространена осушка адсорбентами. Установка сухой осушки применяется на промыслах для осушки газов, попадающих из отдельных скважин, и на главных сооружениях магистральных трубогазопроводов. Газобензиновые и нефтехимические заводы, применяющие охлаждение для газоразделения, включают установки сухой осушки, так как наличие влаги в газах приводит к образованию гидратных и ледяных пробок, забивающих аппаратуру и трубопроводы.

Сухая осушка осуществляется твердыми сорбентами – веществами, способными обратимо адсорбировать влагу и углеводороды из газа. Величина адсорбции газа и пара зависит от свойств поглощающего вещества – адсорбента и поглощаемого вещества – адсорбтива от удельной поверхности адсорбента, объема и структуры пор его парциального давления поглощаемого пара и температуры.

Поглощение адсорбтива заканчивается спустя обусловленный

ISSN 3030-3907

интервал времени после соприкосновения газа или пара с поверхностью адсорбента; в системе наступает адсорбционное равновесие. Количество вещества, сорбируемое адсорбентом в равновесных условиях, обычно называют равновесной статической активностью. При движении газового потока через слой адсорбента последний поглощает меньше адсорбтива, чем может поглотить в статических условиях. Это величина называется динамической активностью [1-4].

К преимуществам адсорбционных установок осушки относятся:

- возможность приобретения низкой точки росы (-30°С и ниже);
- являются незначительное влияние на процесс изменения температуры, давления, расхода газа;
- простота изготовления и эксплуатации;
- возможность осушки небольших количеств газа при низкой себестоимости.

Недостатки процесса:

- высокие капитальные затраты;
- большие перепады давления осушаемого газа;
- истирание адсорбента;
- относительно высокие затраты тепла;
- переменная по времени точка росы газа.

Подготовка газа к транспорту с применением процесса низкотемпературной сепарации

Наиболее широко в газовой промышленности распространен процесс низкотемпературной конденсации (НТК) при обработке конденсат содержащих газов. Производственные установки, предназначенные для извлечения из газа тяжелых углеводородов процессом НТК, называют установками низкотемпературной сепарации (НТС). Процессы НТК и НТС используются также в схемах установок низкотемпературной абсорбции (НТА) как их предварительная стадия.

Сам процесс конденсации газа можно охарактеризовать как процесс изобарного охлаждения (если пренебречь некоторой потерей давления при прохождении газа по трубопроводам и аппаратам технологической схемы) до температур, при каких при предоставленном давлении возникает жидкая фаза. Нефтяные и природные газы являются многокомпонентными смесями, поэтому фазовые переходы и критические области в них существенно отличаются от таковых для чистых веществ.

Для каждого вещества имеется критическая точка, которой будут соответствовать критическая температура и критическое давление. Причем, при температуре выше критической вещество находится только в

ISSN 3030-3907

однофазном состоянии и никакими соединениями значений прочих параметров перевести его в двухфазное состояние нельзя. Это означает то, что процессы не полного или полного сжижения однокомпонентного газа путем его компримирования можно реализовывать только после предварительного охлаждения газа до температуры ниже критической.
Ниже, на рисунке 3, представлена схема переработки газа методом НТК.

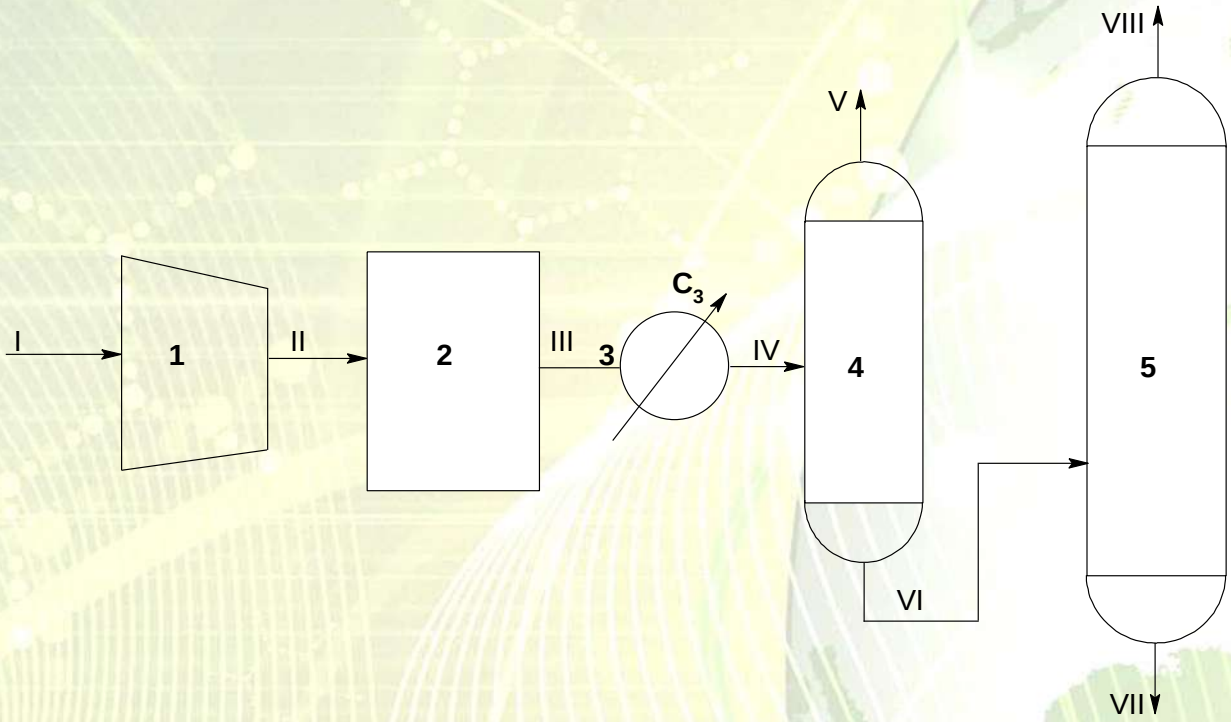


Рисунок 3. Принципиальная схема переработки газа методом НТК: *1 – компрессор сырого газа; 2 – узел осушки газа от воды; 3 – источник холода; 4 – сепаратор; 5 – деэтанизатор (деметанизатор); I – сырой газ низкого давления; II – сырой газ высокого давления; III – сырой газ, осушенный по воде; IV - охлажденная двухфазная смесь газа и конденсата; V – сухой газ; VI – конденсат; VII – широкая фракция легких углеводородов; VIII – остаточный газ с верха деэтанизатора.*

В следствии того, что персональные составляющие нефтяных и природных газов (метан, этан и др.) имеют разные от себя температуры конденсации, то при понижении температуры происходит следующее. При охлаждении газа наступает момент, когда одна из составляющих (при его парциальном давлении) приступает к конденсации. Разумеется, что первым сконденсируется компонент, температура конденсации которого при его парциальном давлении в данной исходной смеси наибольшая. Если предположить равномерное разделение компонентов в исходной смеси, то сначала выпадет осадок в виде конденсата с преимущественно наибольшим значением нормальной температуры конденсации.

ISSN 3030-3907

Углеводородные газы владеют важной особенностью: они имеют свойство растворяться в углеводородных жидкостях. В следствии чего, в жидкую фазу сообщаются не только те компоненты, которые должны конденсироваться при предоставленных значениях температуры и парциального давления, но и другие, даже те, критическая температура которых существенно меньше температуры смеси в настоящий момент. Например, смесь, состоящая из 10% мол. метана и 90% мол. пропана в проточной системе может быть полностью сконденсирована при понижении температуры до 10°C при P=2,0 МПа. Таким образом, метан, критическая температура которого -82°C, в присутствии пропана при 10 °C (температуре значительно выше критической) преобразуется в жидкость [26].

Растворение газа в жидкости, так же, как и конденсация газа, сопутствуется выделением тепла. Численное значение теплоты растворения не на много различается от полученных данных теплоты конденсации. По мере понижения температуры возрастает число создавшейся жидкости и меняется ее состав: жидкость обогащается легколетучими составляющими. Одновременно обогащается легколетучими составляющими и паровая фаза (по мере конденсации тяжелых составляющих), при последующим охлаждении смеси этот процесс будет продолжаться до полной конденсации паровой фазы.

В процессе низкотемпературной конденсации (НТК) газа охлаждение продолжают лишь до заданной точки конденсации паровой фазы (исходного газа), которая определяется по средству необходимой глубины извлекания целевых компонентов из газа и достигается при помощи, вполне определенной (в зависимости от состава исходного газа и давления в системе) итоговой температуры процесса охлаждения. Эта температура достигается путем подвода расчетного количества холода нужного температурного уровня.

Конкретно одной и той же степени конденсации начально исходного газа можно добиться путем различных комбинаций, с помощью изменения параметров температуры и давления. С увеличением давления в системе, то есть с увеличением парциального давления каждой составляющей, число конденсации с увеличением давления снижается. При последующем возрастании давления интенсивность конденсации снижается. То же самое, мы можем сказать и о влиянии температуры: (степень конденсации компонентов возрастает с уменьшением температуры наиболее интенсивно до конкретного значения (в зависимости от состава исходного газа), ниже которого скорость конденсации замедлится. Степень конденсации

ISSN 3030-3907

углеводородов будет возрастать в случае увеличения давления процесса конденсации при неизменной температуре, а также при уменьшении температуры процесса в случае неизменного давления. Но, процесс конденации конкретно в этих двух случаях будет протекать по-разному. При увеличении давления и не изменной температуре число конденсации будет возрастать с уменьшением четкости разделения углеводородов: в жидкую фазу вместе с тяжелыми компонентами переходит большее число легких.

ЛИТЕРАТУРА

1. Махмудов М. Ж. Модификация низкооктанового бензина для улучшения его эколого-эксплуатационных характеристик //Мир нефтепродуктов. – 2020. – №. 3. – С. 28-34.
2. USGS. Minerals Yearbook 1995–2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/myb.html
3. Муртазаев, Ф. И., Махмудов, М. Ж., & Наубеев, Т. Х. (2021). ОПРЕДЕЛЕНИЕ БЕНЗОЛСОДЕРЖАЩЕЙ ФРАКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ. Universum: технические науки, (11-4 (92)), 49-51.
4. Муртазаев, Ф. И., Махмудов, М. Ж., & Наубеев, Т. Х. (2021). ВЫДЕЛЕНИЕ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА С ЦЕЛЬЮ ДОВЕДЕНИЯ ЕГО ДО НОРМ ЕВРО-5. Universum: технические науки, (11-4 (92)), 52-56.
5. Муртазаев, Ф. И., & Махмудов, М. Ж. ХИМИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ИХ ЭКОЛОГО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК. ЎЗБЕКИСТОНДА МИЛЛИЙ ТАДҚИҚОТЛАР: ДАВРИЙ АНЖУМАНЛАР: 21-ҚИСМ, 17.
6. Industrial Minerals. 2006. # 466. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.ucm.es/BUCM/compludoc/W/10608/00198544_1.htm
7. Махмудов, М. Ж. (2020). Определение сорбционной емкости синтетического цеолита NaX в динамических условиях из жидкой фазы по ароматическим углеводородам бензина. Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, (5), 26-29.
8. Абрамов, А. А. Переработка, обогащение и комплексное использование твердых полезных ископаемых [Текст] / А. А. Абрамов. – М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 2004. Т. 2. 510 с.
9. Махмудов, М. Ж., & Ахмедов, У. К. (2020). Colloidal-chemical features of surfactants and additives into low octane gasolines to improve their quality. International Scientific Review, (1), 6-10.

ISSN 3030-3907

10. Брагина, В. И. Фосфатные руды Красноярского края [Текст] / В. И. Брагина, В. Е. Кисляков // Минерально-сырьевая база, технологии обогащения. Красноярск: ГУЦМи З, 2006. 387 с.
11. Брагина, В. И. Обогащение фосфатно-редкометальных руд [Текст /В. И. Брагина, В. И. Брагин // Красноярск: ГАЦМиЗ, 2002. 126 с.
12. Авдохин, В. М. Основы обогащения полезных ископаемых. Обогатительные процессы [Текст] / В. М. Авдохин. М.: МГУ, 2006. Т. 1. 352 с. 15. Брагина, В. И. Обогащение и комплексное использование фосфатных и фосфатно-редкометалльных руд Восточной Сибири [Текст]/ В. И. Брагина, В. И. Брагин. Красноярск: ГАЦМиЗ, 1996. 401 с.
13. Jamolovich, M. M., & Karimovich, A. U. (2022). COLLOIDAL-CHEMICAL features of surfactants and additives into low octane gasolines to improve their quality. International scientific review, (LXXXVII–I), 5-9.
14. Дианов В.Н. Диагностика и надежность автоматизированных систем: учебное пособие. – М.: МГИУ, 2007. – 159 с.
15. М.В. Горбачева, Чан Зань Хыонг, О.В. Лазарева. Исследование надежности и риска нерезервированной технической системы. / Материалы ВНПК «Перспективы развития технологии переработки углеводородных, растительных и минеральных ресурсов», Иркутск, 25-26 апреля 2013. – с. 116.
16. Mukhtor, M., & Sadulla, Y. (2024). THE INFLUENCE OF DIFFERENT PARAMETERS IN THE PROCESSES OF AMINE PURIFICATION OF NATURAL GASES. Universum: технические науки, 8(2 (119)), 36-38.
17. Mukhtor, M., Temirbek, N., & Dilnoza, A. (2023). STUDY OF ANTI-KNOCK CHARACTERISTICS OF LOW-OCTANE GASOLINE WITH THE ADDITION OF OCTANE BOOSTING ADDITIVES. Universum: технические науки, (4-8 (109)), 15-21.
18. Mukhtor, M., & Nozim, T. (2024). ANALYSIS OF MODERN TECHNOLOGIES OF METHYL TERTIARY BUTYL ETHER PRODUCTION. Universum: технические науки, 7(6 (123)), 40-42.
19. Mukhtor, M., Temirbek, N., & Dilnoza, A. (2023). Increasing the detonation stability of automotive gasolines by basic synergistic mixtures of oxygen compounds. Universum: технические науки, (4-8 (109)), 22-26.
20. Mukhtor, M., & Salohiddin, A. (2022). Absorption and adsorption methods for natural gas purification from hydrogen sulfide and mercaptans. Universum: технические науки, (9-5 (102)), 62-64.
21. Махмудов, М. Ж., Цуканов, М. Н., Саломов, С. С. Ў., & Савриев, М. С. (2021). ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ПРЕВРАЩЕНИЯ ВЕЩЕСТВА В

ISSN 3030-3907

ПРОЦЕССЕ ГИДРООЧИСТКИ АВТОМОБИЛЬНОГО БЕНЗИНА И ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА. Science and Education, 2(3), 166-174.
22. Ризаев, Ш. А., & Махмудов, М. Ж. (2023). ТАБИИЙ ГАЗНИ ҚУРИТИШ ЖАРАЁНЛАРИДА СИРТ-ФАОЛ МОДДАЛАРНИ ҚЎЛЛАШ АСПЕКТЛАРИ.
23. Махмудов, М. Ж., & Тиллаева, Ш. Ф. (2019). ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИЯ БЕНЗОЛСОДЕРЖАЩЕЙ ФРАКЦИИ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРА NI/AL2O3 С ЦЕЛЬЮ ДОВЕДЕНИЯ БЕНЗИНА ДО НОРМ ЕВРО-5. Теория и практика современной науки, (3 (45)), 175-180.
24. Махмудов, М. Ж. (2013). ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО ПРОВЕДЕНИЯ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА СКВАЖИН. In СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ (pp. 320-322).
25. МАХМУДОВ, М. Ж. (2014). ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВО. In Современные инновации в науке и технике (pp. 92-94).
26. Махмудов, М. Ж., Тошев, М. С. Ў., & Салойдинов, А. А. (2021). Гидроизомеризация бензолсодержащих бензиновых фракций на катализаторе NiW/Al2O3 с целью доведение автомобильного бензина АИ-80 до нормам Евростандарту-5. Science and Education, 2(10), 135-140.

[i]

ISSN 3030-3907