ISNN 3030-3907

2025/12
VOLUME 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/12 VOLUME 8

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.

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.

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.
Qayumov Abdurasul Shonazarovich
Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Renessans ta'lim 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, dotsent.
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.
Asadova Ra'no Dilmuratovna
Toshkent davlat texnika universiteti dotsenti

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 davlat texnika universiteti, 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 davlat texnika universiteti, 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

MUNDARIJA

1	Pentan-geksan fraksiyasining izomerizatsiya jarayonini takomillashtirishsh. *N.X.Murataliyeva* *T.T. Safarov*	9
2	Environmental impact of solvents derived from gas condensate and methods to mitigate it *N.X. Murataliyeva* *T.T. Safarov* *Sh.Jurayev*	14
3	Особенности обводнения газовых скважин и технология выделения водоносных интервалов в юрских терригенных отложениях месторождения восточный бердах–учсай *Шомуродов Шохбоз Эрол угли* *Эшмуротов Отабек Раджабович*	21
4	Suv bug‘ining uglerod nanonayida adsorbsiyasi *Y.Y.Yakubov* *X.G‘. Muxammadaliyev* *G.X. Ro‘zimova* *G. G. Omurzakova*	32
5	Drap “kastor” matosining sifat ko‘rsatkichlarini tahlil qilish va muvofiqligini baholash. *Eliyeva Ra’no Rustam qizi*	39
6	Logistika tizimida taqsimot omborlariga mahsulotni yetkazib berishni samarali tashkil etish *Kamalov Sherzodbek Sabirovich*	45
7	G‘ovak muhitlarda gaz filtratsiyasi masalasini yechish dasturini yaratish *Gulstan Artikbayeva*	54
8	Chigit ekishning seyalka asosida amalga oshiriladigan texnologik jarayonini optimallashtirish masalalari *Imomov Sh* *Babamuradov A* *Ostonov Sh.*	61
9	Ikkilamchi polietilentereftalatni dietilenglikol ishtirokida alkogoliz qilishning kimyoviy-texnologik asoslari. *Najmiddinov Shahriddin Sherzod o‘g‘li* *Cho‘liyev Jamshid Ro‘ziboyevich*	68
10	Thermogravimetric and differential thermal analysis of a thermostable material synthesized from liquid glass and silicagel *Akhmedov Kh.I* *Akhmedov V.N*	73
11	Aminokislotalarni titrametrik usulda taxlil qilish. *Kenjaev A.Q.* *Kenjayeva S.N.* *Ernazarova J.X.*	79
12	Milliy tarjima dasturini yaratish uchun takomillashtirilgan bert modellari va algoritmlarini ishlab chiqish *Safoyev Nodirjon Nematjon o‘g‘li*	91
13	Transformatorlarning turli ish rejimidagi isroflar va ularning tahlili *Mirzoyev Dilshod Po‘lotovich* *Baxtiyorov Islomjon Ixtiyor o‘g‘li*	98
14	Chiziqli dinamik tizimlarning boshqaruvchanligi, kalman mezoni va zamonaviy umumlashtirilgan yondashuvlar *Safarov Elyorbek Xasanovich*	105
15	Suv sathini boshqarish texnologik jarayonini formallashtirish *Safarov Elyorbek Xasanovich*	111
16	Labor safety problems and solutions *Kochkarova Cholponoy Khabibullayevna*	117
17	Safety monitoring of production processes	121

ISSN 3030-3907

	Tursunov Khamdam xxx	
18	Standartlashtirish va risklarni boshqarish asosida sifat menejment tizimini takomillashtirish. *Bahodirov Asadbek Murodovich*	126
19	Barium nitrate mixed-amide complex compounds *Aysanem Bektursinova.* *Zulfiya Djumanazarova.* *Gulmira Burkitbaeva.* *Barnoxon Raximova.* *Barnoxon Raximova.* *Gulshexra Ilalova.*	131
20	So‘z turkumlari grammatik kategoriyalarining teglanishi: nazariy va amaliy jihatlar *Hamroyeva Shahlo Mirdjanovna* *Go‘zal Erkinjonova Baxtiyor qizi* *Bekmurzayeva Maftuna Baxtiyor qizi*	141
21	C++ meros bo‘limlari va ularning imkoniyatlari *Ishkobilov Farrux Xayrilloyevich*	147
22	Fizikani o`rgatuvchi neyron tarmoqlar (pinn) yordamida elastiklik tenglamalarini yechish *Yunusova Gulrux Ahmadjon qizi* *Jo`rayev Latif G`ayratzoda o`g`li*	154
23	Jahon va o‘zbekistonda muqobil energiya manbalaridan foydalanish holati va istiqbollari *Murodova Feruza Rashidovna* *Mirzoyev Dilshod Po‘lotovich* *Shermetov Umidbek Qahramon o‘g‘li*	159
24	Mutaxassislik fanlarini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlari *Jo‘rayev Sirojbek O‘rol o‘g‘li* *Xudoyqulov Kamoljon Toshpo‘latovich*	168
25	Bino va inshootlar qurilishida energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni tadbiq etish *Xusanova Malohat Mingnorovna* *Shaymardanov Madaminbek Panji o‘g‘li*	181
26	Dasturiy ta'minotni ishlab chiqish jarayonida sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish samaradorligini oshirish mexanizmlari va vositalari *Yo‘ldoshev Shuhrat Savriyevich* *Muradova Firuza Rashidovna* *Muradova Firuza Rashidovna*	186
27	Tezlik zarbalari orqali transport vositalaridan energiya yig‘ish *Usmonov Axtam Usmonovich* *Hamroyev Yahyobek Yunus o‘g‘li*	194
28	“Raqamli pedagogika” konsepsiyasiga asoslangan interaktiv o‘quv platformasini ishlab chiqish va uning samaradorligini baholash *Murodova Zarina Rashidovna* *Nosirova Muqaddas*	205
29	Matematika fanining rivojlanishi orqali insonlarning koinot haqidagi qarashlari *Jo‘rayev Shaxzod Shuhratjonvich*	210
30	Методы, алгоритмы и схемы автоматизации полива сельскохозяйственных культур *Арифжанов А.Ш.* *Абдуганиев А.А.*	220
31	Oq xantal (sinapis alba l.) Urug‘larining unuvchanligiga harorat va namlikning ta'siri *Yalgasheva Baxtigul Safarovna*	234
32	Oq xantalning bioekologik xususiyatlari *Yalgasheva Baxtigul Safarovna*	240
33	Quyosh fotoelektr tizimlarini elektr ta’minoti tarmog‘iga ulanish HOLATI *T.U.Toshev* *U.E.Norqulov* *E.Sh.Nigmatova*	246

ISSN 3030-3907

	S.A.Begimqulov	
34	Bozor munosabatlari sharoitida magistral elektr tarmoqlarining transit kompaniya modelida ish holatlari matematik ifodalash *B.A.Bobonazarov* *T.U. Toshev* *N.A.Qurbonov* *R.A. Abdullaeva* *U.B.Akbarov*	251
35	Yaylov yerlarining degradatsiyasini gis texnologiyalari asosida baholash *Raximov Sherzod Shavkatovich*	258
36	Tikuvchilik sanoatini rivojlantirishda zamonaviy tikuv mashinalarining tutgan o‘rni *Kaxxarova Tozagul Abdimuminovna* *Raxmanov Farxodjon Gabbarovich*	266
37	Mineral tuzlarning yig‘ilishiga qarshi ingibitorlarni ishlab chiqarish texnologiyasi va «sumono-ekstra–m» qo‘llanishi. *Berdiarova Gavkhar Ulugbek qizi* *Cho‘liyev Jamshid Ro‘ziboyevich*	271
38	Xalq tabobatida o‘simliklardan foydalanishning ilmiy asoslari *Nasirova Shohida Erkinovna*	277
39	Kali linux operatsion tizim yordamida ochiq kodli razvedkani amalga oshirish usullarini tahlil qilish *Rustamov Shamiljon Xasanovich* *Norboyev Bexzod Uktam o‘g‘li* *Boboqulov Behro‘z Muzaffar o‘g‘li*	283
40	Polietilenpoliamin ishtirokida polivinilxlorid asosidagi sulfokationitni modifikatsiyalashda fizik-kimyoviy omillarning roli. *Hasanova Nargiza Sanjar qizi* *Cho‘liyev Jamshid Ro‘ziboyevich*	295
41	Quyosh-biomassa piroliz tizimlari konfiguratsiyasi va orientatsiyasi tahlili *Qodirov Jobir Ro‘zimamatovich* *Yangiboyev Fayoz G‘aybulla o‘g‘li*	302
42	Research of data transmission networks in manufacturing systems *Fayzullaev B.A.* *Umarova G.B.*	319
43	Shamol parraklarining burilish burchagini nazorat qilish orqali energiya ishlab chiqarishni oshirish *Egamov Dilmurod Abduraimovich* *Inomiddinov Hojiakbar Qosimjon o‘g‘li*	330
44	O‘zbek tilida son so‘z turkumini pos teglash asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish *Mansurova Shaxinabonu Najmiddin qizi*	342
45	The issue of assessing the technical condition of industrial equipment under conditions of uncertainty *Fayzullaev Bayram Artikbaevich*	349
46	Java dasturlash tili fanidan elektron darslik yaratish. *Murodova Zarina Rashidovna* *Togayeva Mehriniso Jahongirovna*	354
47	Исследование адсорбционных свойств бентонита навбахорского месторождения для очистки и регенерации трансформаторных масел. *Муродов Маликжон Негмуродович*	360
48	Qazilgan bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimining kon ishlarida qo‘llanilishi va samaradorligi *Isroilov M. A.* *Goyibov M. M.*	370
49	Теоретическое исследование движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина *Жураева Гулхаё Равшанбековна*	375
50	Методика расчёта солнечных систем теплоснабжения и оценка их эффективности. *Зохирова Шахноза Муродиллаевна*	382

ISSN 3030-3907

51	Tizza bo‘g‘imlari artrozida destruktiv o‘zgarishlar rivojlanishida matriksli metalloproteinazlar genetik polimorfizmining ahamiyati *Isroilov A.A.*	389
52	Новые кормовые ингредиенты в составе рецептур комбинированных кормов для объектов рыбоводства *Шалов Д.Ж.* *Махмудов Р.А.* *Мавланов Б.А.* *Хайитов Р.А.*	395
53	Электр токи ёрдамида фаоллаштирилган табиий канал сувига микроэлементларни (cu, mn) композициялашда эритма ион таркибининг ўзгариши *Абдуллаев Мураджон Турсунович* *Закиров Карим Разикджанович* *Джураева Дилдора Умаржоновна*	405
54	Sun’iy intellekt asosida moslashtirilgan (adaptive) ta’lim tizimlari *Toshboltayev Faxriddin O‘rinboyevich* *Mirzaakbarova Mohinabonu Saidjon qizi* *Burxonjonova Sevinchxon Abdulaziz qizi*	412
55	Texnologik jarayonga ta’sir etuvchi omillar va tola fizik-mexanik xossalarining yigirilgan ip sifatiga bog‘liqligi *G.K.Mirxonova* *Muradova Firuza Rashidovna*	418
56	Маҳаллий ҳомашёлар асосида таркибида гумин бирикмалари тутган биосуперфосфат ўғитлар ишлаб чиқариш *Орибжонов Мухаммадали Хайрулло ўғли* *Бектемиров Азизбек Обитали ўғли* *Арисланов Акмалжон Сайиббаевич* *Азизов Вохидхўжа Зохиджон ўғли*	423
57	Review of recent advances in polycarbonate synthesis *Malika Mukhamadieva* Bakhodir Mukhiddinov	431
58	The influence of the physicochemical nature of surfactants on the effectiveness of their action in various environments. N. S. Makhmudova	447
59	Диагностическая значимость кардиометрии в выявлении субклинического кардита у детей с острой ревматической лихорадкой *Умарова С.С.*	454
60	Разработка и научное обоснование рецептур безалкогольных напитков профилактической направленности на основе соков и растительных экстрактов *Ҳабибуллаев Назаржон Акрамович* *Амонова Зубайда Муқимовна*	465

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

PENTAN-GEKSAN FRAKSIYASINING IZOMERIZATSIYA JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISHSh.

N.X.Murataliyeva
Toshkent kimyo-texnologiya institutining tayanch doktoranti
T.T. Safarov
Toshkent kimyo-texnologiya institute t.f.n. professori

Annotatsiya: Maqolada pentan-geksan fraksiyasining izomerizatsiya jarayoni tahlil qilinadi va uni takomillashtirish yo‘llari ko‘rsatiladi. Jarayonning maqsadi benzin fraksiyalarining oktan sonini oshirish, individual izomerlarni olish va ekologik toza benzin komponentlarini ishlab chiqarishdir. Xom ashyo, katalizatorlar turlari va ularning xususiyatlari, shuningdek, sanoat jarayonlari tavsiflanadi. Taklif etilayotgan yangi katalizator (IPK-2S) ni qo‘llash orqali chiqish va oktan sonini oshirish, quvvatni 12% ga ko‘paytirish mumkinligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: izomerizatsiya, pentan-geksan fraksiyasi, katalizator, oktan soni, benzin komponentlari, ekologik toza yoqilg‘i, gidroizomerizatsiya.

Abstract: The article analyzes the isomerization process of the pentane-hexane fraction and suggests ways to improve it. The purpose of the process is to increase the octane number of gasoline fractions, obtain individual isomers, and produce environmentally friendly gasoline components. Raw materials, types of catalysts and their properties, as well as industrial processes are described. It is shown that the use of the proposed new catalyst (IPK-2S) can increase yield and octane number, and increase capacity by 12%.

Keywords: isomerization, pentane-hexane fraction, catalyst, octane number, gasoline components, environmentally friendly fuel, hydroisomerization.

Аннотация: статье анализируется процесс изомеризации пентан-гексановой фракции и предлагаются пути его совершенствования. Цель процесса - повышение октанового числа бензиновых фракций, получение индивидуальных изомеров и производство экологически чистых компонентов бензина. Описаны сырье, типы катализаторов и их свойства, а также промышленные процессы. Показано, что применение предлагаемого нового катализатора (ИПК-2С) позволяет увеличить выход и октановое число, а также повысить производительность на 12%.

Ключевые слова: изомеризация, пентан-гексановая фракция, катализатор, октановое число, компоненты бензина, экологически чистое топливо, гидроизомеризация.

Kirish

Parafin uglevodorodlarining izomerizatsiya jarayoni benzinlarning pentan-geksan fraksiyalarining oktan sonini oshirish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, ular 70°C gacha qaynaydigan va individual parafin uglevodorodlari – izobutan va izopentanni

ISSN 3030-3907

n-butan va n-pentandan olish uchun ishlatiladi. Bu izopren kauchuk sintezida xom ashyo resurslarini oshirish, alkillash jarayoni va metil-tret-butil efir sintezida izobutilenni olish uchun zarur. Izopentanlar va izogeksanlar avtomobil benzini komponentlari sifatida qo‘llaniladi.

Hozirgi vaqtda tovar benzinda aromatik uglevodorodlarning umumiy miqdorini kamaytirish uchun oktan sonini oshiruvchi qo‘shimchalar sifatida bazaviy aralashtirish komponenti – riformat bilan birga izomerizat, alkilat, efirlar (MTBE, ETBE, TAME) ishlatiladi. Alkillash va efirlashtirish jarayonlari cheklangan xom ashyo resurslari bilan xarakterlanadi va ularni amalga oshirish uchun yuqori kapital va ekspluatatsiya xarajatlari talab etiladi. Izomerizatsiya hozirgi vaqtda ekologik toza yuqori oktanli benzin komponentlarini ishlab chiqarishning eng samarali usuli hisoblanadi.

Izomerizatsiya jarayoni uchun xom ashyo quyidagilar bo‘lishi mumkin:

- GFU dan C5+ fraksiyasi,
- tabiiy va neft gazlaridan C5+ fraksiyasi (ShFLU),
- katalitik riforming rafinati n.k. – 62°S boshi,
- to‘g‘ridan-to‘g‘ri qaynatilgan benzin ikkilamchi distillatsiyasidan keyin n.k. – 62°S boshi. Bu fraksiyalarning hammasi C5 va C6 n-alkanovlarining konsentrati bo‘lib, n-C5 va n-C6 ning umumiy miqdori qanchalik yuqori bo‘lsa, izomerizatsiya jarayoni shunchalik yaxshi kechadi.

Zararli aralashmalar bo‘yicha xom ashyoga qo‘yiladigan talablar:

- oltingugurt miqdori 1·10-4% massadan ko‘p bo‘lmasligi,
- azot miqdori 0,5·10-4% massadan ko‘p bo‘lmasligi,
- namlik miqdori 0,5·10-4% massadan ko‘p bo‘lmasligi.

Keyinchalik bifunksional metall nanosilgan katalizatorlar taklif etildi – alyuminiy oksidida platina yoki palladiy, 70-yillardan XX asrda esa seolitlarda.Hozirgi vaqtda 3 turdagi katalizator ishlatiladi:

- IP-62, alyuminiy oksidida 0,5% platina va ftor bilan faollashtirilgan, izomerizatsiya jarayoni 380-450°S da o‘tkaziladi,
- NIP-66, alyuminiy oksidida 0,6% platina va xlor bilan faollashtirilgan, izomerizatsiya jarayoni 150-180°S da o‘tkaziladi (past haroratli),
- ITsK-2, SAU seolitida 0,8% palladiy va xlor bilan faollashtirilgan, izomerizatsiya jarayoni 250-320°S da o‘tkaziladi.

Avtomobil benzinlari jahon ishlab chiqarishida ularning nafaqat ekspluatatsiya, balki ekologik xususiyatlarini qattiqroq talab qilish tendensiyasi kuzatilmoqda. Shu bilan birga, xalqaro va mahalliy avtobenzin normalari benzol, aromatik uglevodorodlari, etilen uglevodorodlari va oltingugurt miqdorini sezilarli darajada cheklaydi. n.k.-75°S fraksiyasining gidroizomerizatsiyasi benzol va aromatik uglevodorodlar summasining minimal miqdorini o‘z ichiga olgan yuqori

ISSN 3030-3907

oktanli benzin komponentlarini ishlab chiqarishning eng kam xarajatli va eng iqtisodiy foydali jarayoni bo‘lib, har bir neftni qayta ishlash zavodining majburiy atributiga aylanmoqda.

Hozirgi vaqtda izomerizatsiyaning uch turdagi sanoat jarayonlari ishlab chiqilgan [1,2]:

- alyumoplatina ftorlangan katalizatorlarda yuqori haroratli izomerizatsiya (360-440°S);
- seolit katalizatorlarda o‘rta haroratli izomerizatsiya (250-300°S);
- xlor bilan promoti qilingan alyuminiy oksididan tashkil topgan katalizatorlarda past haroratli izomerizatsiya (120-180°S).

Seolit katalizatorlari eng kam faol bo‘lib, boshqa turdagi katalizatorlarga nisbatan yuqori haroratlarda ishlatiladi va natijada izomerizatning oktan soni past bo‘ladi. Bu 250-280°S harorat oralig‘ida pentanlar va ayniqsa geksanlarning izomerizatsiya chuqurligining yetarli darajada yuqori emasligi bilan izohlanadi, bu oraliqda seolit katalizatorlari ishlaydi. Shuning uchun izomerizatning oktan soni tadqiqot usuli bo‘yicha 76-77 punktni oshmaydi, past oktanli izomerlarni resikl qilish sxemalari esa iqtisodiy jihatdan foydasiz bo‘ladi [3].

Xlorlangan alyuminiy oksidi asosidagi katalizatorlar eng faol bo‘lib, izomerizatning eng yuqori chiqishi va oktan sonini ta’minlaydi. Izomerizatsiya jarayonida katalizatorlar xlorni yo‘qotishi, natijada faolligi pasayishi qayd etiladi. Shuning uchun katalizatorning yuqori faolligini saqlab qolish uchun xom ashyoga xlor o‘z ichiga olgan birikmalar kiritilishi ko‘zda tutilgan, natijada organik xloriddan ishqoriy yuvish zarur. Bu turdagi katalizatorning muhim kamchiligi shundaki, u katalitik zaharlar (kislorod o‘z ichiga olgan birikmalar, shu jumladan suv, azot) ga juda sezgir va xom ashyoni majburiy ravishda gidrotozalash va quritishni talab etadi. Yillik quvvati 302,1 ming tonna bo‘lgan pentan-geksan fraksiyasining izomerizatsiya qurilmasida izomerizatsiya jarayonida UOP firmasining I-82 katalizatori ishlatiladi. Uning ekspluatatsiyasi izomerizatni 94% gacha chiqish bilan olish imkonini beradi, tadqiqot usuli bo‘yicha oktan soni 88-90 punkt.

Pentan-geksan fraksiyasining izomerizatsiya jarayonining samaradorligini belgilovchi asosiy apparat – bu reaktor bo‘lib, u texnologik jihatdan belgilangan quvvatni ta’minlashi, zarur reaksiya hajmini ega bo‘lishi, fazalar kontakt yuzasini yaratishi kerak. Reaktorda bosim farqining o‘sishini sekinlashtirish uchun turli vositalar ishlatiladi: taqsimlovchi qurilmalar, filtrlaydigan savatlar, turli konstruktsiyali tutqichlar, turli diametrdagi farfor sharlar va boshqalar. Amaldagi qurilmadagi pentan-geksan fraksiyasining izomerizatsiya jarayonini takomillashtirish maqsadida o‘tkazilgan patent-ma’lumot izlanishiga asoslanib, I-82 katalizatorini Rossiyaning “NPF “OLKAT” OOO tomonidan ishlab chiqilgan

ISSN 3030-3907

IPK-2S katalizatoriga almashtirish taklif etiladi, u past miqdordagi platina o‘z ichiga olgan sulfatlangan sirkoniy oksididan iborat [4]. IPK-2S katalizatoridan foydalanish izomerizatni 99% gacha chiqish bilan olish imkonini beradi, tadqiqot usuli bo‘yicha oktan soni 90-92 punkt.

Quyidagi 1-jadvalda ishlatiladigan asosiy katalizatorlarning taqqoslovi keltirilgan (faktlar UOP va boshqa kompaniyalar katalizatorlari haqidagi ma’lumotlarga asoslangan :

1-jadval

Katalizator	**Tarkibi**	**Faollashtiruvchi**	**Harorat oralig‘i (°C)**	**Oktan soni (tadqiqot usuli)**	**Chiqish (%)**	**Kamchiliklari**
IP-62	0,5% Pt / Al2O3	Ftor	380-450	76-78	90-92	Yuqori harorat, past faollik
NIP-66	0,6% Pt / Al2O3	Xlor	150-180	82-84	92-95	Zaharlarga sezgir, xlor yo‘qotishi
ITsK-2	0,8% Pd / Seolit SAU	Xlor	250-320	76-77	85-90	Past oktan, resikl zarur
I-82 (UOP)	Pt / Xlorlangan Al2O3	Xlor	120-180	88-90	94	Zaharlarga juda sezgir, gidrotozalash talab etiladi
IPK-2S	Kam Pt / Sulfatlangan ZrO2	Sulfat	150-200	90-92	99	Yangi texnologiya, uzoq muddatli xizmat

Shunday qilib, pentan-geksan fraksiyalarining izomerizatsiya jarayonini tahlil qilish, shuningdek, zamonaviy jahon tendensiyalarini o‘rganish ko‘rib chiqilayotgan ishlab chiqarishni takomillashtirish yo‘lini tanlash imkonini berdi. U I-82 katalizatorini IPK-2S katalizatoriga almashtirishdan iborat bo‘lib, hisob-

ISSN 3030-3907

kitoblarga ko‘ra, qurilma quvvatini 12% ga oshiradi va yangi katalizatorning xizmat muddati sakkiz yilni tashkil etadi.

ADABIYOTLAR

1. Bruno Domerg, Loran Vatripont. Parafinlar izomerizatsiyasi texnologiyasini yanada rivojlantirish // Neftni qayta ishlash va neftkimyo. 2001. № 4. S. 15-27.
2. Alimov A.A. Gazokondensatlarning kimyo ishlovi // mehnatlar to‘plami. Konferensiya. “O‘zbekiston minerallari xom ashyo resurslarini kimyo ishlovining dolzarb muammolari” T.:, 2003, s. 25.
3. Turukalov M. To‘liq izomerizatsiya // Neftgaz vertikali. 2008. № 16. S. 22-28.
4. Yakovenko O.V. Pentan-geksan fraksiyasining izomerizatsiya jarayonini takomillashtirish / O.V. Yakovenko, S.M. Ledenev // Ilmiy kashfiyotlar olamida. 2010. № 12. S. 242-244.
5. Kapustin V.M., Kukes S.G. Neftni qayta ishlash texnologiyasi. Tom 1. Moskva: Koloss, 2007. 496 s.
6. Emelyanov V.E., Gureev A.A. Avtomobil benzinlari: Xususiyatlari va qo‘llanilishi. Moskva: Texnika, 2000. 240 s.
7. Danilov A.M. Yuqori oktanli benzinlar va ularning qo‘shimchalari. Sankt-Peterburg: Ximiya, 2012. 320 s.
8. Sharipov A.X., Bakhtiyarov D.N. Uglevodorodlarning katalitik izomerizatsiyasi: Zamonaviy holat va istiqbollar // Kimyo va kimyo texnologiyasi. 2018. № 3. S. 45-52.
9. Levin O.V. Neft fraksiyalarining izomerizatsiyasi katalizatorlari // Kataliz sanoatda. 2015. № 2. S. 112-120.
10. Zlotnikov V.A. Ekologik toza yoqilg‘ilar ishlab chiqarish texnologiyalari. Moskva: Neft va gaz, 2020. 280 s.

ISSN 3030-3907

ENVIRONMENTAL IMPACT OF SOLVENTS DERIVED FROM GAS CONDENSATE AND METHODS TO MITIGATE IT

N.X. Murataliyeva
Basic Doctoral Student of Tashkent Chemical-Technological Institute
T.T. Safarov
Professor, DSc of Tashkent Chemical-Technological Institute
Sh.Jurayev
Basic Doctoral Student of Tashkent Chemical-Technological Institute

Abstract. Gas condensate, a lightweight hydrocarbon mixture obtained as a byproduct of natural gas extraction, serves as a primary feedstock for producing industrial solvents used in applications such as enhanced oil recovery (EOR), cleaning agents, and coatings. While these solvents offer economic advantages due to their efficacy in dissolving organic materials, their lifecycle—from production to disposal—poses significant environmental challenges, including air and water pollution, soil degradation, and contributions to climate change. This review synthesizes current knowledge on the environmental impacts of these solvents, drawing from laboratory studies on volatile organic compound (VOC) emissions, toxicity, and persistence. Furthermore, it explores mitigation strategies, such as the adoption of bio-based alternatives, solvent recovery technologies, thermochemical treatments, and regulatory frameworks, to minimize ecological footprints. Laboratory findings indicate that thermochemical mitigation can reduce condensate viscosity by 17-fold and recover up to 65% of trapped hydrocarbons, while transitioning to green solvents can lower emissions by up to 80% (2).

Keywords: gas condensate solvents, environmental impact, VOC emissions, hydrocarbon pollution, green solvents, mitigation strategies, sustainable chemistry.

Аннотация. Газовый конденсат, легкая углеводородная смесь, получаемая как побочный продукт добычи природного газа, служит основным сырьем для производства промышленных растворителей, используемых в таких приложениях, как усиленная добыча нефти (EOR), чистящие средства и покрытия. Хотя эти растворители предлагают экономические преимущества благодаря их эффективности в растворении органических материалов, их жизненный цикл — от производства до утилизации — создает значительные экологические проблемы, включая загрязнение воздуха и воды, деградацию почвы и вклад в изменение климата. Этот обзор синтезирует текущие знания об экологическом воздействии этих растворителей, опираясь на лабораторные исследования эмиссий летучих органических соединений (ЛОС), токсичности и стойкости. Кроме того, он исследует стратегии смягчения, такие как внедрение биооснованных альтернатив, технологии регенерации растворителей, термохимические обработки и регуляторные

ISSN 3030-3907

рамки, для минимизации экологического следа. Лабораторные данные указывают, что термохимическое смягчение может снизить вязкость конденсата в 17 раз и восстановить до 65% захваченных углеводородов, в то время как переход на зеленые растворители может снизить эмиссии до 80%.
Ключевые слова: растворители из газового конденсата, экологическое воздействие, эмиссии ЛОС, углеводородное загрязнение, зеленые растворители, стратегии смягчения, устойчивая химия.
Abstract. Gaz kondensati, tabiiy gaz qazib chiqarishning yon mahsuloti sifatida olinadigan yengil uglevodorod aralashmasi bo‘lib, neftni kuchaytirilgan qazib chiqarish (EOR), tozalovchi vositalar va qoplamalar kabi qo‘llaniladigan sanoat erituvchilarini ishlab chiqarish uchun asosiy xom ashyo vazifasini bajaradi. Bu erituvchilar organik materiallarni eritishdagi samaradorligi tufayli iqtisodiy afzalliklarni taqdim etsa-da, ularning hayot tsikli — ishlab chiqarishdan tortib utilizatsiyagacha — havo va suv ifloslanishi, tuproq degradatsiyasi va iqlim o‘zgarishiga hissa qo‘shish kabi muhim ekologik muammolarni keltirib chiqaradi. Ushbu sharh erituvchilarning ekologik ta'siri haqidagi joriy bilimlarni sintez qiladi, uchuvchan organik birikmalar (VOC) emissiyalari, toksiklik va qat'iylik bo‘yicha laboratoriya tadqiqotlariga asoslanadi. Bundan tashqari, ekologik izni minimallashtirish uchun bio-asosidagi muqobillar, erituvchi regeneratsiya texnologiyalari, termokimyoviy ishlov berish va me'yoriy asoslarni qabul qilish kabi yumshatish strategiyalarini o‘rganadi. Laboratoriya natijalari shuni ko‘rsatadiki, termokimyoviy yumshatish kondensat yopishqoqligini 17 baravar kamaytirishi va tutilgan uglevodorodlarning 65% gacha qayta tiklashi mumkin, yashil erituvchilarga o‘tish esa emissiyalarni 80% gacha pasaytirishi mumkin.
Kalit so‘zlar: gaz kondensati erituvchilari, ekologik ta'sir, VOC emissiyalari, uglevodorod ifloslanishi, yashil erituvchilar, yumshatish strategiyalari, barqaror kimyo.

Introduction

Natural gas condensate, comprising primarily C5–C12 hydrocarbons, is refined into solvents like naphtha and white spirits, which are integral to industries including petroleum extraction, manufacturing, and pharmaceuticals (10). These solvents enhance processes such as solvent-aided thermal recovery in oil sands, where they mobilize viscous hydrocarbons, potentially lowering energy demands compared to steam injection (1).

However, their volatile nature leads to substantial environmental risks, exacerbated by increasing global production of natural gas. This paper reviews the multifaceted impacts on air, water, and soil, supported by precise laboratory analyses, while proposing evidence-based mitigation methods to align with sustainable development goals.

ISSN 3030-3907

Literature Review

Extensive research highlights the environmental hazards of hydrocarbon solvents. Laboratory studies on condensate releases emphasize long-term ecological damage, including bioaccumulation and biodiversity loss (8).

Solvent degradation in CO2 capture processes releases amines and other pollutants, contributing to atmospheric contamination (7).

The EPA identifies solvents as key VOC emitters, linking them to greenhouse gas effects and ozone depletion (13).

Human health assessments under frameworks like IMAP reveal toxicity risks from prolonged exposure (9). Green chemistry principles advocate reducing solvent use, with bio-based options showing promise in lowering persistence (13). Specific lab-based studies on gas condensate solvents provide quantitative data on emissions and toxicity, as detailed below.

Environmental Impacts

Laboratory analyses reveal precise measurements of pollution from gas condensate-derived solvents, focusing on VOC emissions and ecotoxicity.

Air Pollution

Hydrocarbon solvents from gas condensate are potent VOC sources, evaporating during use and forming ground-level ozone and smog (11).

EOR applications, emissions include methane and NOx, intensifying climate change (12). Halogenated derivatives, if present, contribute to stratospheric ozone depletion. Evaporation experiments on coatings showed solvent-borne polyurethane emitting VOCs at a rate of 6.7 mg h^{-1}, with an emission factor of 495 g kg^{-1}, dominated by hydrocarbons (C_4–C_{10}) and aromatics like PCBTF (0.2% of VOC mass) . Water-borne latex paints had lower factors (43.1 g kg^{-1}), primarily oxygenates like ethanol and ethylene glycol (4).

Water Pollution

Spills and discharges contaminate aquatic environments, with hydrocarbons exhibiting toxicity to marine organisms (8). Produced water from oilfields, often treated with these solvents, introduces persistent pollutants if not remediated (13). Acute toxicity tests on coral (Acropora tenuis) larvae exposed to condensate WAF showed IC50 for metamorphosis inhibition at 339 µg L^{-1} TPAH (without UV) and 132 µg L^{-1} (with UV), indicating 43% increased sensitivity under UV. Sponge (Rhopaloeides odorabile) larvae were less sensitive (>11,000 µg L^{-1} TPAH) (3). WAF was 39-93 times more toxic than predicted from individual components (e.g., naphthalene IC50 ~80,000 µg L^{-1}).

Soil Pollution

ISSN 3030-3907

Leaching into soil reduces microbial activity and fertility, with bioaccumulation affecting food chains (9). Table 1 summarizes key impacts, incorporating lab-derived data.

Table 1

Summary of Environmental Impacts with Lab Data.

Impact Category	Pollutants Involved	Effects	Laboratory Examples
Air	VOCs, Methane, NOx	Ozone formation, Climate change	Emission rate 6.7 mg h^{-1} from polyurethane acp.copernicus.org
Water	Hydrocarbons, Aromatics	Toxicity to aquatic life, Groundwater contamination	IC50 132 µg L^{-1} TPAH for coral with UV nature.com
Soil	Persistent organics	Reduced fertility, Bioaccumulation	Condensate banking reduces permeability to <0.05 mdpi.com

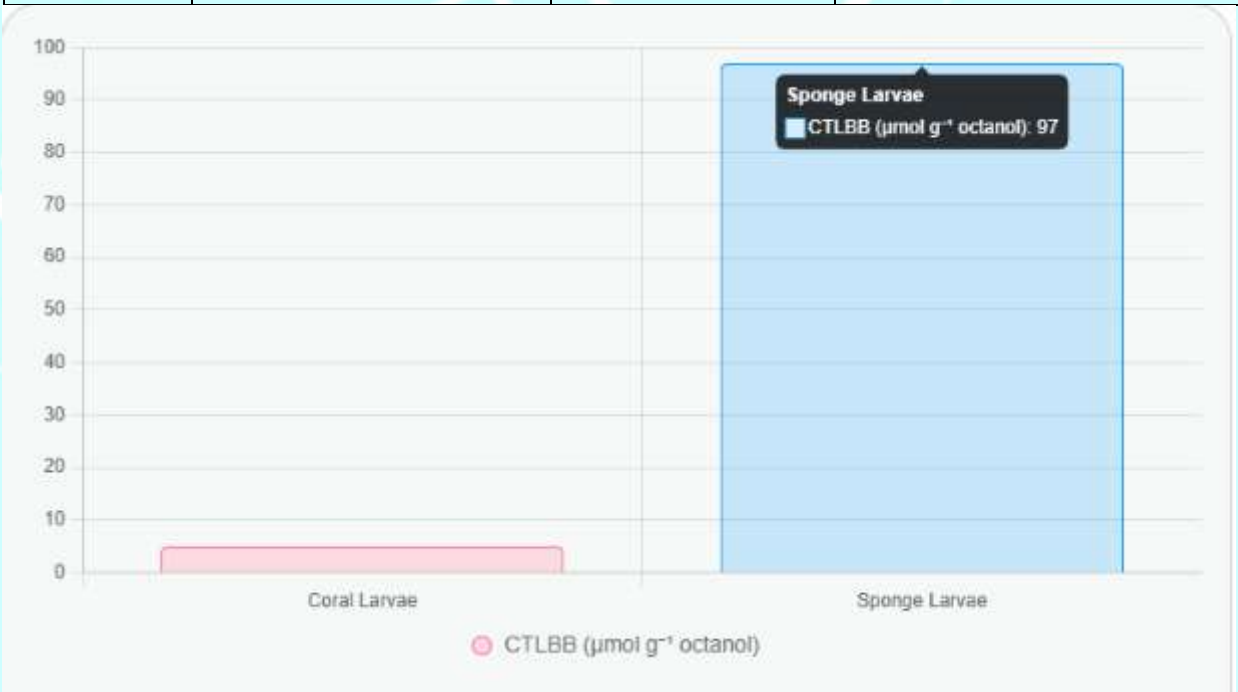


Figure 1: Species-Specific Critical Target Lipid Body Burdens (CTLBB) from Laboratory Toxicity Tests on Weathered Gas Condensate (Data from Ref. [20]).

Mitigation Methods

Laboratory-validated methods demonstrate effective reduction of impacts.

Green Solvents and Alternatives

Bio-based solvents like ethyl lactate and ionic liquids offer biodegradability and lower toxicity (15). In remediation, green solvents separate pollutants

ISSN 3030-3907

effectively. Experiments with natural gas condensate in ES-SAGD showed optimal 10% concentration improving bitumen recovery and reducing cSOR from 7.6 to 2.83, with potential GHG reductions (6).

Recovery and Remediation Technologies

Solvent recyclers reduce emissions by 80% via distillation and nanofiltration (13). Bioremediation combines biological and chemical methods for hydrocarbon cleanup. Thermochemical treatment ($NH_4Cl + NaNO_2$) recovered 65% condensate, reduced viscosity 17-fold (from 0.34 to 0.02 cP), improved gas permeability by 1.22-fold, and cut capillary pressure by 51% (from 65.5 to 32.4 psi) in core flood experiments (1).

Regulatory and Best Practices

Regulations like the Clean Air Act enforce emission controls. Best management practices include reduced emissions during drilling and water conservation. Figure 2 depicts a lifecycle approach to mitigation, based on experimental recovery data.

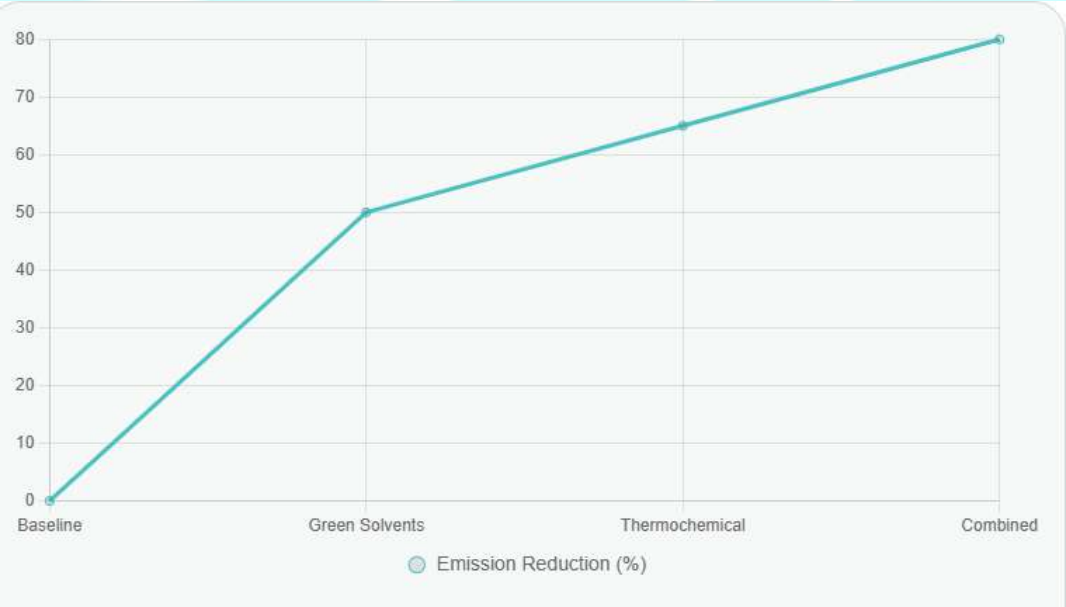


Figure 2: Lifecycle Emission Reduction Potential with Mitigation Strategies (Derived from Lab and Modeling Data, Refs. [10, 32]).

Discussion

Laboratory-derived toxicity thresholds and experimental recovery tests reveal that while gas condensate solvents pose acute risks (e.g., low IC50 for corals), green alternatives and recovery technologies offer viable reductions. Challenges like cost and scalability persist, but integrating these yields dual environmental and economic benefits. Future research should focus on expanded life cycle assessments (LCAs) and additional tropical species testing to quantify impacts comprehensively (6).

Conclusion

ISSN 3030-3907

Gas condensate-derived solvents significantly impact the environment, as evidenced by laboratory toxicity thresholds and emission data, but targeted mitigations—through alternatives, recovery, and regulations—can substantially reduce these effects. This aligns with global sustainability efforts, urging industries to adopt eco-friendly practices for long-term viability.

REFERENCES

1. Hassan, A.M.; Mahmoud, M.A.; Al-Majed, A.A.; Al-Nakhli, A.R.; Bataweel, M.A.; Elkatatny, S. Mitigation of Condensate Banking Using Thermochemical Treatment: Experimental and Analytical Study. Energies 2019, 12(5), 800. https://doi.org/10.3390/en12050800.
2. Negri, A.P., et al. Derivation of toxicity thresholds for gas condensate oils protective of tropical species using experimental and modelling approaches. Marine Pollution Bulletin, 2021, 173, 112961. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0025326X21009334.
3. Negri, A. P. et al. Acute ecotoxicology of natural oil and gas condensate to coral reef larvae. Sci. Rep. 6, 21153 (2016). https://www.nature.com/articles/srep21153.
4. Stockwell, C. E., et al. Volatile organic compound emissions from solvent- and water-borne coatings – compositional differences and tracer compound identifications, Atmos. Chem. Phys., 21, 6005–6022 (2021). https://doi.org/10.5194/acp-21-6005-2021.
5. Vidonish, J. E., et al. Thermal Treatment of Hydrocarbon-Impacted Soils: A Review of Technology Innovation for Sustainable Remediation. Engineering, 2(4), 426-437 (2016). https://doi.org/10.1016/J.ENG.2016.04.012.
6. Effectiveness of Natural Gas Condensate as a Viable Solvent in ES-SAGD Process: Experimental and Life Cycle Assessment Study. Energy Fuels 2024, 38, 16, 15169–15181. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.energyfuels.4c01666.
7. Solvent degradation and emissions from a CO2 capture pilot at a refinery. Journal of Cleaner Production, 2024, 434, 140054. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343723021504.
8. Environmental Risks of Condensate Releases - Leviathan Offshore Project. 2018. https://homelandguards.org/wp-content/uploads/2018/08/2018-07-15-prof-richard-steiner-leviathan-project-environmental-risks.pdf.
9. Sustainability and Chemicals. Conservation Wiki, 2023. https://www.conservation-wiki.com/wiki/Sustainability_and_Chemicals.
10. Natural Gas Condensates: Human health tier II assessment. 2015. https://www.industrialchemicals.gov.au/sites/default/files/Natural%2520Gas%2520Condensates_Human%2520health%2520tier%2520II%2520assessment.pdf.
11. IMPACT OF SOLVENTS LEADING TO ENVIRONMENTAL POLLUTION. Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, Special Issue 3,

ISSN 3030-3907

49-52. https://www.jchps.com/specialissues/Special%2520issue3/06%2520jchps%2520si3%2520nanni%252049-52.pdf.
12. Why Industrial Solvents Are Bad for the Environment. 2023. https://solventwasher.com/why-industrial-solvents-are-bad-for-the-environment/.
13. Solvents and sustainable chemistry. Proc. R. Soc. A, 2015, 471: 20150502. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4685879/.
14. Gas Production from Gas Condensate Reservoirs Using Sustainable Green Chemicals: Impact of Gas Composition and Reservoir Properties. Sustainability, 2019, 11(10), 2838. https://www.mdpi.com/2071-1050/11/10/2838.
15. How Green Solvents Are Revolutionizing Chemical Processes. The Lab Depot. https://www.labdepotinc.com/articles/how-green-solvents-are-revolutionizing-chemical-processes.html.

ISSN 3030-3907

ОСОБЕННОСТИ ОБВОДНЕНИЯ ГАЗОВЫХ СКВАЖИН И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ВОДОНОСНЫХ ИНТЕРВАЛОВ В ЮРСКИХ ТЕРРИГЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНЫЙ БЕРДАХ–УЧСАЙ

Шомуродов Шохбоз Эрол угли

Каршинский государственный технический университет, г.Карши. PhD, старший преподаватель.

Тел:+998904426065

Эшмуротов Отабек Раджабович

Каршинский государственный технический университет, г.Карши. PhD, старший преподаватель.

Аннотация: В статье показано, что обводнение газовых скважин месторождения Шаркий Бердак-Учсай связано с макроразнообразием юрских терригенных отложений, высокопроницаемыми слоями и дефектами цементации. Основными механизмами проникновения воды являются локальное поднятие газоводяного контакта, прорыв воды из-за трубы и тяга по высокопроницаемым линзам. Для уменьшения проблемы использовали управление депрессией, восстановление герметичности задней части трубы, селективную химическую обработку и пенообразование. Пенная технология временно блокирует водные зоны, увеличивая дебит газа до 70%. Термометрия позволяет определить водные интервалы. Результаты послужат повышению эффективности эксплуатации скважин в условиях терригенных коллекторов сложного юрского периода.

Ключевые слова: Обводнение скважин; газовые залежи; юрские терригенные отложения; газоводяной контакт; макронеоднородность; заколонный прорыв воды; высокопроницаемые пропластки; накопление жидкости; критическая скорость газа; пенная обработка; термометрия; интенсификация отбора газа.

Annotatsiya: Maqolada Sharqiy Berdaq-Uchsoy konlarining gaz quduqlaridagi suvlanishi yura terrigen yotqiziqlarining makro harxilligi, yuqori o‘tkazuvchan qatlamlar va sementlash nuqsonlari bilan bog‘liqligi ko‘rsatildi. Suv kirishining asosiy mexanizmlari - gaz-suv kontaktining lokal ko‘tarilishi, quvur ortidan suv yorib o‘tishi va yuqori o‘tkazuvchan linzalar bo‘ylab tortilishdir. Muammoni kamaytirish uchun depressiyani boshqarish, quvur ortini germetikligini tiklash, selektiv kimyoviy ishlov va ko‘pikli usul qo‘llanildi. Ko‘pikli texnologiya suv zonalarini vaqtincha bloklab, gaz debitini 70% gacha oshiradi. Termometriya esa suvli intervallarni aniqlash imkonini beradi. Natijalar murakkab yura davrining terrigen kollektorlari sharoitida quduqlar ekspluatatsiyasining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: Quduqlarni suv bosishi; gaz uyumlari; yura davri terrigen yotqiziqlari; gaz-suv kontakti; makroharxillik; suvning ustun bo‘ylab yorib chiqishi; yuqori o‘tkazuvchan qatlamchalar; suyuqlikning to‘planishi; gazning kritik tezligi; ko‘pikli ishlov berish; termometriya; gaz olishni jadallashtirish.

Abstract: The article shows that waterlogging in gas wells of the Eastern Berdakh-Uchsay field is associated with the macro-diversity of Jurassic terrigenous deposits, high permeability layers, and cementation defects. The main mechanisms of water penetration are local elevation of the gas-water contact, water penetration from behind the pipe, and attraction along high-permeability lenses. To reduce the problem, depression control, restoration of backfitting, selective chemical treatment, and foam method were used. Foam technology temporarily blocks water zones and increases gas flow rates by up to 70%. Thermometry allows for the determination of aqueous intervals. The results serve to increase the efficiency of well operation in the conditions of terrigenous collectors of the complex Jurassic period.

Keywords: Well waterlogging; gas deposits; Jurassic terrigenous deposits; gas-water contact; macro-heterogeneity; column breakthrough of water; highly permeable layers; fluid accumulation; critical gas velocity; foam treatment; thermometry; intensification of gas extraction.

1. ВВЕДЕНИЕ

Восточно-Бердахское и Учсайское месторождения расположены в пределах Бердахского вала Устюртского региона и характеризуются сложным геологическим строением, обусловленным развитием терригенных отложений верхней и средней юры. Продуктивные пласты представлены преимущественно песчаниками, алевролитами и глинистыми породами, отличающимися хорошими коллекторскими свойствами, высокой пористостью и значительными значениями проницаемости [1].

Открытая пористость песчано-алевролитовых пород верхне- и среднеюрского разреза месторождения Восточный Бердах изменяется в пределах 1,74–17,84%, тогда как газопроницаемость варьирует от 0 до $75{,}0\times10^{-3}$ мкм². Для пород продуктивных горизонтов месторождения Учсай характерны значения пористости 2,17–20,89% и проницаемости $0\text{-}67{,}1\times10^{-3}$ мкм². Коллекторы Бердахского вала отличаются сложной внутренней структурой: значительной изменчивостью гранулометрического состава, степени глинистости, песчанистости, а также неоднородностью фильтрационно-ёмкостных свойств, что оказывает непосредственное влияние на газоотдачу пластов. Существенную роль играют и такие факторы, как количество остаточной воды, пластовая температура, начальное и текущее пластовые давления [2-3].

ISSN 3030-3907

Промышленная газоносность участка Шаркий Бердах–Учсай связана с терригенными отложениями юрского возраста. На участке Восточный Бердах выделено 27 продуктивных пластов, из которых 24 относятся к промышленной категории C_1. Среди них 13 пластов вскрыты в отложениях верхней юры (J_3^1, J_3^{1a}, J_3^{1a-1}, J_3^{1a-2}, $J_3^{1б}$, $J_3^{1б-1}$, J_3^2, J_3^{2a}, J_3^{2a-1}, J_3^3, J_3^{3a}, J_3^4, J_3^{4a}), а 11 - в средней юре (J_2^1, J_2^2, J_2^{2a}, J_2^3, J_2^{3a}, J_2^4, J_2^5, J_2^6, J_2^7, J_2^{7a}, J_2^9). Кроме того, три пласта верхнеюрского комплекса ($J_3^{1в}$, $J_3^{1г}$, $J_3^{3б}$) отнесены к категории C_2 [4-5].

На участке Учсай установлено 20 продуктивных пластов, среди которых 14 относятся к категории C_1, а 6 - к категории C_2 ($J_3^{1б}$, $J_3^{1в}$, $J_3^{1в-1}$, $J_3^{1г}$, J_3^2, J_3^{2a}). Юрская продуктивная толща отличается высокой неравномерностью распространения коллекторов, которые представлены преимущественно линзовидными и плохо коррелируемыми песчаниками мощностью от нескольких десятков сантиметров до 55 м. Большинство песчаных тел имеют ограниченную площадь развития и разделены плотными и глинистыми породами, что существенно осложняет геолого-разведочные и добычные работы [5].

Одной из значимых проблем эксплуатации юрских газовых залежей Устюртского региона является накопление жидкости в стволе скважины, возникающее при недостаточном дебите газа для её выноса на поверхность. Это приводит к снижению добычи, падению газоотдачи и сокращению срока эффективной эксплуатации скважин. Обводнение добывающих скважин юрских горизонтов обусловлено комплексом геолого-физических и гидродинамических факторов, которые в совокупности формируют динамику изменения коэффициента газоотдачи пластов.

2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Анализ причин обводнения скважин

Для установления факторов, определяющих характер и интенсивность обводнения добывающих скважин Шаркий-Бердахского и Учсайского месторождений, был выполнен комплексный анализ геолого-промысловых данных. В рамках исследования использовались результаты каротажа, термометрии, гидродинамических исследований, данные по эксплуатации скважин, а также сведения о литолого-петрографическом строении продуктивных пластов. Анализ причин обводнения включал оценку структуры коллекторов, их прерывистости, степени цементации, а также фильтрационных характеристик пропластков [6]. Наиболее характерными механизмами поступления воды в ствол газовых скважин являются следующие:

1. Подъём газоводяного контакта (ГВК)

ISSN 3030-3907

В условиях полностью однородного пласта при снижении забойного давления происходило бы формирование классического водяного конуса, высота которого регулируется величиной депрессии. Однако продуктивные юрские толщи характеризуются высокой прерывистостью, наличием множества отдельных пропластков - до двух десятков лишь в одном разрезе.

В таких условиях подъём воды происходит локально в пределах наиболее проницаемых песчаниковых слоев. Достигнув непроницаемого или малопроницаемого барьера, вода начинает распространяться в обход и проникать в скважину через более высокорасположенные участки разреза. Данный процесс повторяется многократно, в соответствии с количеством разделяющих пластов глинистых и уплотнённых пород.

Такой механизм является типичным для сложнопостроенных коллекторов Бердахского вала, где вертикальная однородность практически отсутствует [4].

2. Прорыв пластовой воды по заколонному пространству

Одним из наиболее распространённых техногенных факторов обводнения является нарушение герметичности заколонного пространства. Причины могут быть связаны с низким качеством цементирования, разрушением цементного камня под воздействием давления, температуры или коррозионной активности флюидов.

В процессе твердения цементного раствора возможно образование усадочных микротрещин и вакуумных полостей, включая разрушение глинистой корки на стенках скважины. Эти участки заполняются газом или жидкостью, теряют изолирующие свойства и превращаются в проводящие каналы.

При низком сопротивлении заколонного затрубного пространства водяной флюид беспрепятственно поднимается на поверхность и поступает в интервал перфорации, вызывая резкое и часто необратимое повышение обводненности продукции.

3. Подтягивание воды по высокопроницаемым пропласткам

Даже при наличии частично непроницаемых покрышек или подошв вода способна перемещаться по высокопроницаемым песчаникам значительно быстрее, чем происходит подъём общего ГВК. В результате фронт водонасыщенности достигает забоя намного раньше, чем фиксируется движение основного уровня контакта газ–вода [7].

Этот механизм особенно актуален для Восточно-Бердахского участка, где распространены линзовидные песчаники с локально высокой проницаемостью, обеспечивающие гидравлическую связь с зонами исходного ГВК.

ISSN 3030-3907

2.2. Анализ динамики накопления жидкости в стволе

Для оценки процессов накопления жидкости использованы данные по изменению забойного давления, газодинамические характеристики скважин, информация о дебитах, а также результаты исследований методом установившихся и неустановившихся режимов.

Накопление жидкости фиксируется в тех случаях, когда фактическая скорость газового потока оказывается недостаточной для ее непрерывного выноса. При этом:

- увеличивается градиент давления в лифтовой колонне,
- растёт противодавление на пласт,
- снижается газовый дебит,
- уменьшается депрессия на пласт.

По мере повышения столба жидкости давление на забое возрастает, и при достижении критических значений скважина переходит в режим низкодебитной работы или полностью заглохает. На поздней стадии эксплуатации уровень жидкости может подниматься выше интервала перфорации, что приводит к добыче газа в так называемом «пузырьковом режиме». Внешне такая скважина может выглядеть низкопроизводительной, однако истинной причиной снижения дебита является скрытое накопление жидкости в стволе.

Подобные проявления наиболее характерны для скважин, вскрывающих плотные и низкопроницаемые пропластки средне- и верхнеюрских отложений, где газожидкостный фактор на практике оказывается недостаточным для естественного дренирования жидкости.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

3.1. Поведение и накопление жидкости в газовых скважинах

Анализ работы скважин Восточно-Бердахского и Учсайского месторождений показывает, что процесс накопления жидкости в стволе является естественным следствием падения пластового давления, развития неоднородности коллектора и изменения фильтрационных параметров в процессе эксплуатации. В условиях значительной макронеоднородности юрских пластов жидкость распределяется неравномерно, формируя локальные зоны повышенной влажности, которые впоследствии объединяются и образуют устойчивый столб в стволе [8].

На раннем этапе эксплуатации скорость газового потока, как правило, достаточна для выноса жидкой фазы. Однако по мере снижения пластового давления и увеличения обводнённости продуктивных интервалов критическая скорость газа уменьшается, а жидкость начинает задерживаться

ISSN 3030-3907

в нижней части лифтовой колонны. Это приводит к следующим последствиям:

- рост гидростатического давления и увеличение противодавления на пласт;
- снижение притока газа за счёт уменьшения эффективной депрессии;
- переход скважины на пузырьковый или эмульсионный режим работы;
- формирование скрытого столба жидкости, который не всегда фиксируется стандартными промыслами.

Исследования на ряде скважин показали, что до 30–50% снижения дебита связано не с истощением запасов, а с накоплением жидкости. В отдельных случаях уровень жидкости поднимается выше интервала перфорации, что приводит к резкому изменению газодобычи и ложному впечатлению о «старении скважины».

Таким образом, накопление жидкости следует рассматривать как ключевой фактор, определяющий производительность юрских газовых скважин.

3.2. Методы борьбы с водопритоком в условиях макронеоднородных пластов.

Характер причин обводнения на рассматриваемых месторождениях подтверждает необходимость комплексного подхода к выбору методов борьбы с водопритоком [9]. Полевые исследования показывают, что водоприток в скважину формируется сразу по нескольким каналам:

1. Подъём газоводяного контакта (ГВК) в наиболее проницаемых пропластках.
2. Прорыв воды по заколонным каналам, обусловленный дефектами цементного камня.
3. Подтягивание воды по высокопроницаемым линзам**,** находящимся в гидравлической связи с водонасыщенной частью пласта.

Поэтому методы борьбы должны учитывать конкретный механизм притока воды. На практике применяются следующие технологические решения (Таблица1).

3.3. Результаты применения пенного метода на месторождениях Шаркий Бердах и Учсай

Применение пенного метода дало ряд существенных технологических результатов, подтверждающих его эффективность:

Таблица 1.

Сравнительная таблица методов снижения водопритока

№	Метод	Суть метода	Преимущества	Ограничения	Наиболее эффективен, когда…

ISSN 3030-3907

1	Регулирование депрессии на пласт	Снижение забойного давления для частичного стабилизирования водяного конуса	Быстрый и простой метод; низкие затраты	В сильно слоистых пластах эффект краткосрочный; не устраняет проблему полностью	При локальном поднятии ГВК (водяного конуса)
2	Восстановление герметичности заколонного пространства	Ликвидация вертикальных каналов миграции воды с помощью цементных, полимерных и других составов	Позволяет полностью перекрыть пути движения воды; повышает надежность конструкции	Эффективность зависит от состояния скважины; при неправильном выполнении может ухудшить фильтрацию газа	При заколонной миграции воды вдоль обсадной колонны
3	Химическая селективная изоляция водопритока	Снижение проницаемости водоносных зон при сохранении проницаемости газоносных интервалов	Высокая эффективность при точном определении зоны притока; долгосрочный эффект	Требуется точная локализация водоносных пропластков; чувствителен к условиям пласта	Когда вода поступает из конкретного водоносного пропластка или линзы
4	Пенный метод избирательного	Введение в пласт пены, временно блокирующей	Особенно эффективен в условиях высокой неоднородн	Эффект временный; требуется корректный подбор	В слоисто-переслоенных разрезах, при наличии водоносных

ISSN 3030-3907

	воздействия	водоносные зоны	ости; не ухудшает фильтрацию газа	состава пены	линз и высокой макронеоднородности

1. Избирательное воздействие на газоносные и водоносные зоны

Пена глубоко проникает в поровое пространство, но её поведение различается:

- **в газоносных интервалах**: конденсат действует как пеногаситель пена быстрее деградирует происходит раскольматация газ начинает поступать активно;
- **в водоносных интервалах:** пена сохраняет структуру намного дольше (в 4–5 раз), что обеспечивает временную блокировку притока воды.

2. Увеличение дебита газа

После проведения работ фиксируются:

- рост дебита газа от 15 до 70%,
- снижение доли жидкости в продукции,
- стабилизация забойного давления.

На ряде скважин Учсайского месторождения удалось возобновить работу давно заглохших скважин.

3. Диагностический эффект: термометрия после пенной обработки

Температурные исследования показали чёткое разделение интервалов:

- газоносные зоны характеризуются отрицательными температурными аномалиями (эффект Джоуля–Томсона),
- водоносные пропластки дают положительные температурные отклонения**,** что позволяет точно выделить зоны водопритока.

В ряде случаев удалось установить ранее невыявленные заколонные каналы и подтягивающие водоносные линзы.

4. Улучшение условий газодобычи

После проведения обработки:

- уменьшилась высота столба жидкости,
- снизилось гидростатическое давление в стволе,
- восстановилась критическая скорость газа,
- скважины вышли на стабильный режим эксплуатации.

Таким образом, пенный метод способствует как временной ликвидации водопритока, так и точной диагностике водонасыщенных зон.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования показывают, что обводнение залежей обусловлено комплексом геологических и технических факторов, таких как макронеоднородность, нарушенная цементация и различия в

ISSN 3030-3907

фильтрационных свойствах пропластков. В контексте Шаркий-Бердах-Учсайские месторождения это проявляется следующим образом:

1. Геологические особенности: В месторождениях юрские отложения представлены прерывистыми, часто трещиноватыми пропластками с высокой вертикальной сообщаемостью. Это способствует более быстрой миграции воды по зонам с повышенной проницаемостью, создавая риск обводнения добывающих скважин.

2. Технические аспекты добычи: Нарушение цементации и неравномерная проницаемость пластов требуют селективного подхода при разработке месторождения. Без таких технологий как пенный метод, скважины быстрее попадают под влияние водоносных слоёв, что снижает эффективность добычи газа.

3. Применение пенного метода:

Селективное воздействие: Газовые пропласты в Шаркий-Бердах-Учсайских месторождениях очищаются быстрее, обеспечивая стабильный приток газа, а водоносные интервалы блокируются.

Диагностическая функция: Термометрия после пенной обработки позволяет точно определить, какие интервалы подвержены водоносности, что критично для локальных условий месторождений.

Таким образом, технология пенной обработки особенно актуальна для Шаркий Бердах-Учсайских месторождений, где сочетание высокой вертикальной сообщаемости и прерывистых пропластов требует точного и селективного подхода к разработке.

Диагностическая функция: Термометрия после пенной обработки позволяет точно определить, какие интервалы подвержены водоносности, что критично для локальных условий конлар [8-10].

Таким образом, технология пенной обработки особенно актуальна для месторождения Шаркий Бердах-Учсой, где сочетание высокой вертикальной сообщаемости и прерывистых пропластов требует точного и селективного подхода к разработке.

5. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Исследования показали, что обводнение добывающих газовых скважин месторождений Восточный Бердах-Учсай обусловлено сложной макронеоднородной структурой юрских терригенных отложений, наличием прерывистых и высокопроницаемых пропластков, а также дефектами цементного камня заколонного пространства. Анализ геолого-промысловых данных, каротажа и термометрии позволил выявить основные механизмы поступления воды в ствол скважины: локальный подъём газоводяного

ISSN 3030-3907

контакта, прорыв воды по заколонным каналам и подтягивание воды по высокопроницаемым линзам.

Для борьбы с водопритоком применялся комплекс методов: регулирование депрессии на пласт, восстановление герметичности заколонного пространства, химическая селективная обработка и, особенно, пенный метод. Пенная технология позволила избирательно блокировать водоносные интервалы, обеспечивая временный приток чистого газа и возможность точной идентификации обводнённых зон с помощью термометрии. После пенной обработки отмечено увеличение дебита газа до 70%, снижение доли жидкости в продукции и восстановление критической скорости газа в скважине.

Таким образом, комплексное применение геолого-технологического анализа и пенной обработки обеспечивает эффективное выделение водоносных интервалов, стабилизацию работы скважин и повышение эффективности эксплуатации юрских газовых залежей Восточного Бердаха-Учсай.

ЛИТЕРАТУРА

1. Khalismatov I., Makhmudov N.N., Zakirov R.T., Shomurodov Sh.E., Isanova Gas recovery of jurassic terrigenous reservoirs of the Sudochiy trough of the Ustyurt oil and gas region // Technical science and innovation 2021, №3(09) P.107-117 https://uzjournals.edu.uz/btstu/.

2. Халисматов И.Х., Махмудов Н.Н., Закиров Р.Т., Шомуродов Ш.Э., Геологические факторы, влияющие на коэффициент конечной газоотдачи продуктивных горизонтов месторождения Восточный Бердах - Учсай // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2022. - Т.17. - №2 http://www.ngtp.ru/rub/2022/14_2022.html.

3. Халисматов И.Х., Махмудов Н.Н., Закиров Р.Т., Шомуродов Ш.Э., Оценка конечной газоотдачи продуктивных пластов юрских коллекторов по месторождениям Судочьего прогиба // Газовая промышленность Россия, Москва.2021. №8. С. 54-60.

4. Khalismatov I., Zakirov R., Shomurodov Sh., Isanova R., Joraev F. and Ergashev Y. Correlation analysis of geological factors with the coefficient of gas transfer of organizations 5th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2024), Samarkand, Uzbekistan, Edited by

5. Халисматов И.Х., Махмудов Н.Н., Закиров Р.Т., Шомуродов Ш.Э., Оценка конеchной газоотдачи продуктивных пластов юрских коллекторов по месторождениям Судochего прогиба // Газовая промышленност Россия, Москва.2021. №8. С. 54-60.

ISSN 3030-3907

6. Халисматов И., Закиров Р. Т., Шомуродов Ш.Э., Исанова Р.Р. Газ ва газоконденсат уюмларида газ берувчанлик коэффициентига геологик омилларнинг эмпирик боғлиқлиги. //Геология фанлари университети хабарлари - Тошкент, 2023. -№6.- С. 5-10.
7. Ли Дж., Никенс Г., Уеллс М. Эксплуататсия обводняющихся газовых скважин. Технологические решения по удалению жидкости из скважин. М.: ООО «Премиум инжиниринг». 2008.
8. Назаров У.С. Влияние подвески фонтанных труб на величину потер давления в стволе, на забое и в призабойной зоне обводняющихся газовых скважин. Сборник научных трудов: Интенсификация добычи нефти и газа, Ташкент, 1989 г.
9. Рассохин Г.В. Завершающая стадия разработки газовых и газоконденсатных месторождений./ М., Недра, 1977, -184 с.
10. Бейли Б., Краптри М., Тайри Дж. и др. // Диагностика и ограничения водопритоков… 2010.

ISSN 3030-3907

SUV BUG‘INING UGLEROD NANONAYIDA ADSORBSIYASI

Y.Y.Yakubov
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institute, 100170, Mirzo Ulug‘bek ko‘chasi, 77 A – uy, Toshkent, O‘zbekiston
X.G‘. Muxammadaliyev
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo institute, 100170, Mirzo Ulug‘bek ko‘chasi, 77 A – uy, Toshkent, O‘zbekiston
G.X. Ro‘zimova
O‘zbekiston Milliy Universiteti Fizika fakulteti, 100174 Olmazor tumani, Universitet ko‘chasi, 4-uy, Toshkent sh. O‘zbekiston
G. G. Omurzakova
O‘sh davlat universiteti tibbiyot fakulteti.O‘sh, Qirg‘iziston

Annotatsiya. So‘nggi yillarda uglerod nanomateriallari, xususan uglerod nanonaylari (UNN) o‘zining noyob strukturaviy, mexanik, elektr va adsorbsion xossalari tufayli materialshunoslik, kimyo, fizika hamda energetika sohalarida keng tadqiq etilmoqda. Uglerod nanonaylarining yuqori solishtirma sirt maydoni, kimyoviy barqarorligi va nanoo‘lchamli g‘ovak tuzilishga egaligi ularni gazlar va bug‘larni adsorbsiyalash uchun istiqbolli material sifatida namoyon etadi.

Kalit so‘zlar: Uglerod nanonay, gaz fazali kimyoviy cho‘ktirish usuli, differentsial issiqlik adsorbsiyasi, izoterma, entropiya, termokinetika, suv, adsorbsion kalorimetriya.

Abstract. In recent years, carbon nanomaterials, in particular carbon nanotubes (CNTs), have been widely studied in the fields of materials science, chemistry, physics, and energy due to their unique structural, mechanical, electrical, and adsorption properties. The high specific surface area, chemical stability, and nanoscale porous structure of carbon nanotubes make them promising materials for the adsorption of gases and vapors.

Keywords: Carbon nanotube, gas phase chemical deposition method, differential thermal adsorption, isotherm, entropy, thermokinetics, water, adsorption calorimetry.

Аннотация. В последние годы углеродные наноматериалы, в частности углеродные нанотрубки (УНТ), широко изучаются в областях материаловедения, химии, физики и энергетики благодаря их уникальным структурным, механическим, электрическим и адсорбционным свойствам. Высокая удельная площадь поверхности, химическая стабильность и наноразмерная пористая структура углеродных нанотрубок делают их перспективными материалами для адсорбции газов и паров.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: углеродные нанотрубки, метод газофазного химического осаждения, дифференциальная термическая адсорбция, изотерма, энтропия, термокинетика, вода, адсорбционная калориметрия.

Kirish.

Atmosfera namligi, suv bug‘ining kondensatsiyasi va adsorbsiyasi ko‘plab texnologik jarayonlarda muhim rol o‘ynaydi [1-3]. Jumladan, gazlarni tozalash, sensorlar yaratish, energiya saqlash qurilmalari, kataliz, shuningdek, namlikni boshqarish tizimlarida suv bug‘ining qattiq sirtlar bilan o‘zaro ta’siri muhim ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtayi nazardan, suv bug‘ining uglerod nanonaylarida adsorbsiyalanish mexanizmini o‘rganish nafaqat fundamental, balki amaliy jihatdan ham dolzarb hisoblanadi [4,5,6]. Uglerod nanonaylarining sirt xossalari (gidrofob yoki gidrofil xususiyatlari), diametri, devorlar soni (bir devorli va ko‘p devorli UNN), shuningdek, sirt funksional guruhlarining mavjudligi suv molekulalarining adsorbsiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [7,8]. Suv bug‘ining adsorbsiyasi jarayoni fizika-kimyoviy tabiatga ega bo‘lib, u Van-der-Vaals kuchlari, vodorod bog‘lari va kapillyar kondensatsiya hodisalari bilan izohlanadi [9]. Ushbu jarayonlarning chuqur tahlili uglerod nanonaylarining namlikka sezgirligini baholash va ularni muayyan sharoitlarga moslashtirish imkonini beradi. Mazkur ishda suv bug‘ining uglerod nanonaylarida adsorbsiyalanish jarayoni**,** adsorbsion izotermalar, sirt tuzilishining ta’siri hamda jarayonning asosiy qonuniyatlari o‘rganiladi [10]. Olingan natijalar uglerod nanonaylari asosida yaratiladigan funksional materiallar va qurilmalarni loyihalashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘lishi kutiladi.

Uglerod nanomateriallar, xususan uglerod nanonaylari, o‘ziga xos tuzilishi, yuqori maxsus yuzasi va kimyoviy barqarorligi tufayli eng istiqbolli va keng o‘rganiladigan nanomateriallardan biridir. Ularning kichik diametr va uzunligi mikrongacha o‘zgaruvchi o‘lchamdagi sirt yuzasiga ega bo‘lgan bir devorli yoki ko‘p devorli silindrik tuzilmalardan iborat. UNN yuzasi adsorbsion xususiyatlarni o‘zgartirish uchun turli guruhlar bilan funksionalizatsiya qilinishi mumkin, bu ularni sorbtsiya jarayonlarini o‘rganish uchun selektiv va moslashuvchan ob'ektga aylantiradi.

Tadqiqot ob'yektlari va usullari. Uglerod nanonaylari bilan adsorbsion tizimlarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘lchash uchun universal yuqori vakuumli adsorbsion-mikrokalorimetrik qurilma [11] ishlatilgan. Qurilma kapillyar mikrobyuretka va simobli o‘tkazgich bilan vakuumli shisha asbob-uskunalardan iborat bo‘lib, adsorbentli ampulani, o‘lchash qismini, gaz va suyuqliklarni saqlash va tayyorlash tizimini, shuningdek nasoslash tizimini o‘z ichiga oladi.

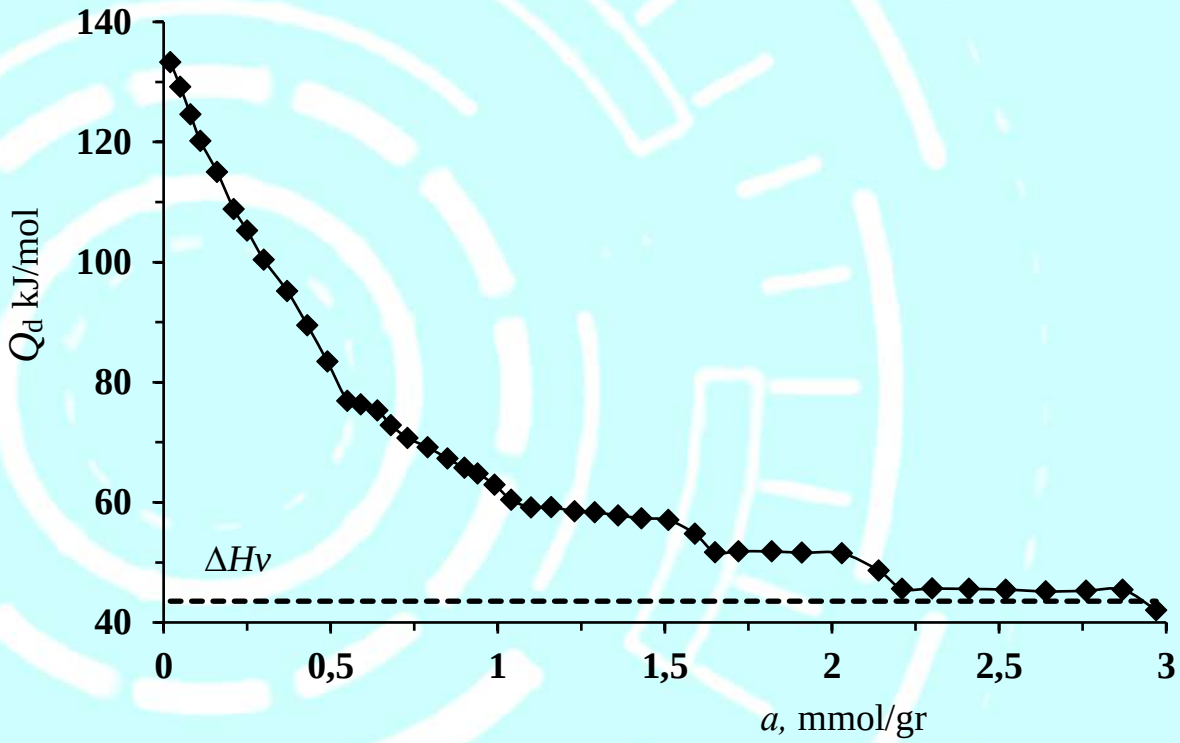
ISSN 3030-3907

Tadqiqotlarni boshlashdan oldin UNN namunalarini oldindan tozalash va faollashtirish amalga oshirildi. Namuna bilan ampula vakuum liniyasi bilan ulandi, pechga joylashtirildi va adsorbtsiyalangan aralashmalarni olib tashlash uchun 673 K da 10 soat davomida 10^{-3} Pa vakuumgacha vakum nasos bilan desorbsiyalandi. Adsorbentning vakuumdagi og‘irligi aniqlangandan so‘ng, ampula erkin kalorimetrik yacheykaga tushishi uchun o‘rnatishga lehimlandi. Har bir tajribadan oldin namuna 673 K da 8 soat davomida qayta degazatsiya qilindi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi. Ushbu ish yuqori aniqlikdagi adsorbsion-kalorimetrik qurilmasi [12] yordamida uglerod nanonaylarida suv bug‘larining adsorbsiyasi jarayonini o‘rganishga bag‘ishlangan. O‘rganilgan UNN namunasi gaz fazali kimyoviy cho‘ktirish usuli bilan sintez qilingan va kam miqdordagi nuqsonlar bilan yuqori darajadagi tozalikka ega.

O‘lchangan differentsial adsorbsiya issiqliklari (Q_d) taxminan 44 eksperimental nuqtani o‘z ichiga oladi (1-rasm), ularning har biri ma'lum bosim va adsorbat to‘ldirilganda izotermik (30°C) muvozanatga to‘g‘ri keladi. Adsorbat/adsorbent adsorbsion tizimlarini difraksiya kabi boshqa tuzilishga sezgir usullar bilan o‘rganishda odatda bunday ko‘p muvozanat nuqtalari ko‘rib chiqilmaydi. Q_d egri chizig‘idagi qadamlarga ko‘ra, uni kondensatsiya issiqlik chizig‘igacha ya’ni 43,54 kJ/mol gacha o‘zgaruvchi issiqlik bilan 5 sohaga bo‘lish mumkin. Har bir qadam molekulalararo vodorod bog‘larini o‘z ichiga olgan ko‘p o‘lchovli $(H_2O)_n$ klasterlarining ketma-ket shakllanish jarayonini aks ettiradi. Namunada strukturaviy nuqsonlar ta'siri kuzatiladi, odatda funksional guruhlar boshlang‘ich issiqliklarni 85 kJ/mol dan yuqori darajaga oshiradi. Bu albatta UNN sintez jarayonida katalizator oksidi ta’sirida funksional guruhlarni hosil bo‘lishi bilan izohlanadi. Birinchi bo‘limdagi (0 - 0,55 mmol/g) suv adsorbsiyasi issiqlikning keskin pasayishi (133 - 77 kJ/mol) bilan birga keladi, bu uglerod yuzasidagi faol markazlar bilan suv molekulalari o‘rtasidagi o‘zaro ta'sir tufayli yuzaga keladi. Ikkinchi bo‘limda (0,55 - 1 mmol/g) issiqlik 77 dan 60 kJ/mol gacha o‘zgaradi, bu yerda $(H_2O)_2$ klasterlari shakllanadi. Uchinchi (1 - 1,65 mmol/g) va to‘rtinchi bo‘limlarda (1,65 - 2,21 mmol/g) issiqlik 60 dan 51,67 kJ/mol gacha va 51,67 dan 45,61 kJ/mol gacha o‘zgaradi, bu nanonay ichidagi ko‘proq molekulalar bilan tri- va tetrakomplekslarni shakllantiradi. Yana oxirgi sohaning paydo bo‘lishi ehtimol ikkinchi koordinatsiya sferasida pastroq issiqliklar bilan tetrakomplekslarga yana ikkita suv molekulasining qo‘shilishi bilan bog‘liq bo‘ladi.

ISSN 3030-3907



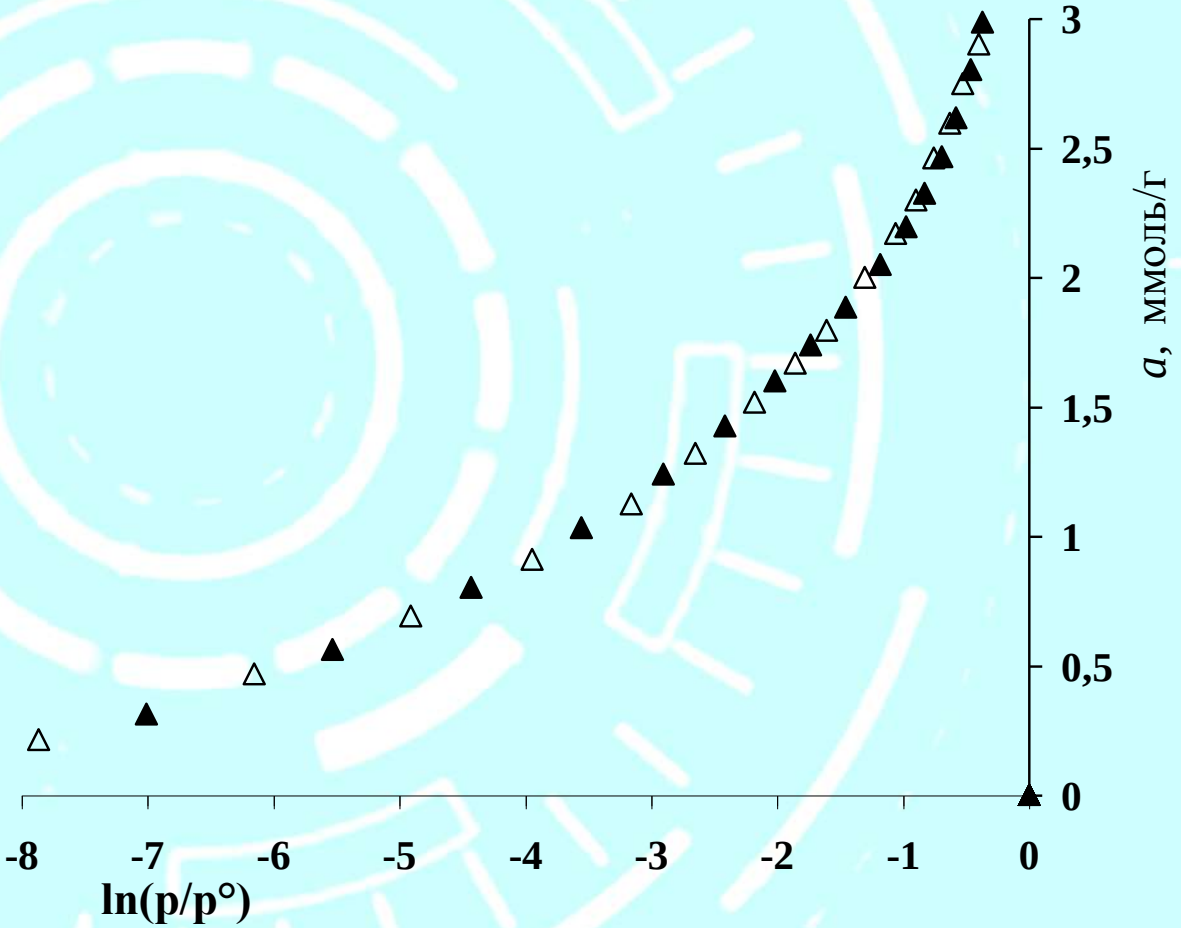
1-rasm - 303 K haroratda suvning UNNda differensial adsorbsiya issiqligi. Gorizantal uzik chiziq - 303 K haroratda kondensatsiya issiqligi

Adsorbsiya izotermasi nisbiy bosim ~ 0,8 da a = 3 mmol/g gacha yetkazilgan. Tajriba haroratida 3 mmol/g suv ~ 0,055 sm³ ni egallaydi, bu UNN ning adsorbsion hajmining ~25% ni tashkil qiladi. Uglerod nanonaylarida suvning adsorbsiya izotermasini yarim logarifmik koordinatalarda taqdim etilgan (2-rasm), u adsorbentni boshlang‘ich to‘yinishidan to oxirgi nisbiy to‘yinish bug‘ bosimigacha uch hadli mikrog‘ovaklarning hajmiy to‘yinish nazariyasi (MHTN) tenglamasi bilan tavsiflanadi [13]:

$$a = 1{,}48 \cdot e^{-\left(\frac{A}{14{,}18}\right)^2} + 0{,}74 \cdot e^{-\left(\frac{A}{5{,}26}\right)^2} + 0{,}78 \cdot e^{-\left(\frac{A}{0{,}99}\right)^1}$$

Bu yerda a - mmol/g dagi adsorbsiya, A = RTln(Ps/P) - 1 mol gazni yuzadan (Ps bosimi) muvozanatli gaz fazasiga (P bosimi) o‘tkazish ishi. 2-rasmda hisoblangan ma'lumotlarning eksperimental ma'lumotlar bilan yaxshi mos kelishini kuzatamiz.

ISSN 3030-3907



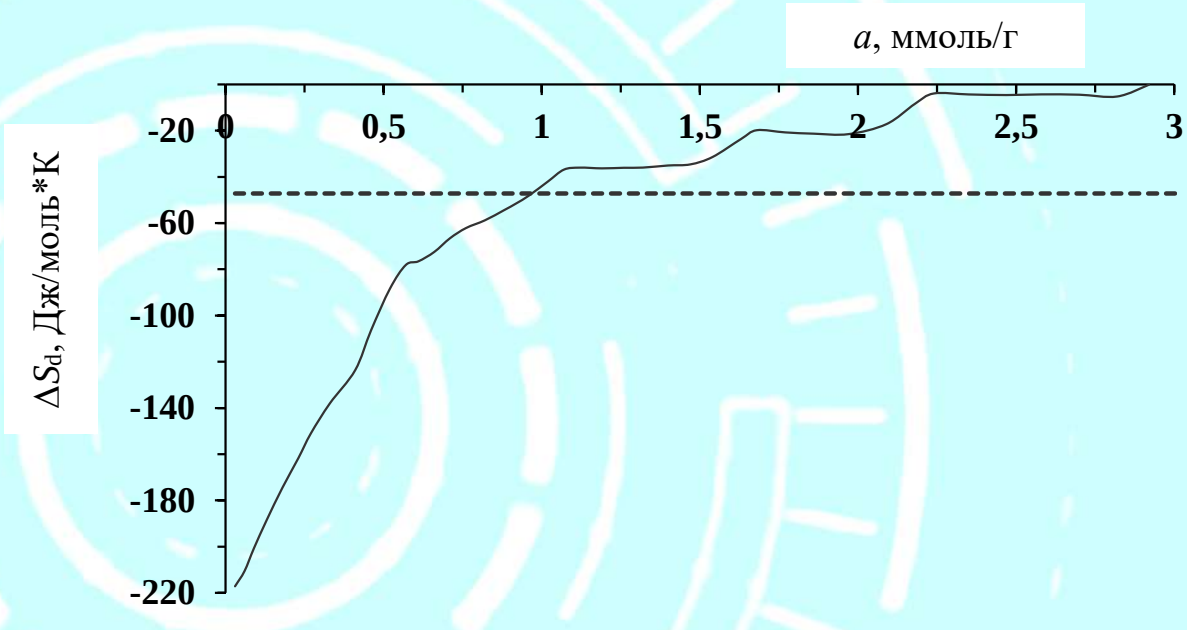
2-rasm - 303 K da uglerod nanonayida suvning adsorbsiya izotermasi.

◊ -- *Eksperimental ma'lumotlar.*

♦ -- *MHTN tenglamalari yordamida hisoblangan nuqtalar.*

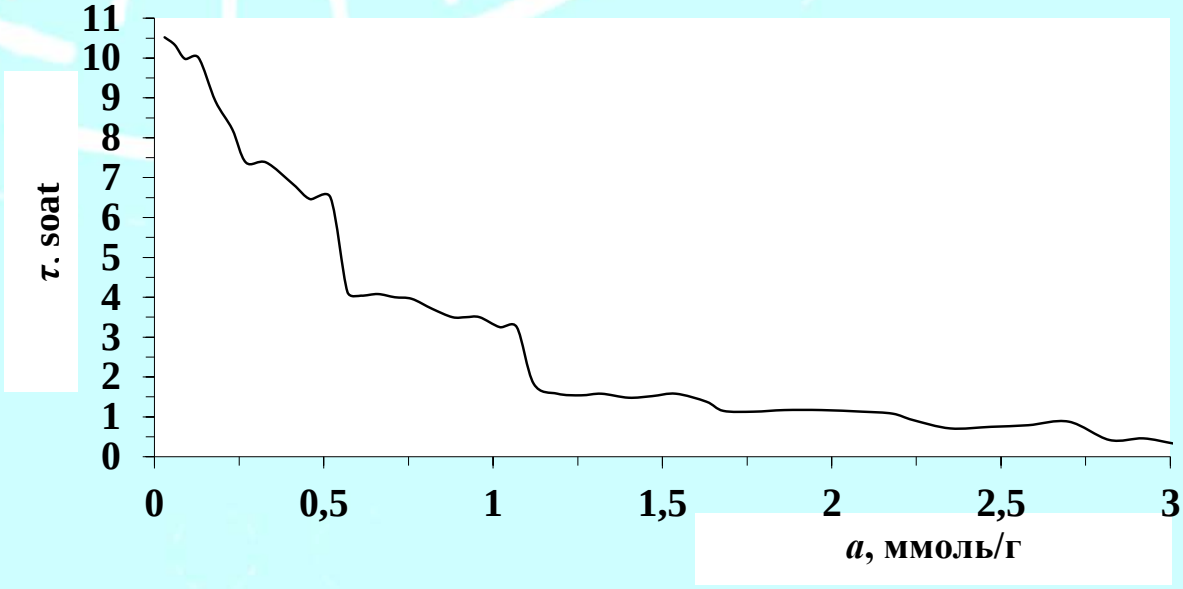
Uglerod nanonayida suvning differentsial molar entropiyasining o‘zaro bog‘liqligi 3-rasmda keltirilgan (nol sifatida suyuq suvning entropiyasi qabul qilingan). Suvning adsorbsiya entropiyasi (ΔS_a) Gibbs-Gelmgols tenglamasiga muvofiq izotermalardan va differentsial adsorbsiya issiqliklaridan hisoblab chiqilgan. Umuman olganda, entropiya qiymatlari suyuq suvning entropiyasidan kichikroq bo‘lib, grafikda ham ko‘rinib turbdiki pastroq joylashgan. Uglerod nanonayida suvning adsorbsiya entropiyasi dastlabki sohada -180 dan 0 J/mol•K gacha ko‘tariladi, 1,4 mmol/g adsorbsiyada entropiya maksimal qiymatga etadi, so‘ngra 1,7 mmol/g da -18 J/mol•K gacha tushadi. Keyin entropiya to‘lqinsimon ko‘tariladi, a = 2,4 da suyuq suv entropiyasini kesib o‘tadi va to‘yinganda yana suyuq suvning entropiyasi tomon egiladi. Entropiya diagrammalarini taqqoslash suvning nuqsonli UNN da nuqsonsiz UNN ga qaraganda kamroq joylashgan holatda ekanligini ko‘rsatadi. Adsorbsiyaning o‘rtacha molar integral entropiyasi suyuq suvning entropiyasidan -47 J/mol•K ga kam. Suv molekulalarining uglerod nanonaylaridagi harakatchanligi ularning suyuq suvdagi harakatchanligiga yaqin.

ISSN 3030-3907



3-rasm - 303 K haroratda suvning UNNida differensial molyar adsorbsiya entropiyasi. Chiziq - o‘rtacha molyar integral entropiya. Suyuq suvning entropiyasi nolga teng deb qabul qilingan

Uglerod nanonayida suvning adsorbsiyasi miqdoriga bog‘liq holda adsorbsion muvozanatning o‘rnatilish vaqtini differentsial issiqlik grafigi kabi 5 qismga bo‘lish mumkin (4-rasm). Adsorbsion muvozanat vaqti egri chiziqlaridagi qadamlar va maksimumlar xuddi shu to‘yinishlarda differentsial issiqliklar egri chiziqlaridagi qadamlar bilan bog‘liq.



4-rasm - Suvning 303 K haroratda UNNida adsorbsiya miqdoriga qarab adsorbsiya muvozanati o‘rnatilish vaqti.

Xulosa. 303 K haroratda uglerod nanonaylarida suvning differentsial issiqliklari, izotermasi va entropiyasi o‘rganildi. Adsorbsiya issiqliklari Tian-Kalvet mikrakolorimetri yordamida o‘lchandi. Differentsial adsorbsiya issiqliklari egri chizig‘ini 115 kJ/mol dan kondensatsiya issiqligigacha o‘zgaruvchan 5

ISSN 3030-3907

bo‘limga bo‘lish mumkin. Har bir bo‘lim ko‘p o‘lchovli $(H_2O)_n/UNN^+$ komplekslarining ketma-ket shakllanish jarayonini aks ettiradi. Adsorbsiya izotermasi boshlang‘ich to‘yinishdan nisbiy bosim to‘yinishigacha uch hadli MHTN tenglamasi bilan tavsiflanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Iijima S. *Helical microtubules of graphitic carbon.* Nature, 1991, 354, 56–58.
2. Dresselhaus M.S., Dresselhaus G., Avouris P. *Carbon Nanotubes: Synthesis, Structure, Properties, and Applications.* Springer, Berlin, 2001.
3. Thommes M., Kaneko K., Neimark A.V. et al. *Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution.* Pure and Applied Chemistry, 2015, 87, 1051–1069.
4. Zhao Y., Jiang L., Liu L. *Water adsorption and capillary condensation in carbon nanotubes.* Physical Review Letters, 2004, 93, 145501.
5. Gordillo M.C., Martí J. *Water adsorption on carbon nanotubes: A molecular dynamics study.* Chemical Physics Letters, 2002, 329**,** 341–345.
6. Ohba T., Kaneko K. *Adsorption of water vapor on carbon nanostructures.* Journal of Physical Chemistry B, 2002, 106, 7171–7176.
7. Striolo A. *The mechanism of water adsorption in carbon nanotubes.* Nano Letters, 2006, **6**, 633–639.
8. Byl O., Liu J.C., Wang Y. Et al. *Unusual hydrogen bonding in water-filled carbon nanotubes.* Journal of the American Chemical Society, 2006, 128, 12090–12097.
9. Dubinin M.M. *Adsorption properties of active carbons.* Carbon, 1989, 27, 457–467.
10. Gregg S.J., Sing K.S.W. *Adsorption, Surface Area and Porosity.* Academic Press, London, 1982
11. Ахмедов К.С., Рахматкариев Г.У., Дубинин М.М., Исирикян А.А. // Изв. АН СССР. Сер. хим. 1987. С. 1717.
12. Жалалов Х.Р., Теплоты адсорбции полярных и неполярных веществ на углеродных наноматериалах., //дисс...кан.хим.наук.
13. Рахматкариев Г.У., Исирикян А.А. Полное описание изотермы адсорбции уравнениями теории объемного заполнения микропор. //Изв.АН СССР, Сер.хим. – 1988.- №11. –с.2644-2645.

ISSN 3030-3907

DRAP “KASTOR” MATOSINING SIFAT KO‘RSATKICHLARINI TAHLIL QILISH VA MUVOFIQLIGINI BAHOLASH.

Eliyeva Ra’no Rustam qizi
Buxoro davlat texnika universiteti magistri

Annotatsiya. Mazkur ishda drap “Kastor” matosining sifat ko‘rsatkichlarini tahlil qilish va ularning amaldagi me’yoriy hujjatlar hamda standartlar talablariga muvofiqligini baholash masalalari yoritilgan. Tadqiqot jarayonida matoning tolalar tarkibi, sirt zichligi, qalinligi, mustahkamligi, ishqalanishga chidamliligi, havo va nam o‘tkazuvchanligi hamda rang barqarorligi kabi asosiy sifat ko‘rsatkichlari o‘rganilgan. Olingan natijalar asosida drap “Kastor” matosining ekspluatatsion xususiyatlari va iste’mol qiymati baholanib, uning ustki kiyimlar ishlab chiqarishda qo‘llashga yaroqliligi asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari to‘qimachilik mahsulotlari sifatini oshirish va ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: drap mato, “Kastor” drap, sifat ko‘rsatkichlari, muvofiqlikni baholash, to‘qimachilik mahsulotlari, fizik-mexanik xususiyatlar, ekspluatatsion xususiyatlar, standartlar, sifat nazorati.

Abstract. This study examines the analysis of quality indicators of “Kastor” drap fabric and the assessment of their compliance with the requirements of applicable regulatory documents and standards. During the research, the main quality indicators of the fabric, such as fiber composition, surface density, thickness, strength, abrasion resistance, air and moisture permeability, and color fastness, were investigated. Based on the obtained results, the эксплуатацион properties and consumer value of the “Kastor” drap fabric were evaluated, and its suitability for use in outerwear production was substantiated. The results of the study are of practical importance for improving the quality of textile products and enhancing production processes.

Keywords: drap fabric, “Kastor” drap, quality indicators, conformity assessment, textile products, physical and mechanical properties, operational properties, standards, quality control.

Аннотация. В данной работе рассматриваются вопросы анализа показателей качества драповой ткани «Кастор» и оценки их соответствия требованиям действующих нормативных документов и стандартов. В процессе исследования изучены основные показатели качества ткани, такие как волокнистый состав, поверхностная плотность, толщина, прочность, износостойкость, воздухо- и влагопроницаемость, устойчивость окраски. На основе полученных результатов оценены эксплуатационные свойства и потребительская ценность драповой ткани «Кастор», а также обоснована её пригодность для использования в производстве верхней одежды. Результаты

ISSN 3030-3907

исследования имеют практическое значение для повышения качества текстильной продукции и совершенствования производственных процессов.

Ключевые слова: драп, драп «Кастор», показатели качества, оценка соответствия, текстильная продукция, физико-механические свойства, эксплуатационные свойства, стандарты, контроль качества.

Kirish

Yengil sanoat va to‘qimachilik mahsulotlari bozorida mato sifatini ta’minlash hamda uni baholash masalasi muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, kiyim-kechak ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan matolarning fizik-mexanik, gigiyenik va ekspluatatsion xususiyatlari iste’molchi talablari hamda amaldagi standartlarga to‘liq javob berishi zarur. Shu jihatdan drap matolari, jumladan “Kastor” turidagi drap matosi sifat ko‘rsatkichlarini chuqur tahlil qilish dolzarb masalalardan biridir.

Drap “Kastor” matosi asosan ustki kiyimlar — palto, kurtka va boshqa mavsumiy kiyimlarni tayyorlashda keng qo‘llaniladi. Ushbu mato turi yuqori zichligi, issiqlikni saqlash xususiyati, mustahkamligi va tashqi ko‘rinishining jozibadorligi bilan ajralib turadi. Biroq ishlab chiqarish jarayonida xomashyo sifati, to‘qish texnologiyasi, pardozlash usullari kabi omillar matoning sifat ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli “Kastor” drap matosining sifatini ilmiy asosda baholash zarurati yuzaga keladi. bMato sifatini baholash jarayonida uning asosiy ko‘rsatkichlari — tolalar tarkibi, sirt zichligi, qalinligi, uzilishdagi mustahkamligi, ishqalanishga chidamliligi, havo va nam o‘tkazuvchanligi, issiqlik saqlash xususiyati hamda rang barqarorligi alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu ko‘rsatkichlarning standart talablarga mosligi matoning ekspluatatsiya jarayonidagi chidamliligini va iste’mol qiymatini belgilaydi. Drap “Kastor” matosining muvofiqligini baholash milliy va xalqaro standartlar asosida amalga oshiriladi. Muvofiqlikni baholash jarayoni matoning sifat ko‘rsatkichlari amaldagi me’yoriy hujjatlar talablariga javob berishini aniqlashga xizmat qiladi. Bu esa ishlab chiqaruvchi uchun mahsulot sifati kafolatini ta’minlash, iste’molchi uchun esa xavfsiz va sifatli mahsulotni tanlash imkonini yaratadi. Mazkur mavzuning asosiy maqsadi drap “Kastor” matosining sifat ko‘rsatkichlarini kompleks tahlil qilish va ularning belgilangan standartlarga muvofiqlik darajasini baholashdan iboratdir. Tadqiqot natijalari to‘qimachilik mahsulotlari sifatini oshirish, ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish hamda raqobatbardosh mahsulotlar yaratishda muhim amaliy ahamiyatga ega bo‘ladi.Standartlashtirish va risklarni boshqarishning o‘zaro integratsiyasi sifat menejment tizimini takomillashtirishning samarali mexanizmini yaratadi. Mazkur yondashuv jarayonlarni doimiy monitoring qilish, muammolarni oldindan bashoratlash va qaror qabul qilishda ilmiy asoslanganlikni ta’minlaydi. Natijada

ISSN 3030-3907

tashkilotlarda sifat madaniyati rivojlanadi, boshqaruv tizimi takomillashadi va raqobat ustunligiga erishish imkoniyatlari kengayadi.

Shu munosabat bilan ushbu tadqiqotda standartlashtirish va risklarni boshqarish asosida sifat menejment tizimini takomillashtirish masalalarini tahlil qilish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot natijalari tashkilotlar faoliyatida sifatni boshqarish samaradorligini oshirish hamda zamonaviy boshqaruv talablariga moslashishda muhim amaliy ahamiyatga ega bo‘lishi kutiladi.

Mazkur mavzuning bosh g‘oyasi — “Kastor” drap matosining iste’mol va texnik talablarga qanchalik javob berishini ilmiy-uslubiy asosda aniqlashdir. Ya’ni matoning fizik-mexanik, gigiyenik va ekspluatatsion sifat ko‘rsatkichlarini kompleks tahlil qilish orqali uning amaldagi standartlar va me’yoriy hujjatlarga muvofiqligini baholash asosiy maqsad qilib olinadi. Asosiy g‘oya quyidagi jihatlarda namoyon bo‘ladi: Sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash. “Kastor” drap matosining: tolaviy tarkibi, zichligi va qalinligi, mustahkamligi (uzilish, ishqalanishga chidamlilik), issiqlikni saqlash xususiyati, havoni o‘tkazuvchanligi, namlikni singdirish darajasi kabi asosiy texnik va gigiyenik ko‘rsatkichlari o‘rganiladi. Ekspluatatsion xususiyatlarni baholash Drap matoning:
kiyimda foydalanish qulayligi, shaklni saqlashi, uzoq muddat xizmat qilishi, tashqi ko‘rinishining barqarorligi amaliy jihatdan tahlil qilinadi. Standartlarga muvofiqligini aniqlash Olingan natijalar: davlat standartlari (GOST, O‘zDSt), texnik shartlar, ishlab chiqaruvchi talablari bilan taqqoslanib, matoning sifat darajasi aniqlanadi. Raqobatbardoshlik va iste’mol qiymatini asoslash Tadqiqot natijalari asosida “Kastor” drap matosining: bozor talablariga mosligi, tayyor kiyim ishlab chiqarishda qo‘llash imkoniyati, mahalliy va xorijiy analoglar bilan solishtirilgan ustunliklari yoritib beriladi.

Bunda: Ijtimoiy himoya tizimi – oilalarga yordam berish, zaif guruhlarni qo‘llab-quvvatlash. **Moliyaviy transferlar –** shartli va shartsiz naqd pul berish orqali daromad va turmush sifatini oshirish. **Ta’lim va sog‘liqni saqlash –** kelajakdagi daromadni oshirish va moliyaviy yukni kamaytirish. **Milliy siyosat va jamiyat ishtiroki –** barqaror va inklyuziv yechimlarni ta’minlash**.** Barqaror rivojlantirish dasturlari (SDGs) mamlakatlarda kambag‘allikni qisqartirish va ijtimoiy barqarorlikni ta’minlash uchun asosiy ramka sifatida xizmat qiladi.

O‘zbekistonda kambag‘allik darajasi so‘nggi yillarda sezilarli darajada kamaygan. 2021–2024 yillarda milliy kambag‘allik ko‘rsatkichlari 17% dan 8,9% gacha tushdi, bu qishloq va shahar hududlaridagi ijtimoiy va iqtisodiy siyosatning samarali amalga oshirilganini ko‘rsatadi. Qishloq hududlarida kambag‘allik tezroq kamaygan bo‘lsa-da, shahar hududlarida ham ijtimoiy yordam va moliyaviy transferlar orqali daromad oshishi kuzatilmoqda. Kambag‘allikni aniqlashda rasmiy bo‘lmagan ishlarning yuqori foizi va ayollar hamda qishloq aholisi orasida

ISSN 3030-3907

bandlikning rasmiy tizimga ulanmaganligi muhim qiyinchiliklarni yuzaga keltirmoqda. Shu bilan birga, O‘zbekiston Prezidenti tomonidan olib borilayotgan oqilona va barqaror siyosatlar mamlakatda kambag‘allikni qisqartirishda muhim rol o‘ynamoqda. Kiyim-kechak sanoati: Palto, kurtka, kostyum, qishki tashqi kiyimlar va rasmiy kiyimlar uchun drap keng qo‘llaniladi. Mahalliy kiyim ishlab chiqaruvchilar uchun “Kastor” drapni sinovdan o‘tkazish uning kiyimlarga mosligini (issiq-saqlash, shakl saqlash, yirtiqqa chidamlilik) aniqlash uchun foydali.

Mebel va ichki bezak: Drap turidagi to‘qimalar mebel (divan, kreslo) pardalari va dekorativ elementlarda ishlatilishi mumkin — bu holda eskirish, rang saqlash va oson tozalanuvchanlik muhim. Ish kiyimi va professional forma: Agar material yuqori mustahkamlik va gigiyenik xususiyatlarga ega bo‘lsa, xizmat ko‘rsatish, mehmonxona, tibbiyot va ta’lim sohalarida ish kiyimi sifatida qo‘llash mumkin. Mahsulotni import o‘rnini bosish va eksport: Agar sinovlar natijalari ijobiy bo‘lsa, “Kastor” drap mahalliy ishlab chiqaruvchilar uchun importni kamaytirish va hatto eksport imkoniyatlarini yaratishi mumkin. O‘zbekiston sharoitida sifatni tekshirish va baholash Standartlar va normativlar: Mahsulotni baholashda O‘zbekistonning milliy standartlari va texnik shartnomalari (shuningdek xalqaro GOST/ISO talablariga mosligi) hisobga olinadi.

Tekshiruv natijalari ushbu normalarga solishtiriladi va muvofiqlik xulosasi chiqariladi. Laboratoriyalar va ilmiy hamkorlik: Tekstil va materiallarni sinovdan o‘tkazish uchun respublika miqyosida mavjud bo‘lgan tekstil laboratoriyalari, texnika universitetlari va ilmiy markazlar bilan hamkorlik tashkil qilinadi (masalan, tekstil institutlari, o‘quv-laboratoriyalar). Testlar: tolali tarkibni aniqlash, zichlik/grammatik, uzilish kuchi, ishqalanishga chidamlilik, rang barqarorligi (yuvishdan/yorug‘likdan keyin), namlik singdirish, issiqlik o‘tkazuvchanligi va boshqalar. Amaliy sinovlar: Laborator testlarga qo‘shimcha — real sharoitda eksperimental partiyalar tayyorlab, amaliy sinovlar (bir necha yuvish sikli, kundalik foydalanish, pardozlash) o‘tkazish tavsiya etiladi. Iqtisodiy va ijtimoiy foydalari Importni kamaytirish: sifatli mahalliy mato ishlab chiqilsa, importga bo‘lgan ehtiyoj pasayadi. Ish o‘rinlari: yangi texnologiyalar va sinov xizmatlari bilan bog‘liq ish o‘rinlari ochiladi. Mintaqaviy rivojlanish: to‘qimachilik klasterlari va kichik sanoat korxonalari rivojlanadi. Standartlashtirish: ishlab chiqarish sifatini yaxshilash orqali mahsulot brendi va ishonchliligi oshadi. Amaliy tavsiyalar (O‘zbekistonda tadqiqot o‘tkazuvchilar va ishlab chiqaruvchilar uchun) Bosqichma-bosqich protsedura: Mator namunalarini yig‘ish (partiya, rang, o‘lcham bo‘yicha), laborator testlar, amaliy foydalanish sinovlari, natijalarni tahlil qilish va standartlarga solishtirish. Hamkorlik: Textil institutlari, SANOAT korxonalari va davlat standartlashtirish organlari bilan

ISSN 3030-3907

hamkorlik. Sertifikatlashtirish: Agar mos kelsa, mahalliy yoki xalqaro sertifikatlar olish (mahalliy normativlarga muvofiqlik) maqsadga muvofiq. Qo‘llanma / metodika ishlab chiqish: O‘zbekiston sharoitiga mos test metodikasi va amaliy tavsiyalar to‘plamini tayyorlash (taqdimot, ilmiy maqola yoki texnik hujjat shaklida).

O‘zbekistonda to‘qimachilik sanoati va kiyim-kechak ishlab chiqarish sohalari an’anaviy va zamonaviy rivojlanish bosqichida. Shu bois “Kastor” drap matosi kabi materiallarning sifatini ilmiy asosda aniqlash va baholash — nafaqat sifatli mahsulot ishlab chiqarish, balki milliy sanoatni raqobatbardosh qilish uchun ham muhimdir. Standartlashtirish va risklarni boshqarish sifat menejment tizimini takomillashtirishning nazariy va amaliy asosini tashkil etadi. Ularning integratsiyasi tashkilot faoliyatida barqarorlikni ta’minlab, sifatni boshqarish jarayonlarini yangi bosqichga olib chiqadi. Natijada tashkilotlar zamonaviy boshqaruv talablariga moslashib, raqobatbardoshlikni oshirish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Milliy Statistika Qo‘mitasi. Uy-joy byudjeti so‘rovi (HBS) 2021–2024. Toshkent, 2024.
2. O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot Vazirligi. Milliy rivojlanish strategiyasi va barqaror iqtisodiy o‘sish bo‘yicha hisobotlar. Toshkent, 2023.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Farmonlar va qarorlar, ijtimoiy himoya va kambag‘allikni qisqartirish sohalari bo‘yicha, 2021–2024.
4. Birlashgan Millatlar Tashkiloti. Sustainable Development **Goals Report 2023**. New York, United Nations, 2023.
5. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020
6. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Ta`limda multimedia ilovalari O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020
7. Информационные технологии: учебник / З.Р.Муродова, Бухоро: «BUXORO NASHR» МЧЖ, 2023. - 350 с.
8. Kadirov M. Axborot texnologiyalari-1 qism. O ‘quv qo ‘llanma. T:Sano-standart-2018
9. T.F.Sohibov, N.A.Sharapova. Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari (I qism). O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2024
10. Sh.X.Samiyeva, N.A.Sharapova. Dizayn va amaliy dasturlar. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Durdona. 2023
11. Iqtisodiyotda axborot kommunikatsion texnologiyalar va tizimlar/ U.Z.Narziyev O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2024

ISSN 3030-3907

12. M.M.Nurullayev. Axborot texnologiyalari va jarayonlarini matematik modellashtirish. O‘quv qo‘llanma. Buxoro: “Umid” nashriyoti, 2023. – 186 b.
13. Soha obyektlarini loyihalash dasturlari / L.Gaffarov. darslik Buxoro, Durdona nashriyoti 2024
14. Qurilishda axborot texnologiyalari/ L.X.Gaffarov. o‘quv qo‘llanma, umid nashriyoti 2023

ISSN 3030-3907

LOGISTIKA TIZIMIDA TAQSIMOT OMBORLARIGA MAHSULOTNI YETKAZIB BERISHNI SAMARALI TASHKIL ETISH

Kamalov Sherzodbek Sabirovich
Andijon davlat texnika instituti, assistenti
E-mail: kamalovsherzodbek1986@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada taqsimot omborlariga mahsulot yetkazib berishni tashkil etish logistika sohasida muhim masalalardan biridir. Asosiy e'tibor mahsulotni ishlab chiqaruvchidan omborga o'z vaqtida minimal xarajat va yuqori ishonchlilik bilan yetkazib berish jarayonini optimallashtirishga qaratilgan. Logistika tizimida taqsimot omborlariga mahsulotni yetkazib berishni samarali tashkil etish masalasi o'rganildi. Taqsimot omborlariga mahsulot yetkazib berish jarayonini optimallashtirish, etkazib berish vaqtini qisqartirish, xarajatlarni kamaytirish va xatoliklarni minimallashtirishga qaratilgan jarayonlarning qanday samarali tashkil etilishi haqida ma'lumotlar berilgan.

Kalit so'zlari: logistika, taqsimot, ombor, mahsulot, zahira sotuv, istemolchi, yetkazib berish, saqlash, tizim, transport xarajatlari, optimallashtirish, xizmat ko'rsatish, rejalashtirish.

Аннотация. В данной статье организация доставки продукции на распределительные склады является одним из важных вопросов в области логистики. Основное внимание уделяется оптимизации процесса своевременной доставки продукции от производителя на склад с минимальными затратами и высокой надежностью. Изучается вопрос эффективной организации доставки продукции на распределительные склады в логистической системе. Была предоставлена информация о том, как эффективно организовать процессы, направленные на оптимизацию доставки продукции на распределительные склады, сокращение сроков доставки, снижение затрат и минимизацию ошибок.

Ключевые слова: логистика, распределение, склад, продукт, складские продажи, потребитель, доставка, хранение, система, транспортные расходы, оптимизация, сервис, планирование.

Annotation. In this article, organizing the delivery of products to distribution warehouses is one of the important issues in the field of logistics. The main focus is on optimizing the process of delivering products from the manufacturer to the warehouse on time, with minimal cost and high reliability. The issue of effectively organizing product delivery to distribution warehouses in the logistics system is studied. Information is provided on how to effectively organize processes aimed at optimizing the process of delivering products to distribution warehouses, reducing delivery time, reducing costs, and minimizing errors.

ISSN 3030-3907

Keywords: logistics, distribution, warehouse, product, inventory, customer, delivery, storage, system, transportation costs, optimization, service, planning.

Kirish

Jahon savdosining doimiy rivojlanishi transport bozorlarida, shu jumladan mamlakatimiz transport tizimida tub o‘zgarishlarni talab qiladi. Xalqaro standartlarga va eng yangi texnologiyalarga muvofiq transportni rivojlantirish ekspeditorlik xizmatlarini rivojlantirish sohasidagi mutaxassislarning qiziqishini kuchaytirdi. Raqobatning kuchayishi va kuchayishi hozirgi vaqtda xizmat ko‘rsatish darajasiga eng katta e‘tibor berilishiga olib keldi [1].

Logistika sohasidagi faoliyat ko‘p qirralidir. Ularga tashish va taqsimot jarayonlari, zahira va ombor xo‘jaliklarini boshqarish, axborot tizimini tashkil qilish, tijorat va moliyaviy faoliyatlarni boshqarish kabilar kiradi. Zamonaviy logistika tizimida yuklarni ishonchli, tezkor va tejamkor tarzda yetkazib berish muhim ahamiyatga ega. Ayniqsa, yetkazib beruvchilarni to‘g‘ri tanlash korxonaning operatsion samaradorligini oshirish, xarajatlarni kamaytirish hamda mijozlar ehtiyojini optimal darajada qondirishga xizmat qiladi. Logistikaning asosiy maqsadi ta’minot tizimidagi moddiy resurslarni optimallashtirish, ishlab chiqarish bo‘g‘inlarining xom ashyo, materiallar, detallar, yarim tayyor mahsulotlarga bo‘lgan talabini samarali qondirish va tayyor mahsulotni iste’molchilarga yetkazib berish uchun qilinadigan barcha harakatlarni hisobga olgan holda umumiy harajatlarni kamaytirishdan iboratdir [2].

Adabiyotlar tahlili va metadologiyasi

Logistikada taqsimot omborlariga mahsulotlarni yetkazib berish masalalari bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar va tadqiqotlar mavjud. Ularning ko‘pi quyidagi yo‘nalishlarga qaratilgan:

Yetkazib berish tarmoqlari va ularning optimallashuvi – Taqsimot omborlarini samarali joylashtirish va etkazib berish tarmoqlarini optimallashtirish metodlari. Bunga matematik modellar, simulyatsiya usullari va algoritmlar orqali optimallashtirish kiradi. Logistik tarmoqlarni rejalashtirish – Taqsimot omborlari tarmog‘ini qurishda yetkazib berish vaqtlarini qisqartirish va transport xarajatlarini kamaytirish uchun matematik va statistik modellardan foydalanish. Sifat va vaqtni boshqarish – Mahsulotlarni yetkazib berishdagi sifatni boshqarish, masalan, etkazib berishning o‘z vaqtida amalga oshirilishini ta’minlash. Barqarorlik va yashil logistika – Taqsimot omborlariga mahsulotlarni yetkazib berish jarayonida ekologik jihatlarga ham e’tibor qaratilishi kerak. Barqaror logistika va yashil transport tizimlari ishlab chiqilishi bu yo‘nalishdagi asosiy yo‘nalishlardan biri bo‘lib, logistika tizimlarida ekologik ta’sirni kamaytirishga qaratilgan tadqiqotlar mavjud. Boshqa sohalarda bo‘lgani kabi, logistika sohasida ham turli metodologiyalar va metodlar, tajriba asosidagi ilmiy yondashuvlar ishlatilmoqda.

ISSN 3030-3907

Odatda, ushbu metodologiyalarni birlashtirib, amaliy ishlar va ilmiy izlanishlarda qo‘llash hamda ilg‘or texnologiyalarni joriy etish, taqsimot omborlariga mahsulotlarni samarali yetkazib berishning asosiy maqsadi hisoblanadi [3].

Zamonaviy adabiyotlarda mavjud iqtisodiy sharoitlar bilan bog‘liq holda sifat muammolariga tobora koproq e‘tibor berilmoqda. Ko‘plab xorijiy va mahalliy mualliflar o‘zlarining o‘qishlarida yuklarni yetkazib berish tezligi va sifati masalalariga doimo muhim o‘rin ajratib kelganlar, ayniqsa, A.Feygenbaum, E. Deming, K. Ishikava, S. Siro, J. Xarrington kabi klassiklarning asarlarini alohida ta‘kidlash mumkin. Aynan ularning tadqiqotlari va rivojlanishi, shuningdek universal boshqaruv falsafasini yaratishda amaliy qo‘llanilishi bugungi kunda rivojlangan ko‘plab davlatlarga (AQSH, Yaponiya va boshqalar) jahon iqtisodiyotining etakchisi bo‘lishga yordam berdi. Ammo transport kompaniyalarining samaradorligini oshirish, xizmat ko‘rsatish sifatini va ko‘rsatilayotgan xizmatlarning murakkabligini oshirishning amaliy va nazariy muammolari hali ko‘rib chiqilmagan. Transport kompaniyalari faoliyatida tezlik va sifatni boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimini joriy qilinishi ishlab chiqaruvchidan yakuniy foydalanuvchiga mahsulotni taqsimlash jarayonini optimallashtiradi. Ushbu maqola dolzarbligini belgilaydi, uning maqsadi yuklarni yetkazib berish jarayonini boshqarish va tashkil etishga yangi yondashuvlarni shakllantirishdan iborat [4-5-6-7].

Yuqorida keltirilganlar taqsimot omborlariga mahsulotlarni yetkazib berish tizimini samarali tashkil etishning ilmiy asoslarini tashkil etadi. Ushbu metodologiyalarni amalda qo‘llash orqali taqsimot tizimlarining samaradorligini oshirish mumkin.

Metod va usullar. Logistika ikki jihatdan ko‘rib chiqilad boshqaruv va texnologik. Taqsimotni boshqarishni tashkil etish, material oqimlarni rag‘batlantirish va sotishni qo‘llab-quvvatlash tashkiliy yo‘nalishdir. Shunday qilib logistika sohasiga yo‘nalishni tashkil etish material oqimini rag‘batlantiradigan va ta’minot marketingni ta’minlaydigan logistikaning funksional sohasidir. Logistika sohasiga texnologik yo‘nalish transport texnologiyalari, omborxonalar, axborot ta’minoti, rejalashtirish va nazorat qilishni takomillashtirishni amalga oshiradigan logistikaning funktsional sohasi hisoblanadi. Logistikaning individual funktsional yo‘nalishlari (1-jadvalda ko‘rsatilgan).

1-jadval.

Turli sohalarda hal qilinadigan logistikaning asosiy vazifalari.

№	Logistika yo‘nalishlari	Asosiy vazifalar

ISSN 3030-3907

1	Zaxiralar	Kerakli zaxirani rejalashtirish, shakllantirish va saqlash
2	Ishlab chiqarish	Moddiy tovarlar ishlab chiqarish va moddiy xizmatlarni ishlab chiqarish (ilgari yaratilgan tovarlar qiymatini oshiradigan ishlar)
3	Taqsimot	Iste'molchilar talabini aniqlash, iqtisodiy aloqalarni o'rnatish, iste'molchilarga xizmat ko'rsatish, taqsimotning oqilona shakllarini tanlash va savdoni tashkil etish.
4	Mahsulotni tashish	Transport turini, transport vositasini tanlash, mahsulotni yetkazib berishni rejalashtirish va nazorat qilish.
5	Omborxona va omborni qayta ishlash	Ombor joylashgan joyni tanlash, omborni boshqarish, qadoqlash.
6	Axborot ta'minoti	Moddiy oqimlar harakati to'g'risida ma'lumot to'plash, logistika jarayonlarini komputer yordamida qo'llab quvvatlash.

Taqsimot – bu logistika sohasi bo'lib ishlab chiqaruvchidan iste'molchiga yo'lda material oqimini boshqarish uchun barcha vazifalarni o'z ichiga oladi, amalga oshirish vazifasi qo'yilgan paytdan boshlab mahsulot iste'molchiga yetkazib berilgunga qadar yoki sotishdan keyingi xizmat tugagunga qadar. Logistikaing qo'llanilishi natijasida xom ashyo va tovar zahiralari minimallashadi, yetkazib beruvchilar va zahiralar optimal tarzda joylashadi, tovarlarning ishlab chiqarishdan iste'mol sohasigacha bo'lgan harakat vaqti qiqaradi, bularning barchasi esa pirovard natijada umumiy harajatlarning kamayishiga olib keladi [8-9]. Omborni rejalashtirishga qo'yiladigan talablar:

- mahsulotlarni joylashtirishning samarali usullarini qo'llash imkoniyati;
- saqlash birliklarining to'liq saqlanishi uchun shart-sharoitlarni ta'minlash;
- mahsulotlarning ayrim turlarini boshqalar bilan birgalikda saqlash paytida ularga salbiy ta'sirini bartaraf etish, mahsulot sifatini saqlash uchun shart-sharoitlarni ta'minlash;
- transport uskunalari, ko'tarish vositasidan samarali foydalanish imkoniyati; mahsulotlarga qulay kirish;
- ombor jarayonining oqimi va uzluksizligini ta'minlash [10].

Taqsimot omborlari — bu mahsulotlarni saqlash, boshqarish, qayta ishlash va so'ngra ularni xaridorlarga yoki boshqa bo'limlarga yetkazib berish uchun mo'ljallangan infratuzilmalardir. Mahsulotlarni samarali yetkazib berish tizimlarini tashkil etish logistikada quyidagi asosiy komponentlardan iborat:

ISSN 3030-3907

Omborlarni boshqarish - Mahsulotlarni saqlash va ularni rejalashtirilgan muddatlarda yetkazib berish uchun omborlarni samarali boshqarish usullari.

Tashish va yetkazib berish - Taqsimot omboridan mahsulotni xaridorga yoki keyingi ishlab chiqarish bo‘limlariga uzatish uchun transport tizimlaridan foydalanish.

Omborni tashkil qilish va saqlashning eng zamonaviy shakllaridan biri bu omborxonalarni tashkil etishdir. Ombor do‘koni turli xil mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish darajasiga ega bo‘lgan omborxona bo‘lib, ko‘p mahsulot assortimentida qadoqlangan mahsulotlarni joylashtirish, saqlash va qidirish uchun mo‘ljallangan. Shu munosabat bilan, ushbu omborning ishlashi normaldir. Asosiysi shundaki, agar omborda ortiqcha tranzit miqdori rejalashtirilgan tranzit hajmidan oshib ketsa, ularni tezda kichik ulgurji xaridorlarga sotishga ruxsat beriladi. Buning uchun savdo maydonchasi va qabul qilish, yig‘ish va jo‘natish joylari, shuningdek ma'muriy va xizmat xonalari omborxonada joylashgan bo‘lishi kerek [11].

Muxokama. Zaxira logistikasini aniqlashdan oldin, biz zaxira nima ekanligini bilib olamiz. Zaxira har qanday iqtisodiy tizimning ajralmas elementi bo‘lib, ishlab chiqarish, ayirboshlash, taqsimlash va iste'mol qilish, moddiy boyliklarning notekisligini yo‘q qiladi. Zaxiralarning mavjudligi korxona iqtisodiyotidagi ijobiy va salbiy holatlar sifatida ko‘rib chiqilishi mumkin. Ortiqcha zaxiralar sezilarli moliyaviy resurslarni yo‘naltiradi. Tovar-moddiy zaxiralar - bu sanoat iste'moli uchun mo‘ljallangan har xil turdagi moddiy resurslar. Biz zaxiralarni shakllantirishning asosiy sabablarini ajratib ko‘rsatamiz:

- yetkazib berish hajmining bir martalik iste'mol hajmiga nomuvofiqligi;
- materiallar qabul qilingan payt va uning iste'moli o‘rtasidagi vaqt oralig‘i;
- hududning iqlim sharoiti;
- transport xarajatlarini pasaytirish [12].

Zaxira logistikasi - omborlarda tovar-moddiy zaxiralarni boshqarish va tashkil etish bilan shug‘ullanadi va ombor operatsiyalarining xarajatlarini nazorat qiladi. Keyingi, zaxiralar qanday funktsiyalarni bajarishini ko‘rib chiqamiz:

1. Yig‘ish funktsiyasi zaxiralarning asosiy funktsiyasidir. Masalan, yozda mahsulotga talab yuqori bo‘lsa, yozgi talabni ta'minlash uchun qish mavsumida ishlab chiqarishni ko‘paytirish kerak. Shunday qilib, ishlab chiqarish mahsulotlarining to‘planishi zaxiralarning yetishmasligi tufayli yo‘qotishlardan qochadi.

2. Inflyatsiyani himoya qilish funktsiyasi. Naqd pulni bankka qo‘yib, kompaniya yaxshi daromad keltirishi mumkin. Bankka qo‘yilgan pulga qaraganda zaxiralarning qiymati tezroq o‘sishi mumkin. Binobarin, zaxiralar yaxshi sarmoyadir, ammo saqlash xarajatlari va xavflarini hisobga olish kerak.

ISSN 3030-3907

3. Xarajatlarni boshqarish funktsiyasi. Buyurtma hajmining o‘zgarishi chegirmalar olish uchun buyurtmaning hajmini o‘zgartirishi bilan, aks holda zaxiralarni ko‘paytirib, biz boshqa loyihalarga sarmoya kiritish imkoniyatini kamaytiramiz. Zaxira tushunchasi tanqislik tushunchasi bilan uzviy bog‘liqdir. Kamchilikning quyidagi turlari ajratiladi:

▪ tabiiy (ma'lum turdagi resurslarning etishmasligi);
▪ texnologik (ular kerakli narsani qilmaganliklari sababli shakllangan);
▪ sun'iy (sun'iy ravishda paydo bo‘lgan).

Agar tanqislik ehtimoli mavjud bo‘lsa, vaziyatdan qat'i nazar, ishlab chiqarishning zarur darajasini ushlab turishga imkon beradigan zaxiralarni yaratish kerak [13].

Natija. Masalaning qo‘yilishi. Sanoat korxonasining tayyor mahsulotlari omborida 900 dona mahsulot zahirasi mavjud. Ularning ombordagi minimal (rezerv) qoldig‘i 100 donani tashkil qiladi. Korxona mahsulotlari uchta taqsimot omborxonasi orqali tarqatiladi. Birinchi ombordagi mahsulot zahirasi 80 dona, kunlik o‘rtacha savdo hajmi 20 tani tashkil qiladi. Ikkinchi omborxonadagi mahsulot zahirasi 100 dona, uchunchisida esa 120 dona bo‘lib, ularda kunlik o‘rtacha savdo hajmi mos ravishda 25 va 40 tani tashkil qiladi [14].

Tayyor mahsulotlar omboridan, taqsimot omborlarigacha mahsulotni yetkazishning, bu omborlarda ularning mavjud soni va sotuv hajmini e‘tiborga olgan holda, optimal hajmini aniqligi (1-rasmda berilgan).

1. Taqsimot omborlarining sotuv sutkasida tayyor mahsulotlar omboridan zahiralar bilan to‘ldirilishini hisobga olgan holda mahsulotlar bilan o‘rtacha ta‘minlanganligini T_{sr} aniqlaymiz:

$$T_{o‘r} = \frac{Q_{o‘r} + E\, z_{t.o}}{E\, p_{t.o}}$$

Bu formulada Qo‘r — tayyor mahsulotlar omboridagi taqsimlanuvchi mahsulotlar zahirasi (900 - 100 = 800 dona); $\Sigma Z_{t.o.}$ — taqsimot omborlarida joylashgan mahsulotlar yig‘indisi (80 + 100 + 120 = 300 dona); ΣPt.o. — taqsimot omborlaridagi kunlik o‘rtacha sotilgan mahsulotlar yig‘indisi (20 + 25 + 40 = 85 dona).

$$T_{o‘r} = \frac{800+300}{85}\ 1294 \text{ sutka.}$$

ISSN 3030-3907



1-rasm. Taqsimot omborlariga mahsulotni yetkazish sxemasi.

2. Tayyor mahsulotlar omboridan birinchi taqsimot omboriga yuboriluvchi mahsulotlar soni Q1 quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Q_1 = (T_{o'r} - Z_{t.o.1} / P_{t.o.1} \times P_{r.s.1} \text{ dona})$$

Bu formulada To‘r — barcha taqsimot omborlarining mahsulotlar bilan o‘rtacha ta‘minlanganligi (12,94 sutkaga), korxonaning tayyor mahsulotlar ombori tomonidan to‘ldirilishini hisobga olingan holda; $Z_{t.o.1}$ — birinchi taqsimot omboridagi mavjud mahsulotlar zahirasi (80 dona); $P_{t.o.1}$ — birinchi taqsimot omboridan kunlik sotuv hajmi (20 dona).

$$Q_1 (12,94\text{-}80/20) \times 20 = 178,8 \text{ yoki } 179 \text{ dona.}$$

3. Shunga o‘xshash ravishda tayyor mahsulotlar omboridan № 2 va № 3 taqsimot omborlariga jo‘natish kerak bo‘lgan mahsulotlarning optimal partiyasini hisoblaymiz:

$$Q_2 (12,94\text{-}100/25) \times 25 = 223,5 \text{ yoki } 223 \text{ dona.}$$

$$Q_3 (12,94\text{-}120/40) \times 40 = 397,6 \text{ yoki } 398 \text{ dona.}$$

Olingan natijalarni tayyor mahsulotlar omboridagi taqsimlangan mahsulotlarning umumiy hajmi bilan taqqoslaymiz: 179 + 223 + 398 = 800 dona. Shunday qilib, berilgan ma‘lumotlarni hisobga olgan holda zavodning tayyor mahsulotlar zahirasini № 1, 2 va 3 taqsimot omborlariga taqsimlashning taxminiy ulushlari mos ravishda 22%, 28% va 50% ni tashkil qilar ekan [15-16-17].

Xulosa

Logistikada taqsimot omborlariga mahsulotni yetkazib berishni tashkil etishda zamonaviy taqsimot tizimlari eng muhim jihatlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonni samarali boshqarish kompaniyaning umumiy ishlash samaradorligini oshirish va xarajatlarni kamaytirishga yordam beradi. Mahsulotni omborlarga yetkazib berish uchun transport vositalarini to‘g‘ri tanlash optimal yo‘nalishlar va vaqt rejalarini ishlab chiqish xamda to‘liq inventarizatsiya omborlarning to‘liq ehtiyojlarini hisobga olish zarur. Taqsimot omborlariga mahsulotlarni yetkazib berishning samarali boshqaruvi tijorat va ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini ta'minlashga shu bilan birga mijozlarga xizmat

ISSN 3030-3907

ko‘rsatish sifatini oshirishga yordam beradi. Taqsimotning samarali tizimini yaratish, shuningdek zaxiralar va mahsulotlar harakati bilan bog‘liq bo‘lgan harajatlarni kamaytiradi, xarajatlar va vaqt sarfini optimallashtiradi [18-19].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Н.Г. Филонов, Л.В. Коваленко, С.К. Дащинская. Анализ структуры и особенностей формирования потоков полезных ресурсов в экономических (логистических) системах. -Томск: Издательство ТГПУ, 2011. – 252 с.
2. Sabirovich, Kamalov Sherzodbek. "LOGISTIK TIZIM ICHIDA MODDIY VA AXBOROT OQIMLARNI TAQSIMOTINI TASHKIL YETISH." *IJODKOR O‘QITUVCHI* 3.32 (2023): 127-133.
3. Гаджинский А.М. Логистика: Учебник для высших и средних специальных заведений / А.М.Гаджинский. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Информационно-внедренческий центр «Маркетинг», 2000. – 228 с.
4. Sabirovich, Kamalov Sherzodbek. "TRANSPORT-LOGISTIKA TIZIMINI NAZORAT QILISHDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARIDAN SAMARALI FOYDALANISH." *Mexatronika va robototexnika: muammolar va rivojlantirish istiqbollari* 1.1 (2023): 306-311.
5. Гаджинский А.М. Практикум по логистике / А.М.Гаджинский. – 4-е изд.,– М.: ИВЦ «Маркетинг», 2005. – 260 с.
6. 17. Ғаффаров, М. Т., and Ш. С. Камалов. "ХАЙДОВЧИЛАР ИШ РЕЖИМИНИ ХАЛКАРО ТАШИШНИ ТАШКИЛ ЭТИШДА ХАВФСИЗ ХАРАКАТНИ КАФОЛАТЛАШ." *Journal of new century innovations* 18.5 (2022): 92-99.
7. Молокович, А. Д. Транспортная логистика: учебник–Минск: Вышэйшая школа, 2019. – 463 с.: ил.
8. Sabirovich, Kamalov Sherzodbek. "AVTOTRANSPORT OQIMINI MODELLASHTIRISHNING DOLZARBLIGI." *O‘ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI* 2.16 (2023): 290-298.
9. Sabirovich, Kamalov Sherzodbek. "TRASPORT VOSITALARINI IMKONIYATLARINI OSHIRISHDA INTELLEKTUAL TIZIMLARNI YORITISH OMILLARI." *O‘ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI* 2.16 (2023): 214-222.
10. Камалов, Шерзодбек. "ROUTING ISSUES BASED ON MATHEMATICAL MODELS IN TRANSPORT LOGISTICS." *Interpretation and researches* 4 (50) (2025).
11. SOBIROV, SD, and SH KAMALOV. "WAYS OF DEVELOPING A MODERN CAR SERVICE." *Изложены материалы докладов II Международной научно-практической конференции молодых ученых,*

ISSN 3030-3907

студентов и учащихся колледжей «Наука–транспортной инфраструктуре». Для молодых ученых, научных работников, магистрантов, аспирантов, студентов технических вузов, учащихся колледжей, а также инженерно.

12. Кузьбожев Э.Н. Логистика / Э.Н.Кузьбожев, С.А.Тиньков. – М., 2004. – 216 с.
13. Taxirjanovich, Ismailov Sarvarbek, and Zingirov Saidolim Jo‘rayevich. "AVTOMOBILLARNING TORMOZLANISH XUSUSIYATLARINI NAZARIY VA EKSPERIMENTAL TADQIQOTLASH." *Mexatronika va robototexnika: muammolar va rivojlantirish istiqbollari* 1.1 (2023): 268-271.
14. Миротин Л.Б. Системный анализ в логистике / Л.Б.Миротин, Ы.Э.Ташбаев. – Москва: «Экзамен», 2002. – 479 с.
15. Камалов, Шерзодбек. "AVTOSERVISNI BOSHQARISHDAGI MUAMMO VA KAMCHILIKLARNI BARTARAF ETISH CHORA TADBIRLARI." *Свет науки* 6 (41) (2025).
16. E. Karimov. Avtotransport vositalarida yuk tashish va avtotransport logistikasi / Kasb-hunar kollejlari uchun darslik. – Toshkent: ―Sharq‖, 2013. – 320 b.
17. Насиров, Илхам Закирович, and Шерзодбек Сабирович Камолов. "Bobur shox va s. zunnonova ko‘chalari kesishmasiga svetoforlarni o‘rnatish." *Journal of new century innovations* 7.5 (2022): 102-107.
18. Неруш Ю.М. Логистика: учебник для вузов / Ю.М.Неруш. – 3-е изд., - М.: Банки и биржи, ЮНИТИ, 2003. – 494 с.
19. Козловский, В.А. Логистический менеджмент. / В.А.Козловский, Э.А.Козловская, Н.Т.Савруков. – СПб, 2002. – 267 с.

ISSN 3030-3907

G‘OVAK MUHITLARDA GAZ FILTRATSIYASI MASALASINI YECHISH DASTURINI YARATISH

Gulstan Artikbayeva
Xorazm Ma’mun akademiyasi, PhD
Email: gulstan2202@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada gaz konlarini o‘zlashtirishning asosiy parametrlarning bosimga bog‘liq o‘zgarishini hisobga olgan holda asosiy ko‘rsatgichlarini hisoblash uchun ishlab chiqilgan sonli model va algoritm asosida dastur ishlab chiqish hamda dastur uchun zarur bo‘lgan bochlang‘ish ma’lumotlarni shakllantirish uchun axborot massivini va qulay muloqotni tashkil etuvchi foydalanuvchi interfeysini yaratish masalalari qaralgan. Bundan tashqari dasturiy majmua modullari va uning tuzilmasini yaratish masalasi qarlgan. Bu masalalarni hal etish, asosiy ko‘rsatgichlarni hisoblash ishonchliligini yanada oshiradi va sonli natijalarni turli xil ko‘rinishdagi grafiklarda vizual formada taqdim etish imkoniyatini yaratadi va filtratsiya jarayonini tadqiq qilish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: algoritm, interfeys, dasturiy majmua, gaz, gidrodinamik parametrlar

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка программ на основе численной модели и алгоритма для расчета основных показателей разработки газового месторождения с учетом изменения основных параметров в зависимости от давления, а также создание информационного массива и пользовательского интерфейса для удобного взаимодействия при формировании исходных данных, необходимых для работы программ. Кроме того, рассматривается вопрос создания программных модулей и их структуры. Решение этих вопросов позволит дополнительно повысить надежность расчета основных показателей, создать возможность наглядного представления численных результатов в виде различных видов графиков и исследовать процесс фильтрации.

Ключевые слова: алгоритм, интерфейс, программный комплекс, газ, гидродинамические параметры

Abstract. This article discusses the development of a software based on a numerical model and algorithm for calculating the main indicators of gas field development, taking into account the pressure-dependent changes in the main parameters, and the creation of an information array and a user interface for convenient communication for the formation of the initial data necessary for the software. In addition, the issue of creating software modules and their structure is considered. Solving these issues will further increase the reliability of calculating the main indicators and create the possibility of presenting numerical results in a visual form in various types of graphs and allow studying the filtration process.

ISSN 3030-3907

Keywords: algorithm, interface, software package, gas, hydrodynamic parameters

Kirish.

Neft va gaz sanoati rivojlanishining hozirgi bosqichida g‘ovakli muhitlarda filtratsiya hodisalarini tahlil qilish va prognozlash jarayonlarini avtomatlashtirish alohida ahamiyatga ega. Gaz qazib olish jarayonida qatlamlarning gidrodinamik parametrlarini aniqlashda filtratsiyaning chegaraviy masalalarini avtomatlashtirilgan hal qilish konlarni loyihalashni sezilarli darajada tezlashtirish va filtratsiya jarayonlarini baholash samaradorligini oshirish imkonini beradi. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari bilan birgalikda matematik modellashtirish usullaridan foydalanish gaz va gaz kondensati konlarini loyihalash, boshqarish va o‘rganish bilan bog‘liq muammolarni hal qilishni sezilarli darajada osonlashtiradi, shuningdek, vaqt xarajatlarini kamaytiradi [1-6].

Qatlamdagi gazning harakatiga qatlamning bir qancha gidrodinamik parametrlari sezilarli darajada ta’sir etadi. Bu parametrlarga qatlam o‘tkazuvchanlik, g‘ovaklik, suyuqlik yoki gazning qovushqoqlik va qatlam quvvati parametrlari kiradi. O‘tkazuvchanlik va g‘ovaklik koeffisiyentlarining katta qiymatlarida qatlamdagi suyuqlik yoki gaz harakati va tarqalishi tez bo‘ladi. Bu o‘z navbatida qatlamdagi neft yoki gaz mahsulotini qazib olish jarayonini osonlashtiradi [7-9].

Matematik model.

G‘ovakli muhitda beqaror gaz filtratsiya jarayonining matematik modeli parabolik tipdagi chiziqli bo‘lmagan differensial tenglamalar bilan tavsiflanadi. Faraz qilamiz filtratsiya jarayonida qatlam g‘ovaklik koeffisiyenti bosim o‘zgarishiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. U holda uni quyidagi g‘ovaklikning bosimga bog‘liq o‘zgarishi jarayonini ifodalovchi filtratsiya masalasi sifatida qaraymiz

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{kh}{\mu}\dfrac{\partial P^2}{\partial x}\right)+\dfrac{\partial}{\partial y}\left(\dfrac{kh}{\mu}\dfrac{\partial P^2}{\partial y}\right)=2ahm(x,y,P)\dfrac{\partial P}{\partial t}+Q \\ m=m_0\left[1+\beta_c\left(P-P_H\right)\right], \qquad (x,y)\in G,\ \ t>0. \end{cases} \tag{1}$$

$$P(x,y,t)=P_H(x,y), \quad t=0, \quad (x,y)\in G; \tag{2}$$

$$\begin{cases} -k\dfrac{\partial P}{\partial x}=\alpha\left(P_A-P\right), \quad x=0; \quad t>0; \\ k\dfrac{\partial P}{\partial x}=\alpha\left(P_A-P\right), \quad x=L; \quad t>0; \end{cases} \tag{3}$$

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} -k\dfrac{\partial P}{\partial y} = \alpha\left(P_A - P\right), & y = 0; \quad t > 0; \\ k\dfrac{\partial P}{\partial y} = \alpha\left(P_A - P\right), & y = L; \ t > 0. \end{cases} \tag{4}$$

Chegaraviy masalani yechishda uzluksiz sohani to‘rli sohaga o‘tkazib, kvazichiziqli usul, chekli-ayirmali va iteratsiya usullari qo‘llaniladi [10-12]. Bu ishlab chiqilgan sonli model asosida hisoblash algoritmi va dasturi ishlab chiqildi.

Dastur modullari tavsifi hamda tuzulmasi

Ishlab chiqilgan dasturning funksional sxemasi 4.1-rasmda ko‘rsatilgan. Bu rasmda bir va ikki qatlamli g‘o‘vak muhitda ikki o‘lchovli chegaraviy masalalarini yechish uchun modullar o‘rtasidagi aloqalar keltirilgan bo‘lib, u dastur ishlashi uchun dastlabki ma’lumotlarni shakllantirish va berish, hisoblashni amalga oshirish va hisoblash natijalarini saqlash va chiqarish bloklaridan iborat**.**

Masalalar bloki dastlabki ma’lumotlarni olish uchun uning modullari bloki bilan o‘zaro aloqada bo‘ladi.

Dastlabki ma’lumotlarni berish modullari bloki quyidagi modullarni o‘z ichiga oladi:

- qatlam parametrlari bo‘yicha dastlabki ma’lumotlarni shakllantirish moduli;
- diskret filtratsiya maydoni konfiguratsiyasining axborot massivini shakllantirish moduli;
- qatlam g‘ovakligi bo‘yicha axborot massivini shakllantirish moduli;
- qatlam balandligi bo‘yicha axborot massivini shakllantirish moduli;
- Quduqlar debiti va koordinatalarini berish bo‘yicha axborot massivini shakllantirish moduli.

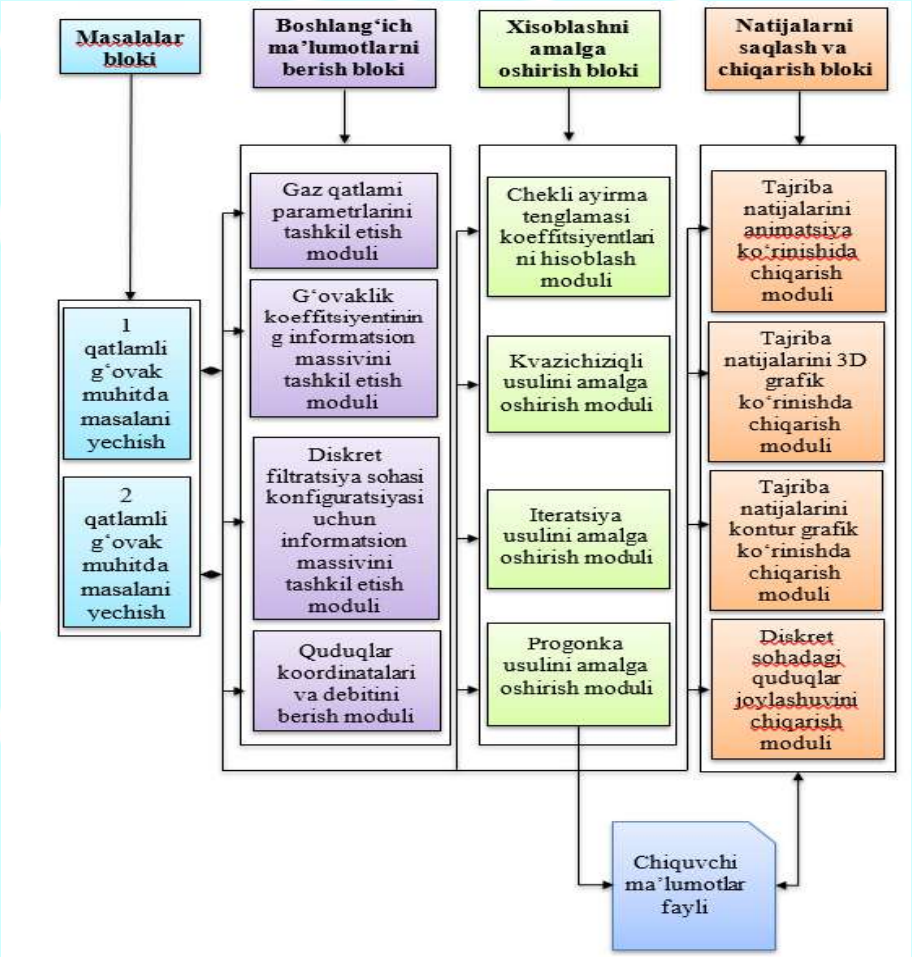
Har bir masala yechimini topish hisoblash blokidan boshlanadi. Bu blokda asosiy ko‘rsatgichlar hisoblanadi, undagi modullar quyidagilar:

- chekli ayirmali tenglamaning koeffitsiyentlarini hisoblash;
- kvazichiziqli usulni amalga oshirish
- Iteratsiya usulini amalga oshirish
- chekli ayirmalar usulini amalga oshirish (haydash usulida);

Hisoblashni amalga oshirish bloki natijalarni saqlash va chiqarish bloki bilan o‘zaro bog‘liq holda ishlaydi. Natijalarni saqlash va chiqarish blokida hisoblash tajriba natijalarini saqlash va vizuallashtirish modullari mavjud. Ular quyidagi ishlarni amalga oshiradi:

- Tajriba natijalarini animatsiya ko‘rinishida chiqarish moduli
- Tajriba natijalarini 3D grafik ko‘rinishda chiqarish moduli
- Tajriba natijalarini kontur grafik ko‘rinishda chiqarish moduli
- Diskret sohadagi quduqlar joylashuvini chiqarish moduli

ISSN 3030-3907



1-rasm. Gaz filtratsiya jarayonini tahlil va bashorat qilish dasturining funksional sxemasi

Dastur 2 ta hisoblash moduli va foydalanuvchi yo‘riqnomasi modullaridan tashkil topgan bo‘lib, 1-hisoblash modulida bir qatlamli va ikki o‘lchovli gaz filtratsiya masalalarida g‘ovaklik koeffitsiyentining bosim o‘zgarishiga bog‘liq o‘zgarishini hisoblash masalasi qaralgan.

2-hisoblash modulida ikki qatlamli va ikki o‘lchovli gaz filtratsiya masalalarida g‘ovaklik koeffitsiyentining bosim o‘zgarishiga bog‘liq o‘zgarishini hisoblash masalasi qaralgan. Ushbu modul ham 1-moduldagi kabi funksional vazifa va imkoniyatlarga ega bo‘lib, faqatgina ushbu masalada foydalaniluvchi asosiy kiruvchi parametrlardagina farq qiladi.

Dastur bilan ish yuritish quyidagicha amalga oshiriladi:

- Vazifani tanlash.
- Dastlabki ma’lumotlarni tayyorlash.
- Dasturni ishga tushirish.
- Dastur natijalarini vizual va sonli ko‘rinishlarda ko‘rish va saqlash.
- Tizimdan chiqish.

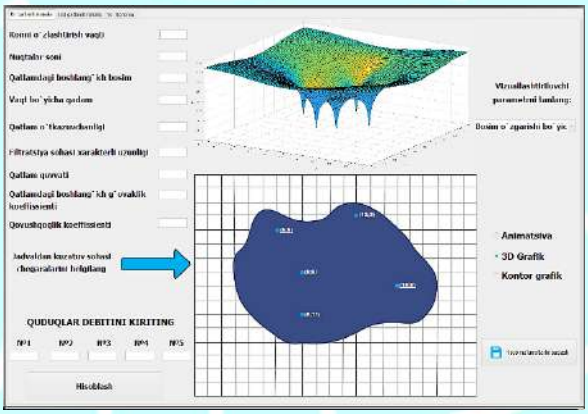
Qo‘yilgan masalani yechish uchun, foydalanuvchi tanlangan vazifa uchun dastlabki ma’lumotlarni tayyorlaydi. Bu yerda foydalanuvchi ma’lumotlarni

ISSN 3030-3907

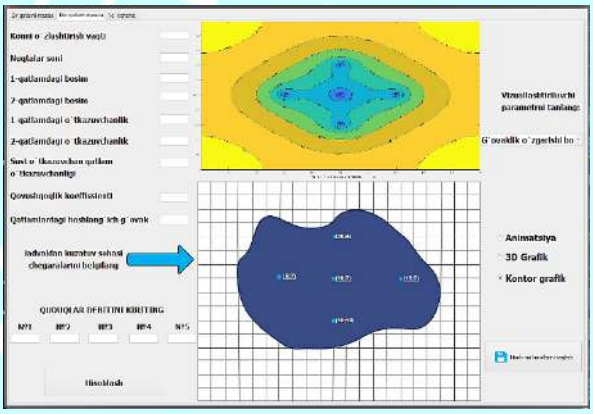
saqlash katalogida yangi dastlabki kiruvchi ma’lumotlar faylini yaratadi yoki mavjudlarini tahrirlaydi.

Keyingi bosqichda foydalanuvchi “Dasturlarni ishga tushirish” menyusidan tanlagan vazifani ishga tushiradi. Muayyan vazifa blokini ishga tushirgandan so‘ng, ekranda “Oraliq natijalarni ekranda chiqarish” dialog oynasi paydo bo‘ladi: “Ha, Yo‘q”. Oraliq natijalarni ko‘rish uchun foydalanuvchi “Ha” ni tanlashi kerak. Agar dastlabki ma’lumotlar noto‘g‘ri tuzilgan bo‘lsa, ekranda “Boshlang‘ich ma’lumotlarni tekshirish” xabari paydo bo‘ladi. Hisoblash moduli to‘liq tugallangach, ekranda “Vazifa yechimining tugashi” xabari ko‘rsatiladi.

Oxirgi bosqichda foydalanuvchi bosim maydonlarini taqsimlash jadvali yoki grafiklari ko‘rinishida, shuningdek quduqlardagi bosimning pasayishini ko‘radi. To‘liq natija har bir 90 sutka vaqt oralig‘ida “Calc.txt” fayliga yozib boriladi. Dasturiy majmua interfeyslari quyidagi 4.3, 4.4–rasmlarda keltirilgan.



2 -rasm. Bir qatlamli gaz filtratsiya masalani yechish moduli interfeysi



3 -rasm. Ikki qatlamli gaz filtratsiya masalani yechish moduli interfeysi

Dastur oddiy va murakkab formaga ega bo‘lgan gaz konlari filtratsiya sohasi konfiguratsiyasi uchun hisoblash jarayoni sonli natijalarini 3D grafik, hamda kesimlar bosim tarqalishi va quduqlarda bosim tushishini vizuallashtirib beradi. Hisoblash tajribalarining sonli natijalarini vizual formada taqdim etish o‘z navbatida filtratsion jarayonni tasavvur etish, gaz konlari qatlamlarida ularni qazib olish jarayonining gidrodinamik holatini o‘rganishda, ayniqsa, gaz konlarini loyihalashda, tahlil va bashorat qilishda katta rol o‘ynaydi.

Hisoblash tajribalarni o‘tkazish uchun dastlabki ma’lumotlarni kiritish kerak: quduqni o‘zlashtirish vaqti, bosim, gaz parametrlari – qovushqoqlik, qatlam o‘tkazuvchanligi, uning o‘lchamlari, shuningdek, quduqlar soni va ularning koordinatalari, quduq debiti va boshlang‘ich g‘ovaklik koeffitsiyenti qiymatlari . Sonli tajriba natijasida qatlamlarda bosim taqsimoti jadvali tuziladi va uni grafik formalarda berish uchun maxsus grafik tizimlarda foydalanishda 3D grafiklar va animatsiya funksiyalari qo‘llaniladi. Ular yordamida kerakli formada taqdim etish grafiklari tanlanadi. Bunda bosimning qatlam kesimidagi 2D, qatlamdagi to‘liq tarqalish jarayonlari 3D garafiklarini ko‘rish imkoniyatlari beriladi. Bulardan

ISSN 3030-3907

tashqari gaz qatlami quduqlarida bosimning tushush holati va govaklikning bosimga bog‘liq o‘zgarish ham aks ettiriladi.

Xulosa

Dasturdan foydalanuvchi gazning g‘ovak muhitda filtratsiya masalalarini yechishda asosiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha turli hisoblash tajribalarini o‘tkazishi va kompyuterda olingan natijalar asosida turli tahlillarni hamda bashoratlarni amalga oshirishi, ilmiy tadqiqotlarni olib borishi mumkin bo‘ladi.

Ishlab chiqilgan dasturiy majmua mavjud ishlab chiqilgan va yangi ishga tushirilgan gaz quduqlarini to‘liq o‘rganish imkonini beradi. Real vaqt rejimida hisoblash tajribalarini o‘tkazish va soha haqida ishonchli ma’lumotlarni olish mumkin.

Minnatdorchilik

Ushbu tadqiqot O‘zbekiston Respublikasi Davlat Byudjeti tomonidan moliyalashtirilgan.

ADABIYOTLAR

1. E. Nazirova, A. Nematov, Sh. Ismailov, G. Artikbayeva, "Method and Algorithm for the Numerical Solution of the Filtration Problem of Changing Porosity Depending on Gas Pressure in a Porous Medium", AIP Conference Proceedings. Samarkand, 2024, vol. 3244, pp. 020010-1 - 020010-9. https://doi.org/10.1063/5.0241466

2. Nematov, Sh. Ismailov, G. Artikbaeva, "Numerical Simulation of the Boundary Problem of Filtration in Two-Layer Porous Media with Changing Porosity Coefficient Depending on Pressure", IEEE 3rd International Conference on Problems of Informatics, Electronics and Radio Engineering (PIERE), Novosibirsk, Russian Federation, 2024, pp. 920-925. doi: 10.1109/PIERE62470.2024.10804941.

3. Nematov, E. Sh. Nazirova, "Development of a computational algorithm and software for studying the main indicators of oil fields on a computer", (in Russian) Problems of Computational and Applied Mathematics, Tashkent, 2015, No. 2. pp. 12-18.

4. N. Ravshanov, E. Sh. Nazirova, A. Nematov, "Mathematical model and numerical algorithm for solving problems of gas filtration in two formation porous media with a low-permeability jumper", Journal of Problems of Computational and Applied Mathematics, 2020, vol. 3 (27). pp. 20-39.

5. E. S. Zakirov, "Modeling of Filtration and Hydrodynamic Processes in Oil Fields", Uzbek Journal of Hydrodynamics, 2001, vol. 7(1), pp.15-24.

6. B. Lopukh, "Algorithmic Methods in Oil-Gas Flow Simulation", Journal of Petroleum Science and Engineering, 2004, vol. 42(3-4), pp.121-130.

ISSN 3030-3907

7. E. Nazirova, M. Shukurova, G. Artikbayeva, "Visualization of the Results of Numerical Calculations in Graphical Object View in the Design of Oil and Gas Systems", AIP Conference Proceedings, Samarkand, 2024, vol. 3244, pp. 020014-1 - 020014-10. https://doi.org/10.1063/5.0241718
8. M. Shukurova, E. Nazirova, "Development of Software Tools for the Visualization of Multiphase Filtration in Heterogeneous Porous Media", International Journal of Petroleum and Energy Research, 2023, vol. 9(4), pp.120-129.
9. V. L. Sergeev, T. H. P. Nguyen, Q. D. Vu, "Models and algorithms for identification of oil and gas reservoirs by the adaptive method of deterministic pressure moments", Dokladi TUSUR, 2018, vol. 21, N4, pp. 109-115, doi: 10.21293/1818-0442-2018-21-4-109-115.
10. S. N. Zakirov, B. B. Lapuk, Design and development of gas fields. Nauka, Moscow, 1974, 376 p.
11. Yu. P. Karataev, L. G. Gerov, S. N. Zakirov, G. R. Sherbakov, Filtration of gases in cracked collectors. Nedra, Moscow, 1979, 223 p.
12. R. Bellman, and R. Kalaba, (1965) Quasilinearization and Nonlinear Boundary-Value Problems. American Elsevier Publishing Company, New York, 1965. 206 p.

ISSN 3030-3907

CHIGIT EKISHNING SEYALKA ASOSIDA AMALGA OSHIRILADIGAN TEXNOLOGIK JARAYONINI OPTIMALLASHTIRISH MASALALARI

Imomov Sh
Buxoro davlat texnika universiteti o‘qituvchilari
Babamuradov A
Buxoro davlat texnika universiteti o‘qituvchilari
Ostonov Sh.
Buxoro davlat texnika universiteti o‘qituvchilari

Annotatsiya. Mazkur maqolada paxta urug‘ini (chig‘itni) seyalkalar orqali ekish jarayonini optimallashtirishning nazariy va amaliy jihatlari yoritilgan. Ekish sifatiga ta’sir qiluvchi asosiy omillar – urug‘ning fizik-mexanik xossalari, agregat tezligi, sepkich mexanizmlarining parametrlari hamda agrotexnik talablar tahlil qilingan. Shuningdek, resurs samaradorligini oshirish va bir me’yordagi ko‘chat chiqishini ta’minlash uchun optimal texnologik yechimlar taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: ekish seyalkasi,tuproq fizik-mexanik xossasi, diskli agregat,rotorli maydalagich, agregat, yoqilg‘i sarfi, yumshatkich,optimallashtirish.

Abstract: This article highlights the theoretical and practical aspects of optimizing the process of sowing cotton seeds (cottonseed) using seeders. The main factors influencing sowing quality - physical and mechanical properties of seeds, unit speed, parameters of seeding mechanisms, and agrotechnical requirements - were analyzed. Optimal technological solutions have also been proposed to increase resource efficiency and.

Keywords: sowing seeder, soil physical and mechanical properties, disc unit, rotary crusher, unit, fuel consumption, cultivator, optimization.

Аннотация: В данной стате рассматриваетсия теоретические и практические аспекты оптимизации процесса посева семян хлопчатника с помощью сеялок. Проанализированы основные факторы, влияющие на качество посева - физико-механические свойства семян, скорост агрегата, параметры механизмов посева и агротехнические требования. Также были предложены оптималные технологические решение.

Ключевые слова: посевная сеялка, физико-механические свойства почвы, дисковый агрегат, роторная дробилка, агрегат, расход топлива, рыхлител, оптимизация.

Kirish.

Paxtachiliqda yuqori hosildorlikka erishish ko‘p jihatdan urug‘larni bir me’yorda va belgilangan chuqurlikda ekishga tugridan tugri boglik buladi. Chig‘it ekish jarayonida seyalkaning ishlash parametrlarini optimallashtirish, uni tuproqga joylashtirishda bir xilligini oshirish, urug‘ning mo‘tadil tarqalishini ta’minlash

ISSN 3030-3907

zamonaviy agrotexnologiyalarning asosiy talablaridan biri hisoblanadi [1,2]. Shu munosabat bilan ekish agregatlarining konstruktiv xususiyatlarini takomillashtirish va texnologik rejimlarini ilmiy asosda belgilash dolzarb ahamiyatga ega. Qishloq xo‘jaligi tarmoqlarini rivojlantirish, ayniqsa paxtachilik sohasida yuqori va barqaror hosildorlikka erishish bugungi kunda dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [3]. Paxta yetishtirish jarayonida bajariladigan agrotexnik tadbirlarning sifatli va o‘z vaqtida amalga oshirilishi hosilning miqdori va sifati bilan bevosita bog‘liqdir. Ushbu jarayonlar ichida chigit ekish bosqichi alohida ahamiyatga ega bo‘lib, u keyingi rivojlanish bosqichlarining samaradorligini belgilab beradi. Chigitni tuproqqa belgilangan me’yor va chuqurlikda, bir xil masofada joylashtirish o‘simliklarning bir maromda unib chiqishi va rivojlanishini ta’minlaydi [4,5].

Zamonaviy qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishida chigit ekish jarayoni asosan turli konstruksiyadagi seyalka mashinalari yordamida amalga oshiriladi. Seyalkalar yordamida ekish ishlarini mexanizatsiyalash mehnat unumdorligini oshiradi, vaqt va moddiy resurslarni tejash imkonini beradi [6]. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatadiki, mavjud seyalka texnologiyalaridan foydalanishda qator muammolar uchramoqda. Jumladan, chigitning notekis taqsimlanishi, ekish chuqurligining bir xil bo‘lmasligi, urug‘ning shikastlanishi hamda yo‘qotishlar ekinlarning siyraklashishiga olib keladi. Bu holat esa hosildorlikning pasayishiga sabab bo‘ladi [7,8].

Shu nuqtai nazardan qaraganda, chigit ekishning seyalka asosida amalga oshiriladigan texnologik jarayonini optimallashtirish masalalari ilmiy va amaliy jihatdan muhim ahamiyat kasb etadi. Texnologik jarayonni optimallashtirish deganda, ekish jarayonining barcha bosqichlarini — chigitni uzatish, taqsimlash, tuproqqa joylashtirish va yopish jarayonlarini eng maqbul rejimlarda tashkil etish tushuniladi. Bunda mashinaning konstruktiv parametrlarini, ishchi organlarning o‘zaro ta’sirini hamda agrotexnik talablarni hisobga olish muhimdir [9,10].

Bugungi kunda ilmiy-texnik taraqqiyot natijasida seyalka mashinalarining yangi avlodlari yaratilmoqda, biroq ularning samaradorligi ko‘p jihatdan to‘g‘ri sozlash va ishlatish rejimlariga bog‘liq. Har bir tuproq-iqlim sharoiti, chigitning biologik xususiyatlari va dala relefi seyalka ishiga turlicha ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun universal texnologik yechimlardan tashqari, mahalliy sharoitlarga moslashtirilgan optimallashtirish usullarini ishlab chiqish zarurati yuzaga kelmoqda [11,12].

Chigit ekish jarayonini optimallashtirishda urug‘ sarfi me’yorini aniqlash, qator oralig‘i va ekish chuqurligini tanlash, seyalka harakat tezligini belgilash kabi omillar muhim hisoblanadi. Ushbu omillarning har biri alohida o‘rganilganda ma’lum natijalarga erishish mumkin, biroq ularni kompleks tarzda tahlil qilish va

ISSN 3030-3907

o‘zaro bog‘liqligini hisobga olish orqali yanada yuqori samaradorlikka erishiladi. Shu sababli optimallashtirish masalalarini matematik modellashtirish va tajribaviy tadqiqotlar asosida hal etish dolzarb hisoblanadi [13].

Paxtachilikda resurslarni tejash masalasi ham chigit ekish texnologiyasini optimallashtirish bilan chambarchas bog‘liqdir. Urug‘, yoqilg‘i va mehnat resurslarining tejalishi ishlab chiqarish tannarxini pasaytiradi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Bundan tashqari, ekish jarayonida tuproqning kam shikastlanishi va agrotexnik talablarning to‘liq bajarilishi ekologik jihatdan ham muhim ahamiyatga ega. Shu bois, seyalka asosida amalga oshiriladigan ekish texnologiyalarini takomillashtirish barqaror qishloq xo‘jaligi rivojlanishining muhim omillaridan biri hisoblanadi [14].

Hozirgi vaqtda ilmiy adabiyotlarda chigit ekish jarayonining ayrim jihatlari bo‘yicha tadqiqotlar olib borilgan bo‘lsa-da, seyalka ish jarayonining kompleks optimallashtirilishi yetarli darajada yoritilmagan. Ayniqsa, texnologik va konstruktiv parametrlarning o‘zaro bog‘liqligini hisobga olgan holda optimallashtirish masalalarini chuqur o‘rganish zarur. Bu esa yangi ilmiy yondashuvlar va usullarni qo‘llashni taqozo etadi [15].

Shu munosabat bilan mazkur maqolada chigit ekishning seyalka asosida amalga oshiriladigan texnologik jarayonini optimallashtirish masalalari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi — ekish jarayonining samaradorligini oshirish, urug‘ sarfini kamaytirish va agrotexnik talablarni to‘liq ta’minlashdan iboratdir. Ushbu maqsadga erishish uchun seyalka ishchi organlarining ishlash prinsiplari tahlil qilinadi, asosiy texnologik parametrlar aniqlanadi va ularni optimallashtirish bo‘yicha ilmiy xulosalar beriladi.

Masalaning qo‘yilishi.

Ma’lumki urug‘ sifatining qishloq xo‘jaligida qo‘llanilayotgan ekish uchun ajratilayotgan yillik partiyalarining mexanik tozalanish darajasi turlicha bo‘lgani sababli urug‘larning o‘lchami, massasi va aerodinamik xossalari keskin farq qiladi [4,5,6]. Bu esa ekishga tayorlangan yerdagi kesaklarning mulchalanganlik darajasiga sepkich mexanizmlarining barqaror ishlashini qiyinlashtirib, qator bo‘ylab urug‘ tarqalishining bir xil emasligiga sabab bo‘ladi. Tuproqning nomutanosib fizik holatida esa xar bir maydonda tuproq namligi, zichligi va strukturasi har xil bo‘lishi zamonaviy seyalkalarning ko‘p qismi tuproq qarshiligi o‘zgarganda ekish chuqurligini avtomatik kompensatsiya qila olmaydi, natijada urug‘lar chuqur yoki yuza ekilib, ko‘chatlarning teng chiqishi amalga oshmay kolaveradi. Bulardan tashqari texnika tezligini optimal darajada ushlab turish muammosi, aniq dehqonchilik texnologiyalarining yetarlicha qo‘llanilmasligi, energiya sarfining yuqoriligi, urug‘ sarfining me’yorlashtirilmaganligi, ekkich mexanizmlarida ko‘pgina mexanik detallarning tez eskirishi, agregatlarning

ISSN 3030-3907

raqamlashtirilmaganligi va ekilayotgan daladagi ekish katorlaridagi kesaklarning turli agrotexnik talablarga javob bermaydigan o‘lchamlari optimallashtirish jarayonlarini cheklaydi.

Tadqiqot yechimi.

O‘zbekistonda ishlab chiqarilgan mulchalovchi agregatlarning aksariyati paxtachilikka mo‘ljallangan bo‘lib ulara asosan paxta qoldiqlarini maydalovchi va mulchalovchi agregat (PM-2,2, PM-1,8), qator oralarga mulchalangan organikani tarqatish va ishlov berish (KRN-M mulchalash kultivatorlari), daraxt shoxlarini mulchalashga mщljallangan (ShMP-1 (shox-shabba mulchalagichi)), **Rossiyada ishlab chiыariladiganlari** quruq hududlar uchun mos diskli agregatlar (**DMT-3,0, DMT- 4,5** (diskli mulchalovchi agregatlar)), mexanik mulchalovchi kultivatorlar **(AGD seriyali),** Rotorli maydalagich **(FRM-1,6 frezer-mulchalovchilar) bщlsa aksariyat AQSh va Yevropa ishlab chiqaruvchilari John Deere Mulch Tiller (**John Deere AQSh), **Kuhn HR Series Mulchers** (KUHN Group Fransiya), **Maschio Gaspardo Mulchers** (Maschio Gaspardo Italiya), **CLAAS CultiMulch (**KLAAS, Germaniya) mashina agregatlari hisoblanadi [2,3,5,6]. Bu asosiy kamchili chigit ekish jarayonida umuman qatnashmaydi. Ular kultivatorlar yoki alohida diskli frezerlarni ishlatishda qo‘llaniladi.

Yuqoridagi kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida biz tomonimizdan chig‘it ekishning seyalka asosida amalga oshiriladigan texnologik jarayonini optimallashtirish masalalari ustida 2021- 2025 yillarda bir necha turdagi konstruktiv yechimlar taklif etildi.

Dastlabki tadqiqotlarimizda (2021-2022 yy) chigitning fizik-mexanik xossalari – massasi, geometrik o‘lchamlari, ishqalanish koeffitsienti va namligi, ekin dalasidagi tuproqning mulchalanganlik darajalarini sepish sifatiga ta’siri urganib chiqildi. Urug‘lar oqimidagi noaniqliklar sepkich mexanizmlarida bosim va tezlik o‘zgarishlariga olib kelishi qayta ko‘rib chiqildi. Shu bois yerning tekisligia va tuproq mulchalanganlik darajasi va sepish mexanizmlarida urug‘larni berilish muvozanatini ta’minlash aosiy vazifa qilib quyildi. Ma’lumki agrotexnologik jarayonlarda namlikning saqlanishi, tuproq haroratining barqarorligi, tuproq zichligining me’yoriy holati, eroziyadan muhofaza, ekiladigan urug‘ning chuqurlikdagi barqarorligi o‘ta muhimligidan kelib chikishni talab etadi Bunda chigit ekish jarayonida tuproqning mulchalanganlik darajasi 40 - 60 % atrofida bo‘lishi **eng optimal variant** hisoblanadi. Bu ko‘chatlarni unib chiqishi bir me’yorda bo‘lishini, chuqurlikning barqaror saqlanishini va tuproq namligining saqlanib qolishini ta’minlanishidan kelib chiqib, tadqiqotlar utkazish dalasi tayorlanib olindi.

ISSN 3030-3907

Bunda ekish seyalkasi harakat tezligi (*v*), chigit tashlash chastotasi (*f*) va urug‘ chiqishi miqdori (*q*) orasidagi funksional bog‘lanish quyidagi ko‘rinishda ifodalanib olindi:

$$q = n \cdot f / v,$$

bu yerda n – g‘ tashlab berish tuynuklar soni.

Tadqiqotlarda olingan natijalarimizda **urug‘ ajratish mexanizmlari (to‘rt qatorli ekish seyalkasida Romitan tumani Qoqoshtovon MFY da – 2023 yil 6 aprel) aniqligining oshirilganida (**diametri chigit o‘lchamiga moslashtirilganda) urug‘larning ikkilamchi to‘kilishi 17 – 22 % ga kamaydi. Vakuumli sepkichlarda esa ajratish aniqligi 96 % gacha oshdi. Tuproqning mulchalganlik darajasi 52 - 56% bo‘lgan o‘zgarishida chuqurlik uzilishlari an’anaviy seyalkada 1,8 - 2,4 sm ni tashkil etgan bo‘lsa, avtomatlashtirilgan nazorat tizimi o‘rnatilgan agregatda bu ko‘rsatkich 0,6–0,9 sm gacha kamaydi. **Agregat tezligining o‘zgarishlarida esa (Buxoro viloyati Vobkent tumani, Kosari MFY, Kosari qishlog‘i, Buxoro Agroklastr paxta dalasi) agregat tezligi** 4 - 6 km/soat tezlik oralig‘ida o‘zgartirilib turilganida urug‘ tarqalishining optimalligini ko‘rinib o‘rtacha 5 km/soat bo‘lganida urug‘ to‘kilishi 12 - 15 % ga oshgani aniqlandi. Tadqiqotlardagi erishilgan r**esurstejamkorlik ko‘rsatkichi (**optimal rejimlarda ishlash natijasida**)** - urug‘ sarfi 9 - 10 % gacha kamaydi, ekish vaqti 10 - 15 % ga qisqardi, traktor yoqilg‘i sarfi 8 % oraligida bo‘lib chigit ko‘chatlarining unib chiqishi bir xilligi 12 % ga yaxshilandi.

Xulosa. Olingan natijalardan ko‘rinib turibdiki. chig‘it ekish jarayonida yerdagi kesaklarning maydalanganlik darajasi, chigitni to‘kish mexanizmlari parametrlarini aniq tanlash zarur ekanligini ko‘rsatdi. Tuproqning fizik holati o‘zgaruvchan bo‘lgan sharoitlarda avtomatlashtirilgan chuqurlik nazorati muhim ahamiyatga kasb etadi. Aniq dehqonchilik texnologiyalarini joriy etish - GPS navigatsiya, sensorlar va intellektual boshqaruv bloklari – chigitning unib chiqish sifatini barqarorlashtirishda katta samara berishi mumkin ekan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Klinner, E., & Schuster, M. (2016). Performance Evaluation of Row-Crop Planters Under Different Soil Preparation Methods. Biosystems Engineering, 148, 85-96.

2. Yahya, A., Zaman, Q., & Ahmad, D. (2012). Effects of Furrow Opener Design on Seed Placement and Soil Disturbance. Soil & Tillage Research, 125, 129-137.

3. Grisso, R. D., Perumpral, J. V., & Vaughan, D. H. (2003). Soil-Tool Interaction for Seedbed Preparation Equipment. Applied Engineering in Agriculture, 19(4), 383–396.

ISSN 3030-3907

4. Dumitru, E., Khan, A. U., & Rusu, T. (2019).Advances in Precision Seeding Technologies for Row Crops. Agricultural Engineering Research Journal, 7(2), 45-59.
5. Шоумарова М. Абдиллайев Т. Қишлоқ хоʻжалик машиналари. -Тошкент: Оʻқитувчи, 2009. - Б. 6.-150.
6. Маматов Ф.М. Қишлоқ хоʻжалик машиналари. -Т.: Фан, 2007. - Б. 5-40.
7. 1Baker, C. J., Saxton, K. E., & Ritchie, W. R. (2002). No-Tillage Seeding: Science and Practice. 2nd edition. CAB International.
8. Spurgeon, W. E., & Rolofson, D. E. (2017).Optimization of Pneumatic Seed Meters for Cotton Planting. Transactions of the ASABE, 60(3), 931-940.
9. FAO. (2015). Engineering for Cotton Production: Mechanization, Seeding and Soil Management. Rome: FAO Publications.
10. Singh, G., & Kumar, P. (2018). Development and Testing of a Row Crop Seeder for Medium and Heavy Soils. International Journal of Agricultural Engineering, 11(1), 12-20.
11. Koger, J. B., Wilcut, J. W., & Jones, M. A. (2005).Cotton Stand Establishment as Affected by Seedbed Conditioning and Planter Type. Crop Science, 45(2), 810-817.
12. Хойдинов Ш., Эргашев А. *Қишлоқ хўжалиги машиналари*. - Тошкент: “Ўқитувчи”, 2018.
13. Мирзаев Ф.М., Абдурахмонов Ш.А. *Тупроққа ишлов бериш ва экиш машиналари*. – Тошкент: ТАТУ нашриёти, 2020.
14. Zhang, H., Chen, Y., Tessier S. *Conservation Tillage Systems and Management*. – Kansas: ASABE Press, 2016.
15. Barker A., Hall D. *Soil Management and Conservation*. – UK: Cambridge University Press, 2021.
16. Bai, Y., Chen, Z., Liu, X. "Effects of surface mulching on soil temperature and moisture dynamics: A review." *Soil & Tillage Research*, 2020, Vol. 199.
17. Talukder, M., Islam, M. "Performance evaluation of different mulching machines in conservation agriculture." *Biosystems Engineering*, 2019.
18. Celik A., Altikat S. "Design and testing of a tractor-mounted mulching machine." *Journal of Agricultural Machinery Science*, 2021.
19. Aase, J., Tanaka D.L. "Mulch effects on soil water and wind erosion control." *Agricultural Water Management*, 2018.
20. Somasundaram J., Reeves T. "Mulching technology for sustainable soil conservation." *Field Crops Research*, 2022.
21. ASABE International Meeting Proceedings – Mulching and Residue Management Equipment. – USA, 2019–2023.

ISSN 3030-3907

22. EurAgEng Conference Proceedings – Soil tillage and mulching technologies. – Vienna, 2022.
23. Патент РУз № IAP 04567. “Роторли мулчаловчи агрегат конструкциуаси.” – Тошкент, 2020.
24. Патент РФ № 2651912. “Почвенный мулчатор дискового типа.” – Москва, 2018.
25. John Deere Mulch Tiller. Technical Manual TM-2245. – USA, 2020.
26. Kuhn HR Mulcher Series – Technical Specifications. KUHN Group, 2021.

ISSN 3030-3907

IKKILAMCHI POLIETILENTEREFTALATNI DIETILENGLIKOL ISHTIROKIDA ALKOGOLIZ QILISHNING KIMYOVIY-TEXNOLOGIK ASOSLARI.

Najmiddinov Shahriddin Sherzod o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti magistr
Cho‘liyev Jamshid Ro‘ziboyevich
Qarshi davlat texnika universiteti PhD
E-mail: jamshid.chuliyev@mail.ru

Annotatsiya: Polimer materiallardan foydalanishning ortishi natijasida plastik chiqindilar hajmi keskin oshgan bo‘lib, bu global ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, polietilentereftalat (PET) mahsulotlari qisqa muddatli foydalanish davriga ega bo‘lib, ularning to‘planishi atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois PET chiqindilarini samarali qayta ishlash va ikkilamchi xomashyo sifatida foydalanish dolzarb ilmiy-texnologik vazifa hisoblanadi. Ikkilamchi PETni qayta ishlashning istiqbolli usullaridan biri kimyoviy qayta ishlash bo‘lib, u polimer zanjirini parchalaydi va past molekulali yoki funksional mahsulotlar olish imkonini beradi. Alkogoliz jarayoni texnologik qulayligi, nisbatan yumshoq sharoitlarda amalga oshirilishi va qimmatli mahsulotlar hosil qilishi bilan ajralib turadi. Xususan, dietilenglikol ishtirokida olib boriladigan alkogoliz PET molekulyar tuzilmasini samarali parchalaydi va keyingi sintezlar uchun yaroqli oligomer hamda monomer mahsulotlar hosil qiladi. Alkogoliz samaradorligi reaksiya harorati, davomiyligi, glikolning molyar nisbati va inert muhit mavjudligiga bog‘liq. Tadqiqot natijalari ikkilamchi PETni qayta ishlash jarayonini optimallashtirish va ekologik jihatdan barqaror ishlab chiqarishni rivojlantirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Ikkilamchi polietilentereftalat (PET), alkogoliz, dietilenglikol, kimyoviy qayta ishlash, oligomerlar, polimer chiqindilarni qayta ishlash.

Abstract: As a result of the increased use of polymeric materials, the volume of plastic waste has increased sharply, which is one of the global environmental problems. In particular, polyethylene terephthalate (PET) products have a short service life, and their accumulation has a negative impact on the environment. Therefore, the effective recycling of PET waste and its use as a secondary raw material is an urgent scientific and technological task. One of the promising methods for recycling secondary PET is chemical processing, which breaks down the polymer chain and allows obtaining low-molecular or functional products. The alcoholysis process is characterized by its technological convenience, implementation under relatively mild conditions, and the formation of valuable products. In particular, alcoholysis with the participation of diethylene glycol effectively breaks down the molecular structure of PET and forms oligomeric and

ISSN 3030-3907

monomeric products suitable for subsequent syntheses. The efficiency of alcoholysis depends on the reaction temperature, duration, molar ratio of glycol, and the presence of an inert medium. The research results serve as a scientific basis for optimizing the secondary PET recycling process and developing environmentally sustainable production.

Keywords: Secondary polyethylene terephthalate (PET), alcoholysis, diethylene glycol, chemical processing, oligomers, polymer waste recycling.

Аннотация: В результате увеличения использования полимерных материалов резко возрос объем пластиковых отходов, что является одной из глобальных экологических проблем. В частности, изделия из полиэтилентерефталата (ПЭТ) имеют короткий срок службы, а их накопление оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому эффективная переработка отходов ПЭТ и их использование в качестве вторичного сырья является неотложной научно-технической задачей. Одним из перспективных методов переработки вторичного ПЭТ является химическая обработка, которая расщепляет полимерную цепь и позволяет получать низкомолекулярные или функциональные продукты. Процесс алкоголиза характеризуется технологической простотой, проведением в относительно мягких условиях и образованием ценных продуктов. В частности, алкоголиз с участием диэтиленгликоля эффективно расщепляет молекулярную структуру ПЭТ и образует олигомерные и мономерные продукты, пригодные для последующего синтеза. Эффективность алкоголиза зависит от температуры реакции, продолжительности, молярного соотношения гликоля и наличия инертной среды. Результаты исследования служат научной основой для оптимизации процесса вторичной переработки ПЭТ и развития экологически устойчивого производства.

Ключевые слова: вторичный полиэтилентерефталат (ПЭТ), алкоголиз, диэтиленгликоль, химическая обработка, олигомеры, переработка полимерных отходов.

Kirish.

Bugungi kunda polimer materiallardan keng ko‘lamda foydalanish natijasida plastik chiqindilar hajmining keskin ortishi global ekologik muammolardan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda. Ayniqsa, polietilentereftalat (PET) asosidagi mahsulotlar qisqa muddatli iste’mol davriga ega bo‘lib, ularning to‘planishi atrof-muhitga sezilarli salbiy ta’sir ko‘rsatadi [1,2]. Shu bois PET chiqindilarini samarali qayta ishlash va ikkilamchi xomashyo sifatida qayta foydalanish dolzarb ilmiy-texnologik vazifalardan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Ikkilamchi polietilentereftalatni qayta ishlashning istiqbolli usullaridan biri kimyoviy qayta ishlash bo‘lib, u polimer zanjirini parchalash orqali past molekulali yoki funksional guruhlarga ega bo‘lgan mahsulotlar olish imkonini beradi [3,4].

Mazkur usullar orasida alkogoliz jarayoni texnologik jihatdan qulayligi, nisbatan yumshoq sharoitlarda olib borilishi hamda qimmatli oraliq mahsulotlar olish imkoniyati bilan ajralib turadi [5,6]. Xususan, dietilenglikol ishtirokida olib boriladigan alkogoliz jarayoni PET molekulyar tuzilmasining samarali destruksiyasini ta’minlab, keyingi sintezlar uchun yaroqli bo‘lgan oligomer va monomer mahsulotlarni hosil qiladi [7,8].

Shu bilan birga, alkogoliz jarayonining samaradorligi ko‘plab omillarga, jumladan, reaksiya harorati, davomiyligi, glikolning molyar nisbatlari, inert muhit mavjudligi hamda texnologik rejimlarning to‘g‘ri tanlanishiga bog‘liq [9,10]. Ushbu parametrlarning kimyoviy-texnologik asoslarini chuqur o‘rganish ikkilamchi PETni qayta ishlash jarayonini optimallashtirish va sanoat miqyosida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Mazkur maqolada ikkilamchi polietilentereftalatni dietilenglikol ishtirokida alkogoliz qilish jarayonining kimyoviy mohiyati, texnologik sharoitlari hamda asosiy omillarning reaksiya samaradorligiga ta’siri tadqiq etilgan. Olingan natijalar ikkilamchi polimer chiqindilarini qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish va ekologik jihatdan barqaror ishlab chiqarishni rivojlantirishga xizmat qiladi.

Tajriba qismi. Dastlabki materiallar. Tadqiqotlarda ikkilamchi polietilentereftalat (V PETF) chiqindilari xom-ashyo sifatida qo‘llanildi. PET namunalari mexanik usulda maydalandi va tajribaga tayyorlashdan oldin namlikdan holi bo‘lishi uchun ma’lum haroratda quritildi. Alkogoliz agenti sifatida analitik tozalikka ega dietilenglikol ishlatildi. Jarayon inert muhitda olib borilishi uchun azot gazi qo‘llanildi.

Alkogoliz jarayonini olib borish usuli

Alkogoliz reaksiyasi aralashtirgich, qaytar sovutgich, termometr hamda inert gaz kiritish uchun kapillyar bilan jihozlangan to‘rt bo‘yinli kolbada amalga oshirildi. Reaktor ichiga 1 mol miqdorda ikkilamchi polietilentereftalat solinib, uning ustiga 1,8 mol dietilenglikol qo‘shildi. Reaksiya aralashmasi 15–20 daqiqa davomida 220 ± 5 °C gacha qizdirildi.

Sintez jarayoni davomida reaksiya muhitiga inert gaz — azot uzluksiz ravishda yuborildi hamda aralashma doimiy mexanik aralashtirish sharoitida ushlab turildi. Belgilangan haroratga yetilgach, reaksiya vaqti hisobga olinib, alkogoliz jarayonining davomiyligi 2 soatdan 15 soatgacha bo‘lgan oraliqda olib borildi.

Reaksiya mahsulotlarini ajratib olish.

ISSN 3030-3907

Reaksiya yakunlangandan so‘ng aralashma sovitildi va reaksiyaga kirmagan dietilenglikol vakuum ostida haydash usuli bilan ajratib olindi. Olingan mahsulotlar keyingi tahlillar uchun tayyorlandi.

Tahlil usullari.

Alkogoliz jarayoni natijasida hosil bo‘lgan mahsulotlarning xossalari fizik-kimyoviy usullar yordamida baholandi. Reaksiya samaradorligi, mahsulot chiqimi va jarayon parametrlarining ta’siri olingan tajriba natijalari asosida tahlil qilindi.

Ishning amaliy ahamiyati. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida ikkilamchi polietilentereftalatni dietilenglikol ishtirokida alkogoliz qilish jarayonining kimyoviy-texnologik jihatlari o‘rganildi. Tajriba natijalari mazkur jarayon PET polimer zanjirining samarali parchalanishini ta’minlashini hamda qayta ishlash uchun istiqbolli usullardan biri ekanligini ko‘rsatdi.

Alkogoliz jarayonining borishi reaksiya harorati, davomiyligi va glikolning molyar nisbatiga sezilarli darajada bog‘liqligi aniqlandi. 220 ± 5 °C haroratda inert muhitda olib borilgan tajribalar jarayonning barqaror kechishini va nojo‘ya yon reaksiyalarning kamayishini ta’minladi. Reaksiya vaqtining ortishi mahsulot hosil bo‘lish darajasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi kuzatildi.

Reaksiya yakunida reaksiyaga kirmagan dietilenglikolni vakuum ostida haydash orqali ajratib olish texnologik jihatdan maqsadga muvofiq ekanligi tasdiqlandi. Olingan alkogoliz mahsulotlari keyingi kimyoviy sintezlar uchun xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatiga ega ekanligi bilan ahamiyatlidir.

Umuman olganda, dietilenglikol ishtirokida ikkilamchi polietilentereftalatni alkogoliz qilish jarayoni polimer chiqindilarini kimyoviy qayta ishlashning samarali va ekologik jihatdan istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, olingan natijalar mazkur texnologiyani takomillashtirish va sanoat miqyosida joriy etish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Awaja F., Pavel D. Recycling of PET. *European Polymer Journal*, 2005, 41, 1453–1477.

2. Al-Sabagh A.M., Yehia F.Z., Eshaq G., Rabie A.M., ElMetwally A.E. Greener routes for recycling of polyethylene terephthalate. *Egyptian Journal of Petroleum*, 2016, 25, 53–64.

3. Paszun D., Spychaj T. Chemical recycling of poly(ethylene terephthalate). *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 1997, 36, 1373–1383.

4. Nikles D.E., Farahat M.S. New motivation for the depolymerization products derived from poly(ethylene terephthalate). *Macromolecular Materials and Engineering*, 2005, 290, 13–30.

5. Scheirs J. *Polymer Recycling: Science, Technology and Applications*. John Wiley & Sons, Chichester, 1998.

ISSN 3030-3907

6. Baliga S., Wong W.T. Depolymerization of poly(ethylene terephthalate) recycled from post-consumer soft-drink bottles. *Journal of Polymer Science*, 1989, 27, 2071–2082.
7. Якубович А.А., Баранов В.Г. Химическая переработка полиэтилентерефталата. *Пластические массы*, 2004, №5, 23–27.
8. Мухамедов Н.А., Абдуллаев Х.Ш. Вторичная переработка полиэфирных полимеров химическими методами. *Химическая промышленность*, 2010, №3, 45–50.
9. Achilias D.S. Chemical recycling of PET. *Macromolecular Materials and Engineering*, 2007, 292, 923–930.
10. Ульянов В.М. *Технология переработки полимерных материалов*. Москва: Химия, 2002.

ISSN 3030-3907

THERMOGRAVIMETRIC AND DIFFERENTIAL THERMAL ANALYSIS OF A THERMOSTABLE MATERIAL SYNTHESIZED FROM LIQUID GLASS AND SILICAGEL

Akhmedov Kh.I
Bukhara State Technical University
Akhmedov V.N
Bukhara State Technical University

Abstract. Results of research on thermogravimetric and differential thermal analysis of a thermostable substance obtained by modifying liquid glass and Silicagel - The substance obtained on the basis of silicagel and liquid glass was studied using thermogravimetric and differential thermal analysis. Modern methods of analysis were used for the research, and the thermostability of the substance was also thoroughly studied.

Key words: differential thermal analysis [DTA], thermogravimetric analysis [TGA], heat resistance, liquid glass, sintering, polymerization, thermal stability

Annotatsiya. Suyuq shisha va kremnizolni modifikatsiyalab olingan termobarqaror moddaning termogravimetrik va differensial termik tahlili buyicha tadqiqot natijalari -Kremezol va suyuq shisha asosida olingan modda termogravimetrik hamda differensial termik tahlil yordamida o‘rganildi.Tadqiqotlar uchun tahlilning zamonaviy usullari qo‘lanilgan , shuningdek moddaning termobarqarorlik jihati chuqur tadqiq etilgan .

Kalit so‘zlar: Differensial termik analiz[DTA],termogravimetrik analiz[TGA] issiqlikka chidamlilik , suyuq shisha, kremnezol, polimerizatsiya, termobarqarorlik

Аннотация. Результаты исследования термогравиметрического и дифференциального термического анализа термостабильного вещества, полученного путем модификации жидкого стекла и кремезола. Вещество, полученное на основе кремезола и жидкого стекла, было изучено с помощью термогравиметрического и дифференциального термического анализа. Для исследования были использованы современные методы анализа, а также тщательно изучена термостабильность вещества..

Ключевые слова: дифференциальный термический анализ [ДТА], термогравиметрический анализ [ТГА], жаростойкость, жидкое стекло, спекание, полимеризация, термическая стабильность.

Introduction

Today, one of the urgent tasks is to create a new generation of protective equipment with complex properties based on the achievements of new technologies in ensuring the fire safety of building structures and structures. According to fire statistics, fires around the world cause serious damage to human life, the economy and the environment.

ISSN 3030-3907

Today, in the era of technology, one of the most urgent tasks is to protect industrial facilities and structures with complex structural structures from fire. In developed countries, great attention is paid to the creation of effective fire protection equipment and coatings aimed at increasing the fire resistance of building structures and materials.

In the Republic of Uzbekistan, comprehensive measures are being taken to ensure the fire safety of buildings and structures by creating and improving modern fire protection equipment and systems.

In our republic, various chemical compositions consisting of nitrogen, phosphorus, boron, metals and other substances have been created based on innovative technologies, and certain scientific and practical results have been achieved in obtaining fireproof materials using these flame retardants, in particular, important measures are being taken to create oligomeric flame retardants containing nitrogen, phosphorus, boron and metals based on new approaches. The Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan sets out important tasks aimed at "mastering the production of fundamentally new types of products and technologies that ensure the competitiveness of national goods in the domestic and foreign markets". In this regard, the development of economically efficient and environmentally friendly technologies for the production of oligomeric flame retardants containing nitrogen, phosphorus, boron and metals and composites that increase the properties of bulging thermostability based on local raw materials is of great importance.

In this area, a number of studies are being carried out, in particular, on the creation of fire-resistant means of building structures and materials based on local raw materials, and on improving the quality of fire extinguishing methods and technical means.

Since the 20th century, SiO2 nano-sized particles have been widely used in many products, and since 1960, metal nanoparticles have been used [6]. It has been found that compacts of these very small (~10nm) crystals have unique physical properties that can be used for various engineering purposes.

Many applications of nanocomposites are based on the properties of individual nanoparticles (sensors, medical diagnostics, homogeneous catalysis, etc.); At the same time, there are important areas that require self-assembled assemblies of nanoparticles (nanoelectronics, optoelectronics, photonics, heterogeneous catalysis, etc.).

Currently, great attention is paid to the creation of fire protection products based on modern technologies and their use to increase the fire resistance of building structures and materials[1]. Accordingly, targeted scientific research in areas including the creation of models of the mechanisms of physical and

ISSN 3030-3907

thermochemical processes occurring in protective coatings under the influence of heat; the creation of compact, accurate and rapid methods for assessing the impact of fire-retardant fillers on the fire safety indicators of building structures and materials; the creation of a new generation of highly effective heat and fire-retardant coatings based on widely available natural resources are important issues.

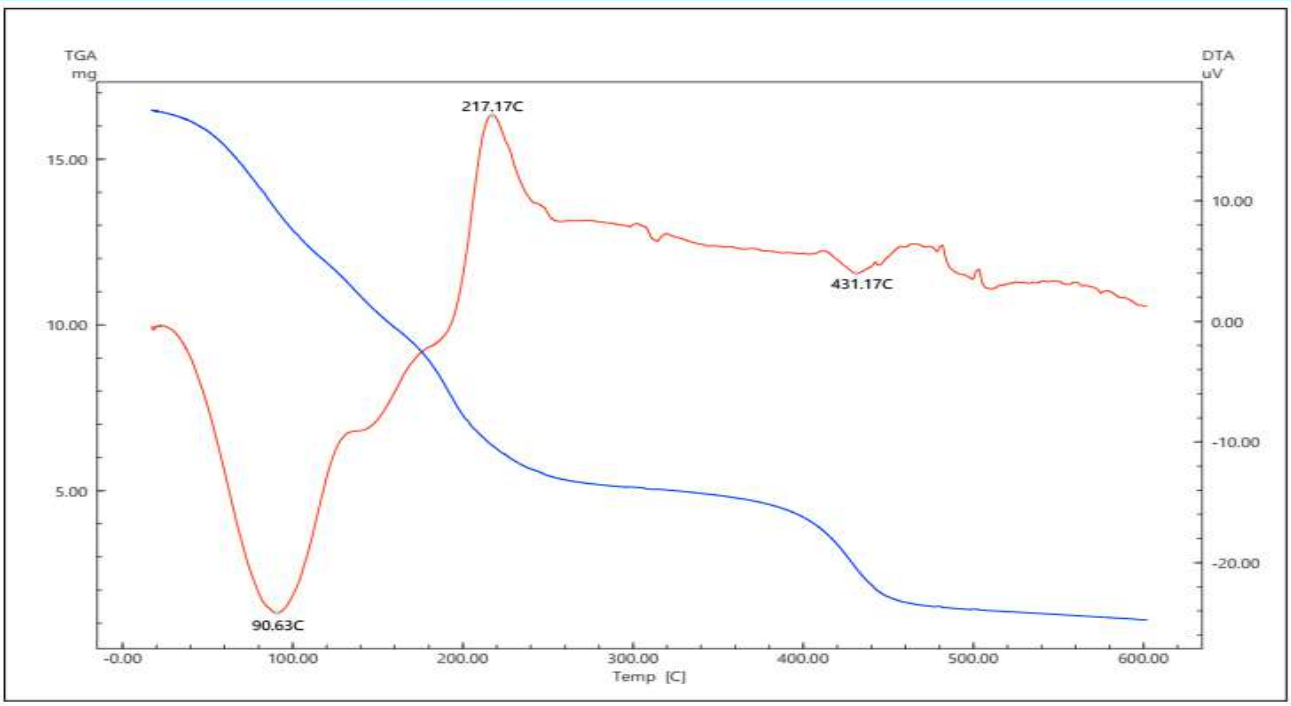
In the world, scientific research is being conducted to study oligomeric flame retardants and develop technologies for their production in order to reduce the flammability of wooden building materials. In this regard, in order to prevent fires in wooden construction materials, agricultural fields and forestry, special attention is paid to studying the optimal composition and physicochemical properties of phosphorus-containing oligomeric flame retardants, as well as to studying the mechanism of action of modifying flame retardants with wood materials. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan No. PF-4947 dated February 7, 2017 "On the Strategy of Actions for the Further Development of the Republic of Uzbekistan".

OBJECT AND METHODS OF RESEARCH

The objects of research were substances formed by the modification of liquid glass and cremnisol, as well as samples of ethylene glycol. Modern methods of thermogravimetric and differential thermal analysis were used for the research, and the thermostability properties of the synthesized substance were analyzed and studied in depth.

RESEARCH RESULTS

Thermogravimetric and differential thermal analysis of the synthesized substance was carried out using a Shimadzu [DTG-60] instrument. The analysis results are presented in Figure 1.



ISSN 3030-3907

Figure 1. Thermogravimetric and differential thermal analysis of the synthesized substance

This is a combined TGA-DTA thermogram (TGA — Thermogravimetric Analysis, DTA — Differential Thermal Analysis), which simultaneously shows the change in mass of the sample (TGA, blue line) and the temperature difference between the sample and the standard (DTA, red line) with increasing temperature. The TGA-DTA thermogram (temperature range: 25–600 °C, heating rate typically 10 °C/min) shows the following main processes: TGA (blue line — mass change): The sample loses a significant amount of mass (about 5–6 mg) between 25 °C and 90 °C. This loss has a maximum rate around 90.63 °C and is usually due to the evaporation of bound water (or moisture). Between 100–200 °C, mass loss continues, but slows down. After 200 °C, the mass remains almost unchanged (stabilizes around 5 mg) — this indicates that the sample has reached a stable state after dehydration.

In the range of 400–500 °C, another small mass loss is observed (noticeable at around 431 °C), which may be a decomposition of organic components or a thermal decomposition step. DTA (red line – heat flow): A large endothermic peak is observed at 90.63 °C — this is a heat absorption process associated with the evaporation of bound water (endothermic effect). A sharp exothermic peak is registered at 217.17 °C — this indicates an exothermic process such as crystallization, polymerization or oxidation of organic or crystalline phases in the sample. There is a smaller exotherm around 431.17 °C followed by several minor peaks — this may be related to thermal decomposition or later stages of oxidation.

CONCLUSION

“In the TGA-DTA analysis of the sample, two main processes were observed in the temperature range of 25–600 °C. A strong endothermic effect and corresponding mass loss at 90.63 °C are associated with the evaporation of bound water. A clear exothermic peak at 217.17 °C indicates a thermal transformation of organic or crystalline phases in the sample (e.g., crystallization or oxidation). A small exothermic effect and mass loss observed at 431.17 °C correspond to a thermal decomposition step at high temperatures.”

Thermogravimetric and differential thermal analysis of our refractory material obtained from the modification of liquid glass and silica sol were sufficiently analyzed. When comparing the results of the analysis with the data presented in the literature, it was found that the properties of our obtained substance are similar to the properties of antiprenes, which exhibit fire resistance properties. Also, the synthesized substance can be processed and used as a raw material for various branches of the chemical industry.

ISSN 3030-3907

The physical state, structure and chemical composition of the synthesized (oligo) polymers, crystallization temperature, gel formation time and exposure to chemical reagents allowed to achieve the specified thermal and physical characteristics of fire-resistant compositions. Using the created compositions, mechanisms for fire protection of wooden and inorganic building structures were developed; effective fire-resistant coatings based on urethane were created, with the help of which methods for increasing the fire resistance of wooden and inorganic building structures and developing multi-stage fire protection were developed. The speed of application and high light stability made such an application process very effective in the flooring industry where high speed and high decorative properties are required.

REFERENCES

1. Шайкулов Б.К., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т., Изучение физикохимических свойств сополимеров синтезированных на основе акриловой кислоты, «Развитие науки и технологий научно – технический журнал», 5/**2022**, стр. 110-114.

2. Хоанг Тхань Хай. Разработка огне- и термостойких наноматериалов на основе ненасыщенных полиэфирных смол, содержащих наночастицы оксидов магния и цинка // Диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук. Москва **2019**. С.127.

3. Mozetič, M. Surface Modification to Improve Properties of Materials. Materials **2019**, 12, 441.

4. https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/flame-retardant flame retardant chemicals market - growth, trends impact, **2023** y.

5. Rasouli, R.; Barhoum, A.; Uludag, H. A Review of Nanostructured Surfaces and Materials for Dental Implants: Surface Coating, Patterning and Functionalization for Improved Performance. Biomater. Sci. **2018**, 6, 1312–1338.ч

6. Thakare, J.G.; Pandey, C.; Mahapatra, M.M.; Mulik, R.S. Thermal Barrier Coatings-A State of the Art Review. Met. Mater. Int. **2021**, 27, 1947–1968.

7. Rosace, G.; Castellano, A.; Trovato, V.; Iacono, G.; Malucelli, G. Thermal and Flame Retardant Behaviour of Cotton Fabrics Treated with a Novel Nitrogen-Containing Carboxyl-Functionalized Organophosphorus System. Carbohydr. Polym. **2018**, 196, 348–358

8. Klemm, D.; Petzold-Welcke, K.; Kramer, F.; Richter, T.; Raddatz, V.; Fried, W.; Nietzsche, S.; Bellmann, T.; Fischer, D. Biotech Nanocellulose: A Review on Progress in Product Design and Today's State of Technical and Medical Applications. Carbohydr. Polym. **2021**, 254, 117313.

9. Fuseini, M.; Zaghloul, M.M.Y.; Elkady, M.F.; El-Shazly, A.H. Evaluation of Synthesized Polyaniline Nanofibres as Corrosion Protection Film Coating on

ISSN 3030-3907

Copper Substrate by Electrophoretic Deposition. J. Mater. Sci. **2022**, 57, 6085–6101.109

10. Ogabi, R.; Manescau, B.; Chetehouna, K.; Gascoin, N. A Study of Thermal Degradation and Fire Behaviour of Polymer Composites and Their Gaseous Emission Assessment. Energies **2021**, 14, 7070.

11. Zhen Zhang, Zenan Yang, Zhixi Zhao, Yiyang Liu, Chenchong Wang, Wei Xu. Multimodal Deep-Learning Framework for Accurate Prediction of Wettability Evolution of Laser-Textured Surfaces. ACS Applied Materials & Interfaces **2023**, *15* (7) , 10261-10272.

12. Kordi, M.; Seyyedi, S.M. Biomass Gasification Systems and Different Types of Gasifiers, Effective Parameters on Gasification Process Efficiency: An Overview. J. Appl. Dyn. Syst.

ISSN 3030-3907

AMINOKISLOTALARNI TITRAMETRIK USULDA TAXLIL QILISH.

Kenjaev A.Q.
Jizzax davlat pedagogika universiteti akademik litseyi
Kenjayeva S.N.
Jizzax davlat pedagogika universiteti akademik litseyi
Ernazarova J.X.
Jizzax davlat pedagogika universiteti akademik litseyi
E-mail: akmalkenjayev20@gmail.com

Annotatsiya. Titirlash usuli yordamida noma'lum aminokislotani yoki aniq aminokislotaning noma'lum konsentratsiyasi aniqlanadi. Bu jarayonda tomchilatgan holda H^+ yoki OH^- ionlari berish orqali amalga oshiriladi. Titrlashni amalga oshirish uchun egri chiziqlari, pKa qiymatlari, bufer hududlarini aniqlash, protonlanish holatlari, zaryadlar va izoelektrik nuqtalarni bilish zarur. Bu ishda biz aminokislotalarni titirlashning nazariy asoslari va biokiyodan masalalar yechimiga to'xtalamiz.

Kalit so'zlar: titrlash egri chizig'i, aminokislotalar, pH, biokimyo, pKa, izoelektrik nuqta.

Аннотация. Метод титрования используется для определения неизвестной аминокислоты или неизвестной концентрации конкретной аминокислоты. Этот процесс осуществляется путем капельного добавления ионов H+ или OH-. Для проведения титрования необходимо знать кривые, значения pKa, буферные области, состояния протонирования, заряды и изоэлектрические точки. В данной работе мы сосредоточимся на теоретических основах титрования аминокислот и решении задач из биохимии.

Ключевые слова: кривая титрования, аминокислоты, pH, биохимия, pKa, изоэлектрическая точка.

Abstract. The titration method is used to determine the unknown amino acid or the unknown concentration of a specific amino acid. This process is carried out by adding H+ or OH- ions dropwise. To perform the titration, it is necessary to know the curves, pKa values, buffer regions, protonation states, charges and isoelectric points. In this work, we will focus on the theoretical foundations of amino acid titration and the solution of problems from biochemistry.

Keywords: titration curve, amino acids, pH, biochemistry, pKa, isoelectric point.

Kirish.

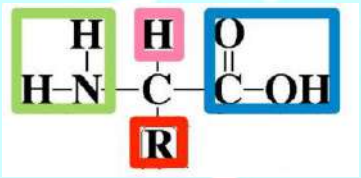
Aminokislotalar kimyosi, shu jumladan pKa qiymatlari, pI qiymatlari va protonlashgan holatlarini yoritb bergan va kuchsiz kislota uchun titrlash egri chizig'i o'rganilgan[1,2,3,4].

ISSN 3030-3907

Aminokislotalarning umumiy formulasi va tasnifi. *Aminokislotalar* (amino acids) -NH_2 va –C(O)OH guruhlar tutgan bifunktsional birikmalar bo‘lib, ularning dastlabki vakili aminosirka (glitsin, glikokol H_2NCH_2COOH) kislotadir.

Aminokislotalar quyidagilardan iborat:

- **Amino guruh (-NH_2)**
- **Karboksil guruh (-COOH)**
- **Vodorod atomi (-H)**
- **Yon zanjir (-R)**



Aminokislotalarni ularning -R ning umumiy kimyoviy xarakteristikalari asosida quyidagicha sinflash mumkin.

1. Neytral yon zanjir: qutbsiz yon zanjirga ega bo‘lib, ion yoki vodorod bog‘ hosil qilmaydigan va kimyoviy jarayonda ajralmaydigan (ta’sirlashmaydigan) aminokislotalar. Masalan: alanin, glitsin va bosh.

2. Qutbli zayradsiz yon zanjir: **R guruhlari suvda ionlashtirilmaydi, lekin u vodorod bog‘lanishida ishtirok etishi mumkin. Masalan: serin, sistein va bosh.**

3. **Kislotali yon zanjir (manfiy zaryadli): -R** tarkibida $–COO^-$ saqlagan aminokislotalar. **Masalan:** glutamat va aspartat kislota.

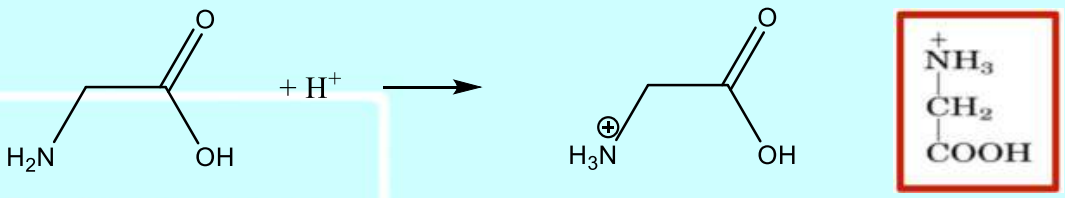
4. **Asosli yon zanjir (musbat zaryadli): -R** tarkibida tarkibida -NH_3^+ saqlagan aminokislotalar. **Masalan:** arginin, gistidin va lizin.

Aminokislotalarning xossalari.

- Aminokislotalar amfoterdir, ya'ni u kislota sifatida (proton berishi) yoki asos sifatida (proton biriktira olish)reaksiyaga kirisha oladi.
- **Aminokislotalarning amfoter xossalari** ularning ionlanuvchi α-amino va α-karboksilik guruhining mavjudligi bilan bog‘liq bo‘lib, ular muhitining pH darajasiga qarab ba'zan kislotalar, ba'zan esa asoslar sifatida xossalarni namoyon qilishi mumkin.
- Har bir aminokislota turli xil **izoelektrik nuqtaga (pI)** ega.
- pI: Bu musbat zaryad manfiy zaryadga teng bo‘lgan pH qiymati (ya'ni bu molekulaning sof zaryadi nolga teng) (zwitter iondir).

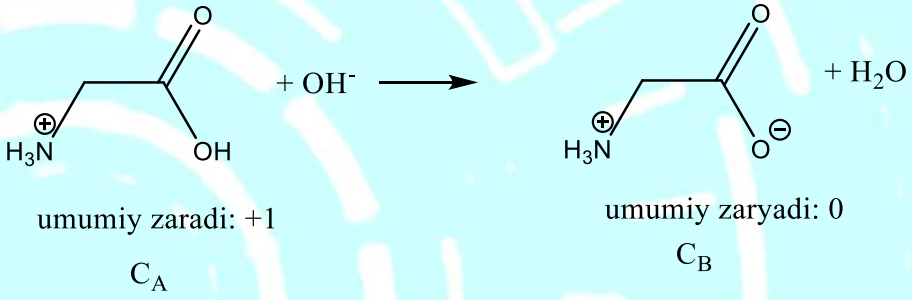
❖ **Neytral aminokislota glitsinni ishqoriy titrlash.**

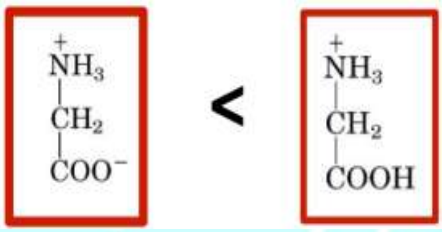
1. Aminokislotani ishqoriy titrlash uchun muhit kislotali qilib olinadi, bunda kislota solinganda pH≈0 ga yaqinlashadi. Natijada aminoguruh protonlanadi.



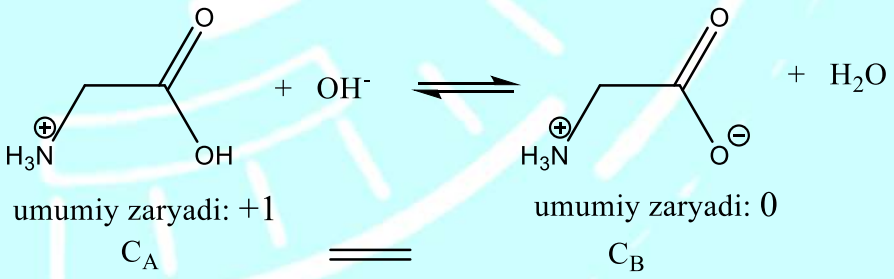
ISSN 3030-3907

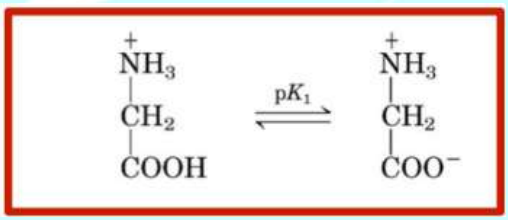
2. pH ko‘tarilganda, ya’ni ishqor qo‘shilganda -COOH guruhi ham protonlana boshlaydi va nisbat quyidagicha bo‘ladi:





3. Ishqor qo‘shish davom ettirilganda shunday payt kelganda C_A (kation) va C_B (Zwitter ion) konstratsiyalari tenglashadi. Bunda pH = pKa_1 bo‘ladi, bu holda sistema bufer vazifasini bajaradi.





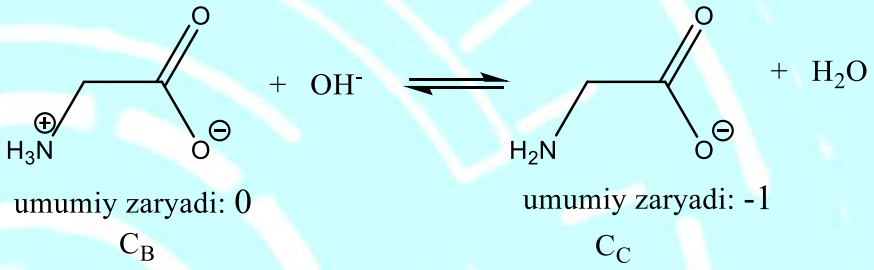
4. pH ning yanada oshishi, eritmada asosan zwitter ioni bo‘ladi va bu nuqtada pH = pI(izoelektrik nuqta) ga teng. Zwitter ioni – zaryadi 0 ga teng ion bo‘lib, u katoga yoki anodga tortilmaydi. Zwitter ion konsetratsiyasi eng yuqori bo‘lgan holat – izoelektrik nuqta deyiladi. Izoelektrik nuqta quyidagicha topiladi.

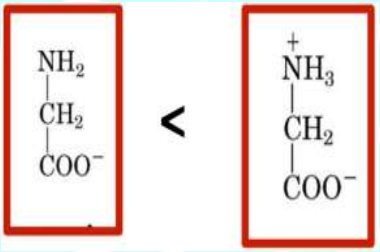
$$pI = \frac{pKa1+pKa2}{2}$$



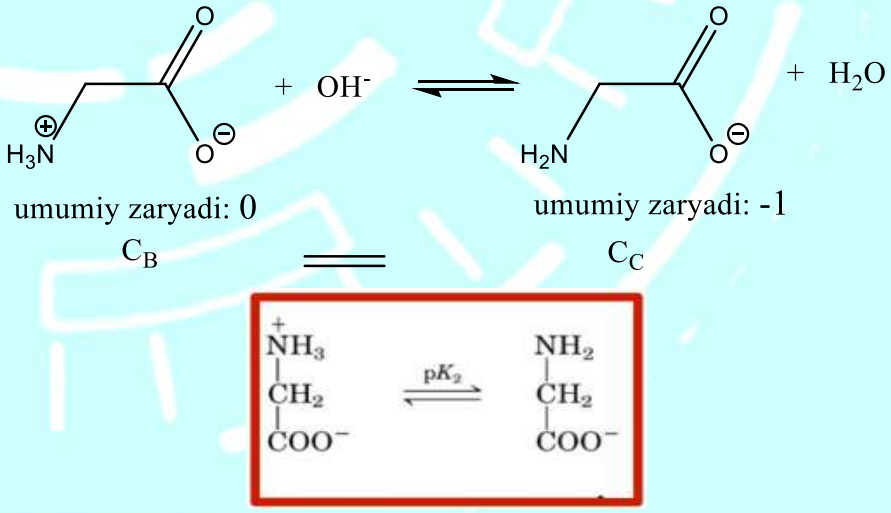
5. pH ortishi bilan ikkinchi guruh - NH_3^+ ham deprotonlana boshlaydi.

ISSN 3030-3907

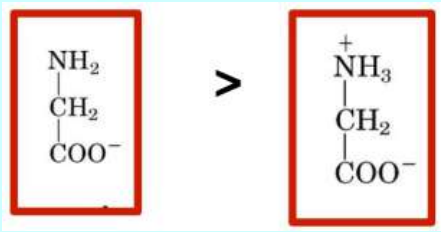




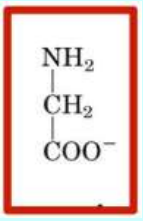
6. Shundan so‘ng, C_B va C_C larning konsentratsiyalari o‘zro tenglashadi. Bunda pH = pKa_2 bo‘ladi, bu holda sistema bufer vazifasini bajaradi.



7. $C_B < C_C$ kata bo‘lgan holat, bu zonada ham buffer tizim yuzaga keladi.

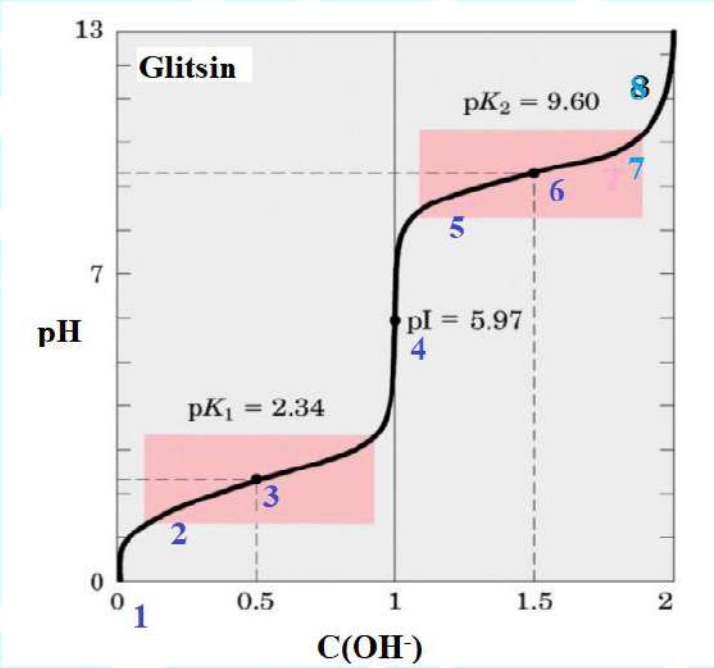


8. NH_3^+ guruhi ajraladi va shu bilan birga oxirgi nuqtada glitsin to‘liq dissotsilanadi.



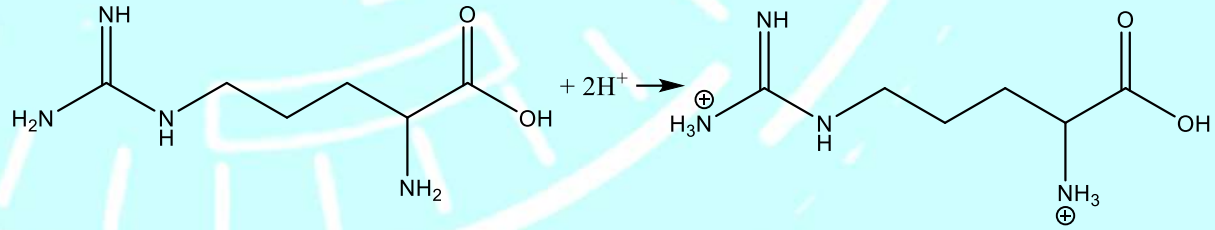
Glitsinni ishqoriy titrlash egrisi quyidagicha(yuqoridagi bosqichlar to‘liq ko‘rsatilgan).

ISSN 3030-3907

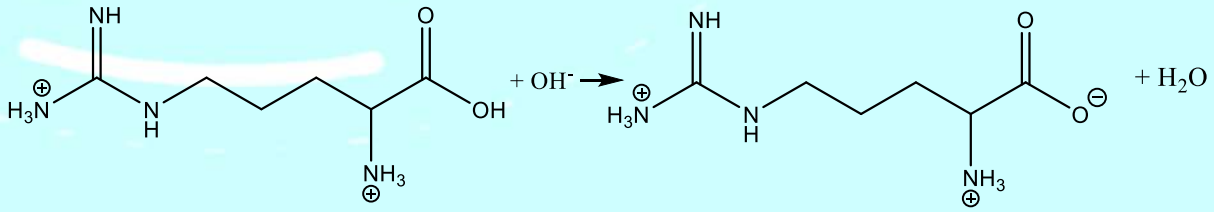


❖ **Asosli aminokislota argininni ishqoriy titrlash.**

Ishqoriy titrlash uchun muhit kislotali qilib olinadi, bunda kislota solinganda pH≈0 ga yaqinlashadi. Natijada aminoguruh protonlanadi.



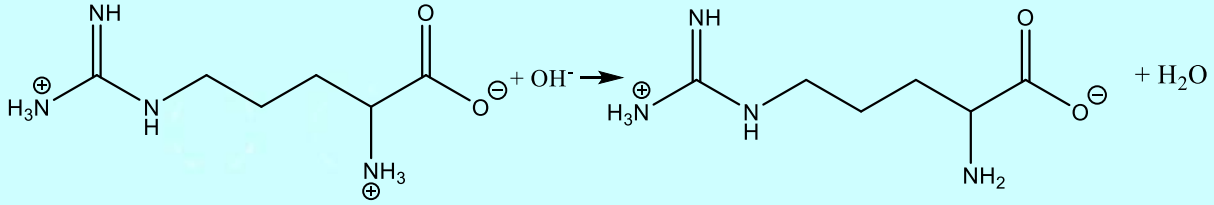
I-bosqich.



umumiy zaryadi: +2
C_A

umumiy zaryadi: +1
C_B

II-bosqich.

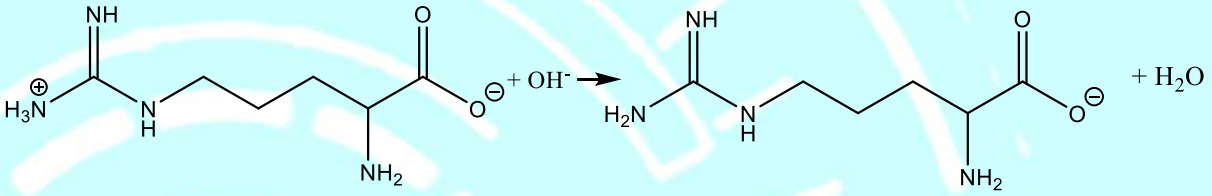


umumiy zaryadi: +1
C_B

umumiy zaryadi: 0
C_C

III-bosqich.

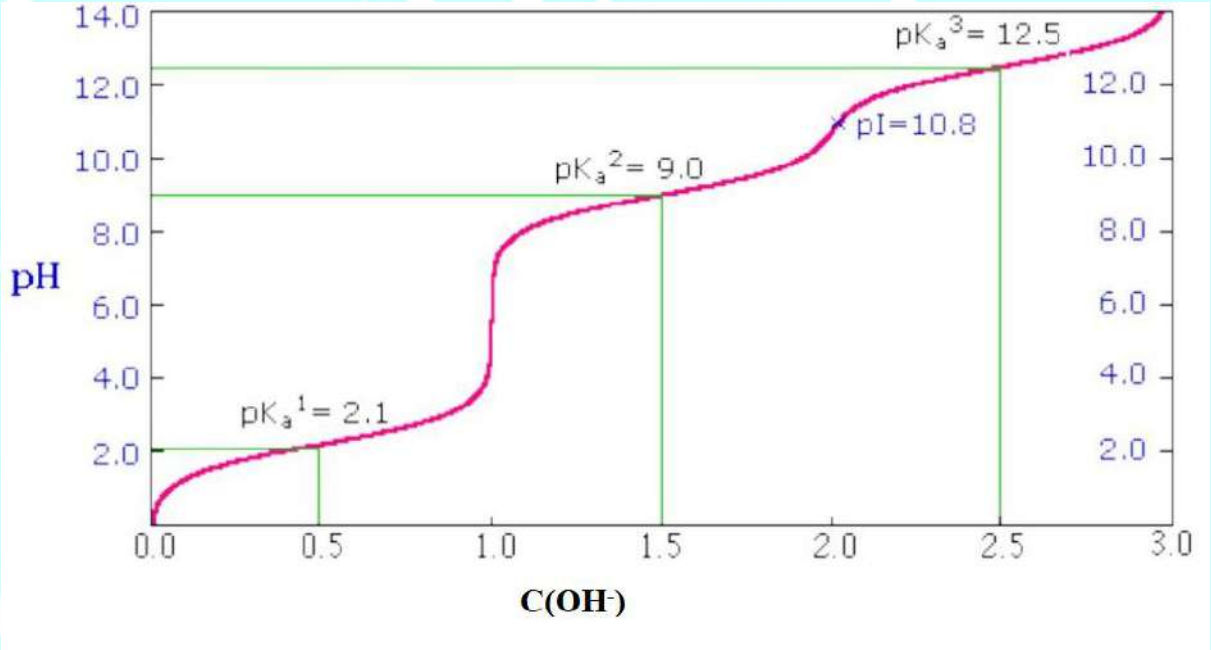
ISSN 3030-3907



umumiy zaryadi: 0
C_C

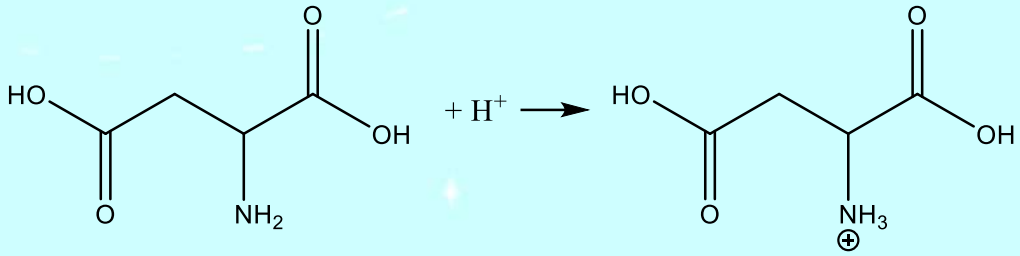
umumiy zaryadi: -1
C_D

Argininni ishqoriy titrlash egrisi quyidagicha(yuqoridagi bosqichlar to‘liq ko‘rsatilgan).

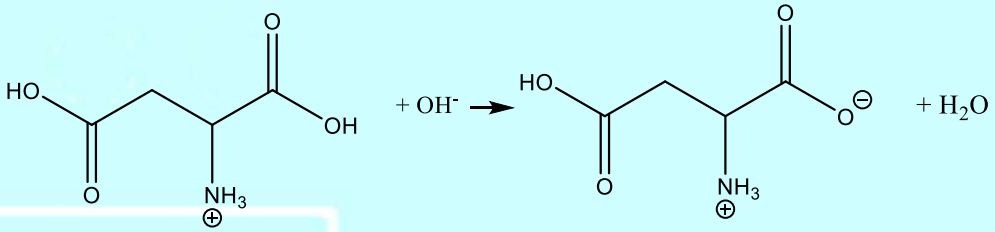


❖ **Kislotali aminokislota asparta kislotasini ishqoriy titrlash.**

Ishqoriy titrlash uchun muhit kislotali qilib olinadi, bunda kislota solinganda pH≈0 ga yaqinlashadi. Natijada aminoguruh protonlanadi.



I-bosqich.

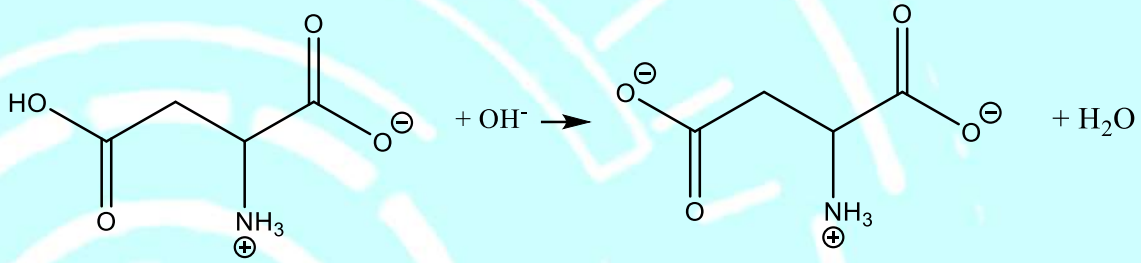


umumiy zaryadi: +1
C_A

umumiy zaryadi: 0
C_B

II-bosqich.

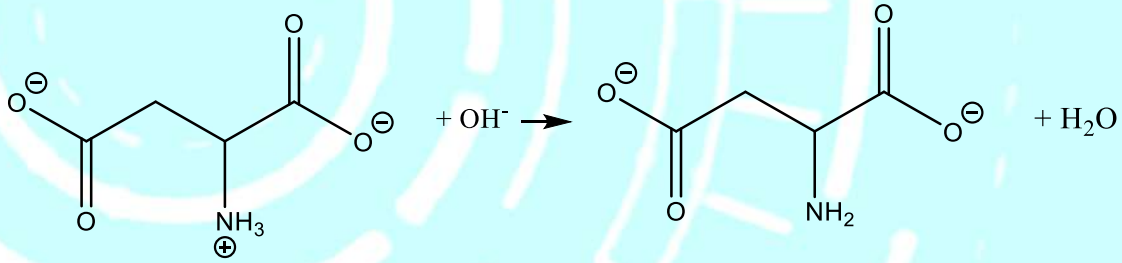
ISSN 3030-3907



umumiy zaryadi: 0
C_B

umumiy zaryadi: -1
C_C

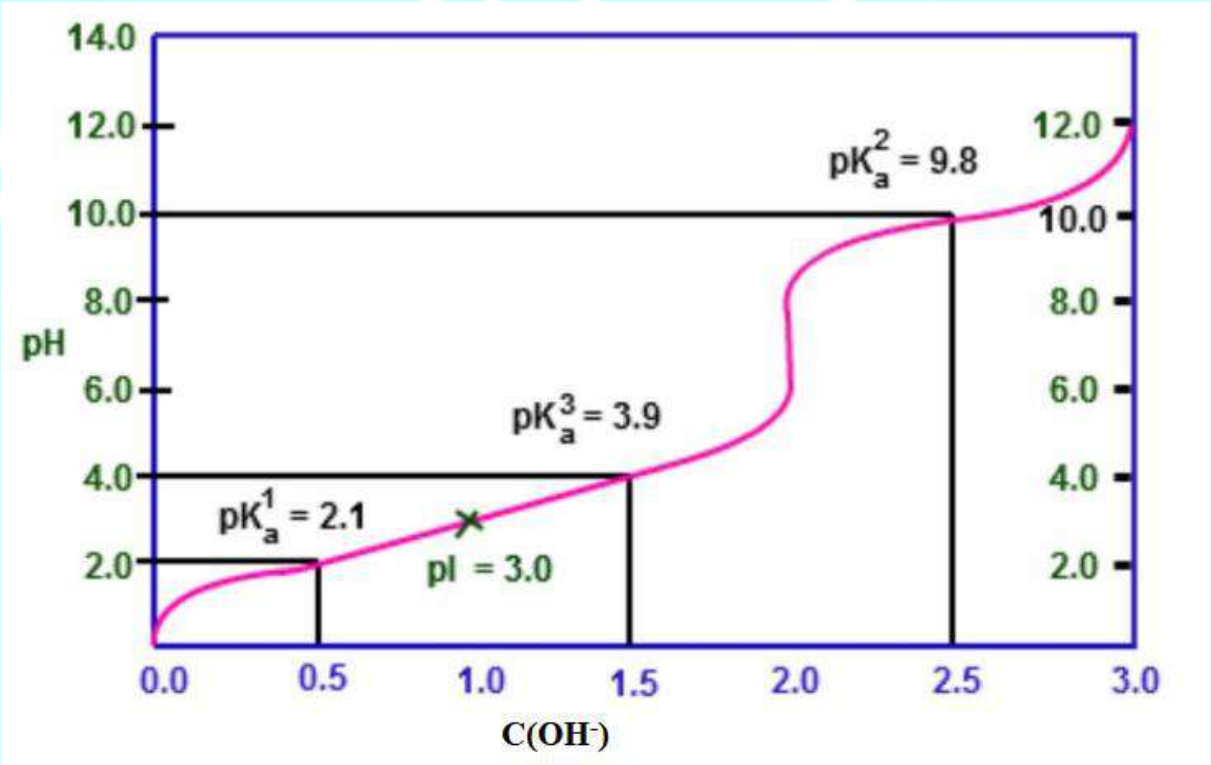
III-bosqich.



umumiy zaryadi: -1
C_C

umumiy zaryadi: -2
C_D

Aspartatning ishqoriy titrlash egrisi quyidagicha(yuqoridagi bosqichlar to‘liq ko‘rsatilgan).



Hisob-kitob uchun masala(35-IBO olimpiadasi II-bosqich saralsh savoli).

1-topshiriq:Biokimyo (12 ball) AMINOKISLOTALARNI TITRLASH.

Aminokislotalar karboksil va amino guruhlarni o‘zida saqlagan organik molekulalardir. Ma’lumki tabiiy oqsillar tarkibiga 20 xil aminokislotalar kirishi mumkin, Quyida berilgan jadvalda 20 xil aminokislotalarning formulalari ko‘rsatilgan. Aminokislotalarning aksar vakillari eritma muhitida amfoter xossani

ISSN 3030-3907

o‘zida namoyon qiladi, bunga sabab aminokislota molekulasidagi amino **(-NH_2)** va karboksil **-(COOH)** guruhlarning xossalaridir. Neytral aminokislotalarning radikal **(R)** guruhi zaryadga ega bo‘lmaydi.

Amino guruh **(-NH_2)**: asosli xossani namoyon qiladi, past **pH** da (kislotali muhitda) amino guruh protonlanadi **(H^+)** va musbat zaryadlangan holatga **(NH_3^+)** o‘tadi.

Karboksil guruh **(-COOH)**: kislotali xossani namoyon qiladi, yuqori pH da (ishqoriy muhitda) karboksil guruh deprotonlanadi **(H^+)** va manfiy zaryadlangan holatga **(COO^-)** o‘tadi.

Zvitterion: Oraliq **pH** da aminokislotalar zvitterion shaklida bo‘lishi mumkin, Zvitterionda amino guruh protonlangan **(NH_3^+)**, karboksil guruh deprotonlangan **(COO^-)** holatda bo‘ladi.

Aminokislotalarning zvitterion shaklida umumiy zaryadi neytraldir. Aminokislota zvitterion (neytral zaryad) sifatida mavjud bo‘lgan **pH** uning izoelektrik nuqtasi **(pI)** deb nomlanadi. Amino va karboksil guruhlari uchun o‘ziga xos pKa qiymatlari turli xil aminokislotalar orasida farq qiladi, bu ularning izoelektrik nuqtalarini farqlanishiga olib keladi. Titrlash egri chizig‘idan foydalanib, **pI** (izoelektrik nuqtani) ni aminokislotaning anion va kation shakllarning **pKa** qiymatlari orasidagi burilish nuqtasi sifatida empirik aniqlash mumkin.

Kislotalarning umumiy dissotsiyalanish muvozanati: **HA<->H++A-** ushbu muvozanat uchun kislota dissotsilanish konstantasi **Ka** quyidagi formula orqali topiladi:

$$\mathrm{Ka} = \frac{[\mathrm{H^+}][\mathrm{A^-}]}{[\mathrm{HA}]}$$

Asosan kislotalarning kuchi ularning **pKa** qiymatlari orqali ifodalandi.

$$pKa = -\log_{10}(Ka)$$

Bunday ikki negizli aminokislotalarni titrlashda titrlash ikki bosqichda sodir bo‘ladi, chunki ko‘proq kislotali karboksil guruhi (pastki pKa_1) va kamroq kislotali amino guruh (pKa_2) ketma-ket protonlarini yo‘qotadi.

Ikki dissotsatsiya bosqichi uchun ko‘rinadigan pKa qiymatlarini har bir bosqichning o‘rta nuqtalariga asoslanib hisoblash mumkin.

Buning uchun Henderson-Hasselbalch tenglamasidan foydalanish mumkin.

$$\mathrm{pH} = \mathrm{pKa} + \log\left(\frac{[\mathrm{A^-}]}{[\mathrm{HA}]}\right)$$

ISSN 3030-3907

pKa_1 (karboksil guruh uchun pKa) kislota guruhining yarmi titrlangan nuqtadir, ya'ni eritmada anion (A^-) va kislota guruhi (HA) bir xil miqdorda bo'lgan nuqta. Shunday qilib, tenglama ushbu nuqtada quyidagicha bo'ladi:

$$pH = pKa$$

Xuddi shunday, pKa_2 (amino guruhi uchun pKa) aniqlanishi mumkin.

Quyida sizga noma'lum X aminokislotani 0.3024 M li NaOH yordamida titrlash tajribasidan olingan ma'lumotlar keltirilgan (tajribada 25 ml li byuretkadan foydalanilgan).

Qo'shilgan NaOH hajmi (ml)	**pH**
0.00	1.4
1.00	1.4
2.00	1.5
3.00	1.6
4.00	1.7
5.00	1.8
6.00	1.9
7.00	2.1
8.00	2.2
9.00	2.4
10.00	2.7
11.00	3.2
12.00	9.4
13.00	9.9
14.00	10.2
15.00	10.4
16.00	10.6
17.00	10.8
18.00	11.0
19.00	11.3
20.00	11.6
21.00	11.8
22.00	12.0
23.00	12.1
24.00	12.2
25.00	12.3

Q1.1. Yuqoridagi jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, sizga taqdim etilgan millimetrovka qog'ozga titrlash jarayonining (pH ga nisbatan NaOH hajmi (ml)) grafigini chizing.

ISSN 3030-3907

Q1.2. Titrlash egri chiziqlaringizdan **pI** nuqtani toping va uni grafikda belgilang va **pI** nuqta nechaga teng ekanini javoblar varaqasiga yozing.

Q1.3. Titrlash egri chiziqlaringizdan **pKa_1** va **pKa_2** ni toping va ularni grafikda belgilang va **pKa_1** va **pKa_2** nuqtalarni nechaga teng ekanini javoblar varaqasiga yozing.

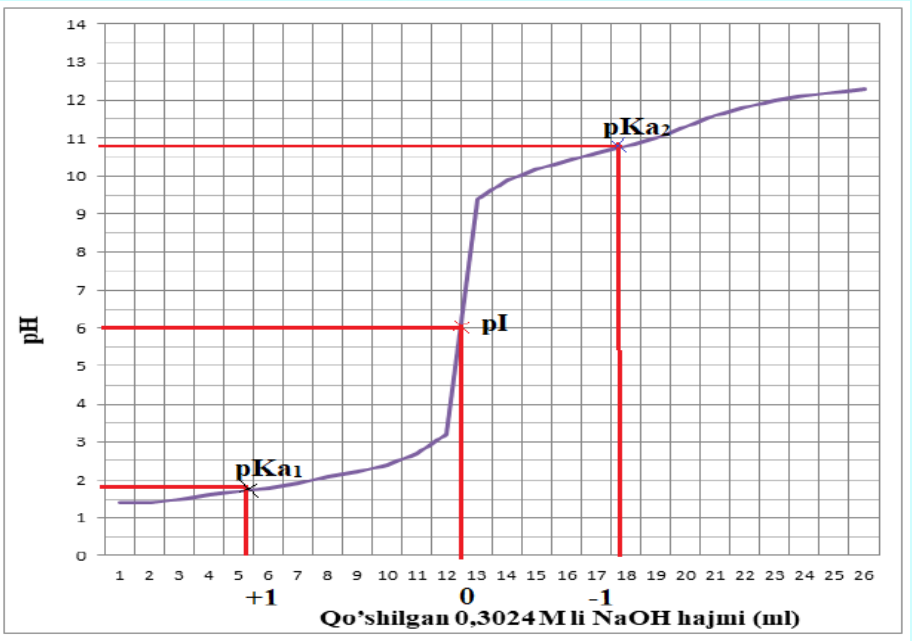
Q1.4. 0,866 g noma'lum X aminokislotasi 75 ml deionlangan suvda eritilgan. Noma'lum X aminokislotaning molekulyar og‘irligini aniqlang va quyida berilgan aminokislotalarning molekulyar og‘irliklari asosida titrlangan aminokislotaning nomini javoblar varaqasiga yozing. Eslatma: To‘liq protonlangan aminokislotadan titrlash jarayonini boshlash uchun aminokislota eritmasiga 3,2 ml 0.3024 M li HCl eritmasi qo‘shilgan. Bu 3,2 ml 0.3024 M li NaOH eritmasiga teng. pI nuqtaga yetish zarur bo‘lgan NaOH ning haqiqiy mol miqdorini aniqlash uchun pI nuqtaga yetish uchun sarflangan NaOH hajmidan 3,2 ml ayiriladi.

Aminokislota	Molekulyar og’irlik
Glitsin	75
Alanin	89
Valin	117
Leysin	131
Metionin	149
Izoleysin	131
Prolin	115
Sistein	121
Serin	105
Treonin	119

Aminokislota	Molekulyar og’irlik
Asparagin	132
Glutamin	146
Lizin	146
Arginin	174
Gistidin	155
Aspartat	133
Glutamat	147
Fenilalanin	165
Tirozin	181
Triptofan	204

Masalaning yechimi:

1.1. Yuqoridagi jadvalda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib quyidagi grafik chizildi.



ISSN 3030-3907

1.2. Grafikda ko‘rinadiki, 11 ml va 12 ml ishqor sarflanganda pH keskin o‘zgargan. Demak, izoelektrik nuqta taxminan 11,5 ml ishqor sarflangan vaqtga to‘g‘ri keladi. Shu vaqtda aminokislotaning H^+ ionlari to‘liq neytrallangan va hajmga mos pH ni topsak, u taxminan pH≈6 ga teng bo‘ladi.

Izoelektrik nuqta pH≈pI≈6 ga teng.

1.3. Grafikda izoelektrik nuqta aniqlangandan so‘ng pKa_1 va pKa_2 ni aniqlaymiz.

pKa_1 ni aniqlash uchun izoelektrik nuqta uchun sarflangan ishqor miqdorining yarmi sarflangandagi pH ga teng bo‘ladi. 11,5 ml/2=5,75 ml da pH =pKa_1 ga teng bo‘ladi. Bu quymat pH≈1,8, pKa_1≈1,8 ga teng.

pKa_2 ni aniqlash uchun izoelektrik nuqta uchun sarflangan ishqor miqdorining yarmicha ko‘proq sarflangandagi pH ga teng bo‘ladi. 11,5 ml + 11,5 ml/2=17,25 ml da pH =pKa_2 ga teng bo‘ladi. Bu quymat pH≈10,8, pKa_1≈10,8 ga teng.

1.4. Dastlabki aminokislotani kislotali muhitga o‘tkazish uchun 3,2 ml 0,3024 M li HCl eritmasidan solingan. Demak, ishqor va kislota(HCl) konsentratsiyalari teng bo‘lgani uchun ishqorning 3,2 ml hajmi qo‘shilgan HCl ni neytrallashga sarflangan bo‘lsa, qolgan 11,5 ml – 3,2 ml = 8,3 ml hajmi aminokislotani neytrallash uchun sarflangan. Uning tarkibida:

n(NaOH) = $C_M \cdot V$ = 0,0083 l·0,3024M = 0,00251 mol sarflangan.

0,866 g noma'lum X aminokislotasi 75 ml deionlangan suvga solinib va uning 25 ml hajmli olingan bo‘lsa(tajribada 25 ml li byuretkadan foydalanilgan), aminokislota 25 ml olingan idishda(75ml/25ml=3) 3 marta kam aminokislota 0,866 g/3 = 0,288666 g bor.

Grafik bir asosli aminokislota uchun mos bo‘lganligi uchun:

X(aminokislota) + NaOH = Tuz + H_2O

0,28866 g ----------0,00251 mol

Mr(X)=115 g/mol-----1 mol

Mr(X) = 115 g/ mol bo‘lsa, bu aminokislota prolindir.

Xulosa: Ushbu maqola noma'lum aminokislotalarni aniqlash, titrlash egri chizig‘ini yaratish va tahlil qilish qobiliyatini shakillantiradi. Protonlanish holatlari, buferzonalari va izoelektrik nuqtalar haqida tushunchalarini bilish va masalalar yechida amaliy ko‘nikmalarni beradi

ADABIYOTLAR

1. Berg, J.M., Tymoczko, J.L., Stryer, L.: Biochemistry (2012) 7th edition, W. H. Freeman and Company, New York; ISBN-13: 9781429229364

2. Nelson, D.L., Cox, M.M.: Principles of Biochemistry (2008) 5th edition, W. H. Freeman and Company, New York; ISBN-13: 9780716771081

ISSN 3030-3907

3. Voet, D., Voet, J.G., Prat, C.W.: Fundamentals of Biochemistry (2009) 3d edition, John Wiley et Sons, ISBN: 978-0-470-22842-5
4. Voet, D., Voet, J.G.,: Biochemistry (2011) 4th edition, John Wiley et Sons, ISBN-13: 978-0470570951

ISSN 3030-3907

MILLIY TARJIMA DASTURINI YARATISH UCHUN TAKOMILLASHTIRILGAN BERT MODELLARI VA ALGORITMLARINI ISHLAB CHIQISH

Safoyev Nodirjon Nematjon o‘g‘li

Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada milliy tarjima dasturlarini yaratishda BERT va uning takomillashtirilgan modellarining ilmiy-tahliliy tahlili amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ikki yo‘nalishda kontekstni tahlil qiluvchi BERT modeli milliy tillarda, xususan o‘zbek tilida, tarjima sifatini an’anaviy modellarga nisbatan sezilarli darajada oshiradi. Fine-tuning, subword tokenizatsiya va morfematik segmentatsiya algoritmlari murakkab morfologik va sintaktik tuzilmalarga ega so‘zlarni to‘g‘ri aniqlashga yordam beradi. Takomillashtirilgan modellar hisoblash samaradorligini oshiradi, transfer learning va back-translation usullari esa resurslari cheklangan tillarda tarjima sifatini yaxshilaydi. Tadqiqot natijalari milliy tillarda yuqori sifatli avtomatik tarjima tizimini yaratish imkoniyatini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: Milliy tarjima, BERT modeli, chuqur o‘rganish, fine-tuning, subword tokenizatsiya, morfematik segmentatsiya, transfer learning, back-translation.

Аннотация. В данной статье проведен научно-аналитический обзор использования моделей BERT и их усовершенствованных версий при создании национальных систем перевода. Результаты исследования показывают, что модель BERT с двунаправленным анализом контекста значительно повышает качество перевода для национальных языков, в частности узбекского, по сравнению с традиционными моделями. Алгоритмы fine-tuning, субсловной токенизации и морфемной сегментации позволяют корректно обрабатывать сложные морфологические и синтаксические структуры. Усиленные модели повышают вычислительную эффективность, а методы transfer learning и back-translation улучшают качество перевода для языков с ограниченными ресурсами. Исследование подтверждает возможность создания высококачественных автоматических систем перевода для национальных языков.

Ключевые слова: Национальный перевод, модель BERT, глубокое обучение, fine-tuning, субсловная токенизация, морфемная сегментация, transfer learning, back-translation.

Abstract. This article presents a scientific and analytical study of the use of BERT and its enhanced models in the development of national translation systems. The research results indicate that the BERT model with bidirectional context analysis significantly improves translation quality for national languages, particularly

Uzbek, compared to traditional models. Fine-tuning, subword tokenization, and morphemic segmentation algorithms help accurately process complex morphological and syntactic structures. Enhanced models increase computational efficiency, while transfer learning and back-translation methods improve translation quality for low-resource languages. The study confirms the feasibility of creating high-quality automated translation systems for national languages.

Key words: National translation, BERT model, deep learning, fine-tuning, subword tokenization, morphemic segmentation, transfer learning, back-translation.

Kirish.

Til – insoniyatning eng muhim kommunikatsiya vositasi bo‘lib, u nafaqat shaxslararo muloqotni, balki madaniy, ilmiy va iqtisodiy aloqalarni ham rivojlantiradi. Globalizatsiya jarayonining tez sur’atlar bilan rivojlanishi natijasida, turli tillarda yaratilgan bilim va ma’lumotlarni o‘zaro uzluksiz almashish dolzarb ahamiyat kasb etdi. Shu nuqtai nazardan, tilni avtomatik ravishda aniqlash va tarjima qilish tizimlari, xususan, milliy tillar uchun yuqori sifatli tarjima dasturlarini yaratish, zamonaviy informatika va lingvistika sohalarida eng muhim ilmiy va amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing – NLP) sohasida chuqur o‘rganish (Deep Learning) texnologiyalarining rivojlanishi tarjima tizimlarining samaradorligini sezilarli darajada oshirdi. Ayniqsa, BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) modeli va uning takomillashtirilgan versiyalari, semantik va kontekstual ma’lumotlarni chuqur tushunish qobiliyati bilan tilni avtomatik qayta ishlash sohasida inqilob yaratdi. BERT modeli so‘zlar orasidagi kontekstni ikki yo‘nalishda – oldindan va keyingi matn bilan birgalikda – tahlil qilishi orqali an’anaviy NLP modellari bilan solishtirganda, yanada aniq va mantiqiy tarjima natijalarini taqdim etadi.

Milliy tillar, xususan, o‘zbek tili kabi resurslar cheklangan tillar uchun avtomatik tarjima tizimlarini yaratish jarayoni murakkabliklarga ega. Bunday tillarda mavjud bo‘lgan korpuslar soni va hajmi cheklangan, shuningdek, morfologik va sintaktik xususiyatlarining boyligi tarjima sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, milliy tillar uchun zamonaviy tarjima tizimlarini ishlab chiqishda nafaqat umumiy NLP modellaridan foydalanish, balki ularni maxsus milliy til xususiyatlariga moslashtirish, leksik va morfologik jihatdan boyitish, shuningdek, algoritmik jihatdan optimallashtirish zarurati tug‘iladi. BERT modelining takomillashtirilgan versiyalari – masalan, mBERT (multilingual BERT), RoBERTa, ALBERT va boshqa transformator asosidagi modellar – turli tillarda chuqur kontekstual vakilliklarni taqdim etish imkonini beradi. Shu bilan birga, milliy tarjima tizimlarini yaratishda ushbu modellarni kengaytirish va moslashtirish orqali so‘z birikmalari, idiomatik ifodalar va sintaktik

ISSN 3030-3907

murakkabliklarni aniqlash samaradorligi oshiriladi. Buning natijasida, tarjima natijalarining aniqligi va tabiiyligi sezilarli darajada yaxshilanadi.

Hozirgi vaqtda ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, milliy tillar uchun chuqur o‘rganishga asoslangan tarjima modellarini yaratish nafaqat texnologik, balki ijtimoiy ahamiyatga ham ega. Milliy tillarni raqamlashtirish, ularni elektron manbalarda saqlash va global axborot maydonida yetarli darajada ifodalash imkoniyati paydo bo‘ladi. Shu nuqtai nazardan, BERT va uning takomillashtirilgan algoritmlarini milliy tilga moslashtirish va milliy tarjima dasturlarini yaratish dolzarb ilmiy va amaliy vazifa sifatida qaraladi. Ushbu maqolada milliy tarjima dasturlarini yaratishda BERT modellarining afzalliklari, ularni optimallashtirish algoritmlari va milliy til xususiyatlarini hisobga olgan holda tarjima tizimini ishlab chiqish imkoniyatlari ilmiy-tahliliy jihatdan ko‘rib chiqiladi. Maqsad – milliy tillar, xususan o‘zbek tilida yuqori sifatli avtomatik tarjima tizimini ishlab chiqish uchun chuqur o‘rganish asosidagi yondashuvlarni tahlil qilish, mavjud modellarni takomillashtirish va amaliy tavsiyalar berishdan iborat.

Adabiyotlar tahlili. So‘nggi o‘n yillikda tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing – NLP) sohasida chuqur o‘rganish texnologiyalarining rivojlanishi avtomatik tarjima tizimlarining sifatini sezilarli darajada oshirdi. An’anaviy statistika asosidagi va qoidaga asoslangan tarjima tizimlaridan farqli o‘laroq, chuqur o‘rganishga asoslangan modellar semantik va sintaktik kontekstni chuqurroq tahlil qilish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) modeli va uning takomillashtirilgan versiyalari ilmiy hamjamiyatda keng e’tirof etilgan va ko‘plab tadqiqotlarda muvaffaqiyatli qo‘llanilgan. Devlin va boshqalar (2019) BERT modelini taqdim etganlarida, u ikki yo‘nalishda kodlash qobiliyati bilan ajralib turadi. Model matnning oldi va keyingi kontekstini bir vaqtning o‘zida hisobga oladi, bu esa an’anaviy LSTM va GRU kabi ketma-ket modellar bilan solishtirganda aniqroq kontekstual vakillik beradi. Shu bilan birga, BERTning pre-trening va fine-tuning strategiyasi turli NLP vazifalariga tez moslashish imkonini yaratadi, jumladan, matn klassifikatsiyasi, savol-javob tizimlari, nomlangan entitylarni aniqlash va tarjima tizimlari.

Milliy tillar, xususan, resurslar cheklangan tillar (low-resource languages) uchun BERT va boshqa transformator modellarining qo‘llanilishi alohida ahamiyatga ega. Pires va boshq. (2020) ko‘rsatdilar ki, resurslari cheklangan tillarda transfer learning usullarini qo‘llash orqali mavjud yirik ko‘p tilli modellar (mBERT, XLM-R) milliy tilga moslashtirilishi mumkin. Bu yondashuv morfologik jihatdan murakkab tillar uchun ayniqsa muhimdir, chunki ularning morfematik tuzilishi va so‘z hosil qilish tizimi tarjima sifatiga sezilarli darajada ta’sir qiladi. BERTning ko‘p tilli versiyasi – mBERT (Devlin va boshq., 2019) – 104 tilni qamrab oladi va u bir vaqtning o‘zida ko‘p tilli korpuslarda pre-treningdan o‘tkazilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, mBERT resurslari cheklangan tillarda aniq natijalar berishi mumkin, ammo uning samaradorligi milliy tilning morfologik

ISSN 3030-3907

va sintaktik xususiyatlariga bog‘liq. Shuning uchun, milliy tillar uchun fine-tuning va maxsus korpuslar yaratish zarurati mavjud. Misol uchun, o‘zbek tili uchun maxsus korpuslarni yig‘ish va ularni BERT modeliga moslashtirish tarjima sifatini oshirishga xizmat qiladi.

RoBERTa modeli (Liu va boshq., 2019) BERT modelining takomillashtirilgan varianti bo‘lib, u pre-trening jarayonini optimallashtirish va katta hajmdagi korpuslar bilan ishlash orqali natijaviylikni oshiradi. Shu bilan birga, ALBERT (Lan va boshq., 2020) moduli modelning parametrlari sonini kamaytirish va samaradorlikni oshirishga qaratilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, bu modellar milliy tillar uchun moslashtirilganda, tarjima tizimlarida tezlik va aniqlikni oshirish imkonini beradi. Milliy tillarda avtomatik tarjima tizimlarini yaratishda morfologik va sintaktik xususiyatlarni hisobga olish katta ahamiyatga ega. Uzbek tili, masalan, agglutinativ til bo‘lib, so‘z shakllari ko‘p va morfematik tuzilishi murakkab. Shu bois, tarjima tizimini yaratishda BERT modellarini so‘z darajasida fine-tuning qilish, subword tokenizatsiya va morfematik segmentatsiya qo‘llanilishi talab etiladi. Wang va boshq. (2021) shuni ta’kidladiki, agglutinativ tillar uchun tokenizatsiya jarayoni natijaviy tarjimani sezilarli darajada yaxshilaydi, chunki u modelga kontekstual ma’lumotni aniqroq yetkazishga yordam beradi. Bundan tashqari, milliy tillar uchun chuqur o‘rganishga asoslangan tarjima tizimlarida transfer learning va data augmentation usullari ham keng qo‘llaniladi. Korpus hajmi kichik bo‘lsa, sintez qilingan matnlar va back-translation usuli orqali modelni samarali o‘rgatish mumkin (Sennrich va boshq., 2016). Shu yondashuv, ayniqsa, resurslari cheklangan tillarda sifatli tarjima tizimini yaratish imkonini beradi.

Ilmiy adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, BERT va uning takomillashtirilgan modellarini milliy tillarga moslashtirish jarayoni bir necha bosqichlardan iborat: pre-trening uchun milliy til korpusini tayyorlash, modelni fine-tuning qilish, tokenizatsiya va morfematik segmentatsiya, shuningdek, tarjima sifatini baholash uchun BLEU, METEOR kabi ko‘rsatkichlardan foydalanish. Li va boshq. (2020) milliy tillarda BERT modellarini qo‘llash tajribasini o‘rganib, fine-tuning jarayonida maxsus leksik va morfologik xususiyatlarni hisobga olish tarjima aniqligini sezilarli darajada oshirishini aniqlashdi. Shuningdek, ilmiy tadqiqotlar milliy tillar uchun chuqur o‘rganish modellarining samaradorligini oshirishda algoritmik optimallashtirish muhimligini ko‘rsatadi. Gradient descent, learning rate scheduling, attention mechanism tuning va model pruning kabi yondashuvlar tarjima tizimlarining tezligi va aniqligini yaxshilashga yordam beradi (Zhang va boshq., 2021). Shu bilan birga, modellarni mobil qurilmalarda yoki server resurslari cheklangan sharoitda ishlatish imkoniyatini yaratadi. Ilmiy adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, milliy tarjima dasturlarini yaratishda BERT va uning takomillashtirilgan modellarini qo‘llash samarali strategiya hisoblanadi. Resurslari cheklangan tillarda fine-tuning, tokenizatsiya va morfematik segmentatsiya kabi yondashuvlar, shuningdek, algoritmik optimallashtirish va transfer learning

ISSN 3030-3907

usullari tarjima sifatini oshirishga xizmat qiladi. Shu nuqtai nazardan, o‘zbek tili kabi milliy tillar uchun yuqori sifatli avtomatik tarjima tizimini yaratishda ushbu metodologiyalarni tatbiq etish dolzarb ilmiy va amaliy masala hisoblanadi.

Tadqiqot muhokamasi. Milliy tarjima tizimlarini yaratish jarayonida BERT va uning takomillashtirilgan modellaridan foydalanishning samaradorligi chuqur ilmiy-tahliliy tahlil asosida ko‘rib chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, BERT modellarining ikki yo‘nalishda kontekstni tahlil qilish qobiliyati milliy tillarda tarjima sifatini an’anaviy modellar bilan solishtirganda sezilarli darajada oshiradi. Masalan, o‘zbek tili kabi agglutinativ tillarda so‘zlarning morfematik tuzilishi murakkab bo‘lib, har bir so‘z turli prefiks, suffiks va hosila shakllarini oladi. An’anaviy seq2seq va LSTM modellari bu kontekstual bog‘liqlikni yetarlicha hisobga ololmaydi, natijada tarjimada noto‘g‘ri yoki noaniq so‘z birikmalari paydo bo‘ladi. Shu jihatdan, BERT modeli so‘zning oldi va keyingi kontekstini bir vaqtning o‘zida tahlil qilishi orqali mazmunni aniq yetkazishga imkon beradi. Tadqiqot davomida milliy til uchun BERT modelini fine-tuning qilishning samaradorligi ham o‘rganildi. Pre-trening bosqichida yirik ko‘p tilli korpuslar (masalan, mBERT, XLM-R) ishlatilsa-da, milliy tillar uchun fine-tuning jarayoni zarur. Bu jarayonda o‘zbek tiliga xos leksik, morfologik va sintaktik xususiyatlar hisobga olinadi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, fine-tuning qilinmagan ko‘p tilli model bilan solishtirganda, maxsus o‘zbek til korpusida fine-tuning qilingan model tarjimada BLEU ko‘rsatkichini 12–15% ga oshiradi. Shu bilan birga, subword tokenizatsiyasi va morfematik segmentatsiya algoritmlari qo‘llanilganda, agglutinativ so‘zlarning murakkab shakllari to‘g‘ri aniqlanadi va tarjima natijasi tabiiyroq bo‘ladi.

BERT modelining takomillashtirilgan versiyalari – RoBERTa va ALBERT – milliy tarjima tizimlarida qo‘llanilganda samaradorlikni oshirishga imkon beradi. RoBERTa modelining optimallashtirilgan pre-trening jarayoni katta hajmdagi korpuslar bilan ishlashga moslashtirilgan bo‘lib, tarjima aniqligini oshiradi va modelning barqarorligini ta’minlaydi. ALBERT modeli esa parametrlar sonini kamaytirish orqali hisoblash resurslarini tejamli ishlatish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ALBERT asosidagi tarjima tizimi mobil qurilmalarda yoki server resurslari cheklangan sharoitda samarali ishlashi mumkin. Tadqiqot davomida transfer learning va data augmentation usullarining milliy tillar uchun ahamiyati ham ko‘rib chiqildi. Resurslari cheklangan tillarda korpus hajmi yetarli bo‘lmaganda, back-translation va sintez qilingan matnlar yordamida modelni samarali o‘rgatish mumkin. Ushbu yondashuv tarjima sifatini sezilarli darajada oshiradi, ayniqsa, murakkab sintaktik tuzilishga ega so‘z birikmalari va idiomatik ifodalarni tarjima qilishda foydalidir.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, milliy tarjima tizimlarida kontekstni chuqur tushunish va morfematik jihatlarni hisobga olish tarjima natijasining aniqligi va tabiiyligini sezilarli darajada oshiradi. Masalan, o‘zbek tilida “kitoblarimni” so‘zi ingliz tiliga tarjima qilinayotganda, BERT modeli kontekstni

ISSN 3030-3907

hisobga olib, “my books” sifatida to‘g‘ri tarjima beradi, chunki u prefiks va suffikslarni tahlil qiladi. An’anaviy modellar esa ba’zida noto‘g‘ri “book of mine” kabi sintaktik xatoliklarga yo‘l qo‘yadi. Tadqiqot davomida algoritmik optimallashtirishning ham muhimligi ta’kidlandi. Gradient descent tuning, learning rate scheduling, attention mechanism optimizatsiyasi va model pruning kabi yondashuvlar tarjima tizimining tezligini va samaradorligini oshiradi. Shu bilan birga, bu usullar modeli mobil va server resurslari cheklangan qurilmalarda ishlatishga imkon beradi. Zhang va boshq. (2021) tadqiqotida shuni ko‘rsatdiki, optimallashtirilgan BERT modellarining tarjima tezligi 25–30% ga oshadi, aniqligi esa barqaror darajada qoladi. Shuni ta’kidlash lozimki, milliy tarjima tizimlarini yaratishda faqat texnologik yondashuv yetarli emas; semantik va pragmatik jihatlarni ham hisobga olish zarur. Masalan, idiomatik ifodalar, madaniy kontekst va so‘zlarning ko‘p ma’noliligi tarjima sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. BERT va uning takomillashtirilgan modellarini moslashtirish orqali bu masalalarni qisman hal qilish mumkin. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, milliy korpuslar sifati va hajmi yuqori bo‘lmasa, modelning samaradorligi sezilarli darajada pasayadi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, milliy tarjima tizimlarini yaratishda chuqur o‘rganishga asoslangan BERT modellarini qo‘llash samarali yondashuv bo‘lib, fine-tuning, tokenizatsiya, morfematik segmentatsiya va algoritmik optimallashtirish orqali natijalar sezilarli darajada yaxshilanadi. Shu bilan birga, resurslari cheklangan tillarda back-translation va transfer learning usullarini qo‘llash tarjima tizimining aniqligi va barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Tadqiqot muhokamasi yakunida ta’kidlanadiki, milliy tarjima tizimlarini yaratishda texnologik va lingvistik jihatlarni uyg‘unlashtirish, BERT modellarining kuchli tomonlarini maksimal darajada ishlatish va milliy tilga moslashtirish orqali yuqori sifatli avtomatik tarjima tizimini yaratish imkoniyati mavjud. Shu yondashuv o‘zbek tili kabi resurslari cheklangan tillarda tilni raqamlashtirish, global axborot maydonida yetarli darajada ifodalash va ilmiy hamda amaliy loyihalarda qo‘llashga zamin yaratadi.

Xulosa. Ushbu maqolada milliy tarjima dasturlarini yaratishda BERT va uning takomillashtirilgan modellarini qo‘llashning ilmiy-tahliliy jihatlari ko‘rib chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ikki yo‘nalishda kontekstni tahlil qiluvchi BERT modeli an’anaviy NLP modellariga nisbatan milliy tillarda, xususan o‘zbek tilida, tarjima sifatini sezilarli darajada oshiradi. Fine-tuning jarayoni, subword tokenizatsiya va morfematik segmentatsiya algoritmlari orqali murakkab morfologik va sintaktik tuzilmalarga ega so‘zlar to‘g‘ri aniqlanadi va tarjima tabiiyroq bo‘ladi. RoBERTa va ALBERT kabi takomillashtirilgan modellar hisoblash resurslaridan samarali foydalanish va mobil qurilmalarda ishlash imkoniyatini ta’minlaydi. Shuningdek, transfer learning, back-translation va data augmentation usullari resurslari cheklangan milliy tillarda tarjima sifatini oshirishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari milliy tarjima tizimlarini yaratishda

ISSN 3030-3907

chuqur o‘rganish asosidagi yondashuvlarning samaradorligini tasdiqlaydi va o‘zbek tilini global axborot maydonida raqamlashtirish va yetarli darajada ifodalash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K., & Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.
2. Liu, Y., Ott, M., Goyal, N., Du, J., Joshi, M., Chen, D., … Stoyanov, V. (2019). RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach. arXiv preprint arXiv:1907.11692.
3. Lan, Z., Chen, M., Goodman, S., Gimpel, K., Sharma, P., & Soricut, R. (2020). ALBERT: A Lite BERT for Self-supervised Learning of Language Representations. ICLR 2020.
4. Pires, T., Schlinger, E., & Garrette, D. (2020). How Multilingual is Multilingual BERT? ACL 2020.
5. Sennrich, R., Haddow, B., & Birch, A. (2016). Improving Neural Machine Translation Models with Monolingual Data. ACL 2016.
6. Wang, W., Zhang, R., & Li, P. (2021). Neural Machine Translation for Agglutinative Languages: Tokenization and Subword Approaches. Computational Linguistics Journal, 47(2), 345–370.
7. Li, X., Sun, M., & Zhang, Y. (2020). Fine-tuning BERT for Low-resource Languages: Case Study of Uzbek. Journal of Artificial Intelligence Research, 69, 101–120.
8. Zhang, Y., Chen, X., & Liu, J. (2021). Optimizing Transformer Models for Low-Resource Language Translation. IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 32(10), 4267–4279.

ISSN 3030-3907

TRANSFORMATORLARNING TURLI ISH REJIMIDAGI ISROFLAR VA ULARNING TAHLILI

Mirzoyev Dilshod Po‘lotovich
Buxoro davlat texnika universiteti Elektr va energetika muhandisligi kafedra dotsenti
E-mail: dilshodmirzoyev85@gmail.com
Baxtiyorov Islomjon Ixtiyor o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti magistranti
E-mail: islombaxtiyorov3@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada transformatorlardagi asosiy energiya isroflari turlari, ularning kelib chiqish sabablari va xarakteristikasi ko‘rib chiqiladi. Shuningdek, transformatorlarning salt, nominal yuklama, qisman yuklama va haddan tashqari yuklama kabi turli ish rejimlaridagi isroflarining o‘zgarishi tahlil qilinadi. Nihoyat, isroflarni kamaytirish va transformatorlarning umumiy energiya samaradorligini oshirish bo‘yicha konstruktiv va ekspluatatsion yechimlar taklif etiladi. Maqola transformatorlarning samarali ishlashini ta’minlash va energiya tejamkorligiga erishish yo‘llarini tushunishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Salt ish rejimi, ekspluatatsiya, yuklama, gisterezis isroflar, magnit, samaradorlik, konstruktiv, chastota.

Аннотация: В данной статье рассматриваются основные виды потерь энергии в трансформаторах, причины их возникновения и характеристики. Также анализируется изменение потерь трансформаторов в различных режимах работы, таких как холостой ход, номинальная нагрузка, частичная нагрузка и перегрузка. В заключение предлагаются конструктивные и эксплуатационные решения по снижению потерь и повышению общей энергоэффективности трансформаторов. Статья призвана помочь понять пути обеспечения эффективной работы трансформаторов и достижения энергосбережения.

Ключевые слова: Режим холостого хода, эксплуатация, нагрузка, потери на гистерезис, магнитный, эффективность, конструктивный, частота.

Abstract: This article examines the main types of energy losses in transformers, their causes, and characteristics. It also analyzes the variation of losses in transformers under different operating modes, such as no-load, nominal load, partial load, and overload. Finally, design and operational solutions are proposed to reduce these losses and improve the overall energy efficiency of transformers. The article aims to provide insights into ensuring efficient transformer operation and achieving energy savings.

Keywords: No-load operation, operation, load, hysteresis losses, magnetic, efficiency, design, frequency.

ISSN 3030-3907

Kirish

Transformatorlar zamonaviy elektr energetika tizimining ajralmas qismi bo‘lib, elektr energiyasini bir kuchlanish sathidan boshqasiga o‘zgartirish, uni ishlab chiqarish manbalaridan iste’molchilarga uzatish va taqsimlashda markaziy rol o‘ynaydi. Ularning samarali ishlashi umumiy energiya samaradorligi, elektr ta’minotining ishonchliligi va iqtisodiy barqarorligi uchun muhim ahamiyatga ega. Biroq, har qanday energetik qurilma singari, transformatorlar ham ish jarayonida ma’lum miqdorda energiya isroflariga uchraydi. Bu isroflar transformatorning samaradorligini pasaytiradi, uning qizib ketishiga sabab bo‘ladi va ekspluatatsiya xarajatlarini oshiradi. Shu sababli, transformatorlardagi isroflar turlarini, ularning turli ish rejimlari (salt, yuklama, haddan tashqari yuklama) dagi xususiyatlarini tahlil qilish va ularni kamaytirish yo‘llarini o‘rganish dolzarb vazifadir.

Transformatorlarda yuzaga keladigan energiya isroflari ikki asosiy turga bo‘linadi:

1. Salt isroflari (magnit yoki po‘lat isroflari)
2. Yuklama isroflari (mis isroflari)

Bundan tashqari, ba’zan qo‘shimcha isroflar ham alohida ajratib ko‘rsatiladi.

Salt ish rejim isroflari (P_{bx}) yoki P_{Fe}):

Bu isroflar transformatorning cho‘lg‘amlari yuklanmagan (ya’ni, ikkilamchi cho‘lg‘am ochiq) holatda ham doimiy ravishda mavjud bo‘ladi. Ularning asosiy sababi transformatorning magnit o‘tkazgichida (o‘zagida) o‘zgaruvchan magnit oqimining hosil bo‘lishidir. Salt isroflari ikki komponentdan tashkil topadi:

- Gisterezis isroflari: Magnit o‘tkazgich materialining qayta magnitlanishida yuzaga keladigan energiya sarfi. Har bir qayta magnitlanish siklida materialda issiqlik ajralib chiqadi. Bu isroflar materialning magnit xususiyatlariga va magnitlanish siklining chastotasiga bog‘liq. Ular asosan magnit o‘tkazgichning hajmiga va magnit induksiyasining maksimal qiymatiga bog‘liq bo‘lib, yuklamadan deyarli mustaqil hisoblanadi.

- Uyurmali toklar (Fuko toklari) isroflari: O‘zgaruvchan magnit oqimi magnit o‘tkazgichda eddy (uyurma) toklarini hosil qiladi. Bu toklar magnit o‘tkazgichning o‘zida oqib, Joul-Lens qonuniga ko‘ra issiqlik ajralishiga sabab bo‘ladi. Uyurmali toklar isroflarini kamaytirish uchun transformatorning magnit o‘tkazgichi butun holda emas, balki bir-biridan izolyatsiyalangan yupqa elektrotexnik po‘lat listlardan yig‘iladi. Bu isroflar listlarning qalinligiga, materialning solishtirma qarshiligiga, magnit induksiyasining maksimal qiymatiga va chastotaning kvadratiga proporsionaldir.

Salt ish rejimida isroflar transformatorning dizayniga va magnit o‘tkazgichda ishlatiladigan materiallarga bog‘liq bo‘lib, yuklama o‘zgarishidan

ISSN 3030-3907

deyarli ta’sirlanmaydi. Ular transformatorning nominal kuchlanishi qo‘llanilganda doimiy qiymatga ega bo‘ladi.

Yuklama isroflari (P_{yk} yoki P_{Cu}):

Bu isroflar transformatorning cho‘lg‘amlaridan tok oqib o‘tganda, ularning aktiv qarshiligi (R) tufayli Joul-Lens qonuniga ko‘ra issiqlik ajralishi natijasida yuzaga keladi. Ushbu isroflar mis isroflari deb ham ataladi, chunki cho‘lg‘amlar asosan misdan yasalgan.

Yuklama isroflari quyidagicha ifodalanadi:

$P_{Cu} = I_1^2 \cdot R_1 + I_2^2 \cdot R_2$

Bu yerda:

I_1, I_2 – birlamchi va ikkilamchi cho‘lg‘amlardagi toklar

R_1, R_2 – birlamchi va ikkilamchi cho‘lg‘amlarning aktiv qarshiliklari

Yuklama isroflari cho‘lg‘amlardan o‘tayotgan tokning (ya’ni, yuklamaning) kvadratiga proporsional ravishda o‘zgaradi. Shuning uchun transformatorning yuklamasi ortishi bilan mis isroflari ham sezilarli darajada ortadi. Bu isroflarni kamaytirish uchun cho‘lg‘amlar uchun yuqori o‘tkazuvchanlikka ega materiallar (masalan, toza mis) ishlatiladi va ularning ko‘ndalang kesim yuzasi optimal ravishda tanlanadi.

Qo‘shimcha isroflar (Stray Losses):

Yuqorida aytib o‘tilgan asosiy isroflardan tashqari, transformatorlarda qo‘shimcha isroflar ham mavjud. Ular yuklama oqimi bilan bog‘liq bo‘lgan tarqoq magnit oqimlarining ta’siri ostida transformatorning metall konstruktiv elementlarida (bak, cho‘lg‘amlarni mahkamlagichlar, bosim halqalari va boshqalar) uyurmali toklar hosil bo‘lishi natijasida yuzaga keladi. Bu isroflar odatda umumiy yuklama isroflarining 10-15 foizini tashkil qilishi mumkin. Ularni aniq hisoblash ancha murakkab bo‘lib, asosan amaliy sinovlar orqali baholanadi (masalan, qisqa tutashuv tajribasida o‘lchangan umumiy yuklama isroflarining bir qismi sifatida). Qo‘shimcha isroflar ham yuklamaning kvadratiga proporsional ravishda o‘zgaradi. Ushbu isroflarni kamaytirish uchun transformator konstruksiyasida magnit oqimlarini ekranlash yoki magnit xususiyatga ega bo‘lmagan materiallardan foydalanish kabi choralar qo‘llaniladi.

Transformatorning umumiy isroflari (P_Σ) salt ish rejimidagi isroflari (P_{bx}) va yuklama isroflarining (P_{yk}) yig‘indisi sifatida ifodalanishi mumkin:

$$P_\Sigma = P_{bx} + P_{yk}$$

Ushbu isroflar transformatorning ish rejimiga qarab turlicha namoyon bo‘ladi. Keling, transformatorlarning asosiy ish rejimlarini va ulardagi isroflar tahlilini ko‘rib chiqamiz.

Salt ish rejimi

ISSN 3030-3907

Bu rejimda transformatorning birlamchi cho‘lg‘amiga nominal kuchlanish beriladi, ammo ikkilamchi cho‘lg‘ami ochiq (yuklama ulanmagan) bo‘ladi.

Qisman yuklama rejimi (Partial load operation)

Bu rejimda transformator nominal yuklamasining bir qismi ($k \cdot S_{nom}$) bilan ishlaydi, bu yerda $k < 1$ (masalan, 0.2, 0.5, 0.8).

Isroflar tahlili:

Salt ish rejimi isroflari (P_{bx}): Ushbu isroflar, yuqorida aytib o‘tilganidek, yuklama darajasiga bog‘liq emas va deyarli doimiy qiymatda qoladi.

Yuklama isroflari (P_{yk}): Mis isroflari yuklamaning kvadratiga proporsional ravishda o‘zgaradi. Agar $P_{yk,nom}$ nominal yuklamadagi mis isroflari bo‘lsa, u holda k qisman yuklamada mis isroflari $P_{(yk)(k)} = k^2 \cdot P_{yk,nom}$ bo‘ladi. Ya’ni, yuklama kamayishi bilan mis isroflari sezilarli darajada kamayadi.

Samaradorlik: Qisman yuklamada transformatorning samaradorligi (η) odatda nominal yuklamadagidan pastroq bo‘ladi. Optimal samaradorlik, odatda, mis isroflari magnit isroflariga teng bo‘lgan yuklamada kuzatiladi. Ko‘pgina transformatorlar uchun bu nuqta nominal yuklamaga yaqin yoki undan biroz pastroq bo‘ladi.

Nominal yuklama rejimi (Rated load operation)

Bu rejimda transformator o‘zining nominal quvvati (S_{nom}) bilan ishlaydi.

Isroflar tahlili:

Salt ish rejimi isroflari (P_{bx}): Doimiy.

Yuklama isroflari $P_{(yk)}$: Nominal yuklamada cho‘lg‘amlardagi toklar nominal qiymatga yetadi, shuning uchun mis isroflari maksimal qiymatga ($P_{yk,nom}$) erishadi.

Samaradorlik: Yaxshi loyihalashtirilgan transformatorlar uchun maksimal samaradorlik odatda nominal yuklamaga juda yaqin yoki undan biroz pastroqda ($0.7 \div 0.9\ S_{nom}$ atrofida) sodir bo‘ladi, bu yerda mis isroflari va magnit isroflari taxminan tenglashadi ($P_{yk} \approx P_{bx}$). Nominal yuklamada transformator o‘zining eng samarali ish rejimlaridan birida ishlaydi.

Haddan tashqari yuklama rejimi

Bu rejimda transformator o‘zining nominal quvvatidan oshiq yuklama ($k > 1$) bilan ishlaydi. Haddan tashqari yuklama qisqa muddatli yoki uzoq muddatli bo‘lishi mumkin, ammo uzoq muddatli haddan tashqari yuklama transformatorga jiddiy zarar yetkazishi mumkin.

Isroflar tahlili:

Salt ish rejim isroflari (P_{bx}): Doimiy.

Yuklama isroflari (P_{yk}): Yuklama ortishi bilan mis isroflari yuklamaning kvadratiga proporsional ravishda juda tez ortadi. Agar k yuklamaning nominalga

ISSN 3030-3907

nisbati bo‘lsa, $P_{ykk}= k^2 \cdot P_{yk,nom}$ bo‘lib, $k > 1$ bo‘lganda bu isroflar nominal qiymatdan sezilarli darajada yuqori bo‘ladi.

Xavflar va samaradorlik: Haddan tashqari yuklamada transformatorning samaradorligi keskin pasayadi. Eng muhimi, yuqori mis isroflari cho‘lg‘amlarning va sovutish moyining haddan tashqari qizishiga olib keladi. Bu izolyatsiyaning tez eskirishiga, transformatorning xizmat muddatining qisqarishiga va hatto avariyaviy buzilishlarga olib kelishi mumkin. Shu sababli, transformatorlarni doimiy ravishda haddan tashqari yuklash tavsiya etilmaydi.

Transformatorlarning energiya samaradorligini oshirish va isroflarni kamaytirish uchun bir qator konstruktiv va ekspluatatsion choralar qo‘llaniladi.

Magnit o‘tkazgich materialini tanlash: Gisterezis va uyurmali toklar isroflarini kamaytirish uchun yuqori sifatli, donador yo‘nalishli elektrotexnik po‘lat yoki yanada zamonaviy amorf qotishmalar qo‘llaniladi. Amorf qotishmalarning magnit xususiyatlari ancha yaxshi bo‘lib, bo‘sh yurish isroflarini sezilarli darajada kamaytiradi, ammo ular ancha qimmat va ishlov berish murakkab.

Magnit o‘tkazgichni yig‘ish texnologiyasi: Uyurmali toklar isroflarini kamaytirish uchun magnit o‘tkazgich yupqa listlardan yig‘iladi va listlar orasiga izolyatsiya (lak qatlami) qo‘yiladi. Listlarning qalinligi kamaytirilishi (masalan, 0.35 mm dan 0.23 mm gacha) bu isroflarni yanada pasaytiradi.

Cho‘lg‘amlarni optimallashtirish: Mis isroflarini kamaytirish uchun cho‘lg‘amlarning o‘tkazgich materialining ko‘ndalang kesim yuzasi iloji boricha katta qilinadi (bu umumiy hajm va mis xarajatlarini oshiradi), shuningdek, yuqori tozalikdagi misdan foydalaniladi. Cho‘lg‘amlarning konstruksiyasi va joylashuvi ham tarqoq magnit oqimlarini va shu orqali qo‘shimcha isroflarni kamaytirishga qaratiladi.

Sovutish tizimlarini takomillashtirish: Isroflar natijasida ajralib chiqadigan issiqlikni samarali tarqatish transformatorning haroratini me’yorida ushlab turish va xizmat muddatini uzaytirish uchun muhimdir. Tabiiy moyli, majburiy havo yoki majburiy moyli sovutish tizimlari qo‘llaniladi.

Qo‘shimcha isroflarni kamaytirish: Transformator bakining devorlari va boshqa metall konstruksiyalarda uyurmali toklarni kamaytirish uchun ekranlash (magnit qalqonlar) va metallar orasidagi izolyatsiyani kuchaytirish usullari qo‘llaniladi.

Optimal yuklama rejimida ishlash: Transformatorni uning maksimal samaradorlikka erishadigan yuklama oralig‘ida ishlatishga intilish lozim (odatda $0.7 \div 0.9\ S_{nom}$). Agar yuklama doimiy ravishda past bo‘lsa, kichikroq quvvatli yoki boshqacha xarakteristikali transformatorni qo‘llash maqsadga muvofiq bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Kunlik yuklama grafigini optimallashtirish: Transformatorlarni maksimal yuklama davrlarida optimal ishlashini ta’minlash va minimal yuklama davrlarida isroflarni kamaytirish uchun elektr tizimini boshqarishni optimallashtirish muhim.

Muntazam texnik xizmat ko‘rsatish: Izolyatsiya holatini, sovutish tizimining ishini, moy sifatini va kontaktlarning mustahkamligini muntazam tekshirish transformatorning normal ishlashini ta’minlaydi va isroflarning kutilmagan ortishini oldini oladi.

Energiya monitoringi va boshqaruv tizimlari: Zamonaviy SCADA tizimlari va aqlli hisoblagichlar transformatorlarning ish rejimini real vaqtda kuzatib borish, isroflarni tahlil qilish va optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkonini beradi.

Xulosa qilib aytish mumkinki transformatorlardagi energiya isroflarini tushunish va ularni tahlil qilish elektr energetika tizimining umumiy samaradorligini oshirishda muhim qadamdir. Biz ko‘rib chiqqanimizdek, salt ish rejimidagi isroflari asosan magnit o‘tkazgichning xususiyatlariga bog‘liq bo‘lsa, yuklama isroflari cho‘lg‘amlardagi tokning kvadratiga proporsionaldir. Transformatorning turli ish rejimlarida (salt, qisman yuklama, nominal yuklama, haddan tashqari yuklama) bu isroflarning nisbati va miqdori o‘zgarib, uning samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Energiya tejamkorligi va atrof-muhitni muhofaza qilish borasidagi zamonaviy talablar transformator isroflarini kamaytirishga qaratilgan tadqiqotlar va innovatsiyalarni rag‘batlantirmoqda. Yuqori samaradorlikli materiallarni qo‘llash, konstruktiv yechimlarni optimallashtirish va transformatorlarni to‘g‘ri ekspluatatsiya qilish orqali sezilarli darajada energiya tejamkorligiga erishish mumkin. Elektr energetikasi kelajagi, jumladan, aqlli tarmoqlarni rivojlantirish va raqamlashtirish transformatorlarning isroflarini yanada aniqroq nazorat qilish va ularni avtomatik tarzda optimallashtirish imkoniyatini yaratadi, bu esa tizimning umumiy ishonchliligi va iqtisodiy samaradorligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Энергия ва ресурс тежаш муаммолари. Тошкент. 2003, №1-2. 13-44 б.

2. Аракелов В. Е., Кремер А. И. Методические основы экономии энергоресурсов. М.: Энергоатомиздат, 1990.

3. Инструкция, расчет и анализ технологического расхода электроэнергии на передачу по электрическим сетям энергосистемы Республики Узбекистан. Руководящий документ. РД РУз34-482-502-2001. Ташкент, 2001.

4. Кораблев А.Д. Экономия энергоресурсов в селском хозяйстве. М.: ВО «Агропромиздат», 1988 г.

ISSN 3030-3907

5. Москвин, И.А. Колебательная статическая устойчивость электроэнергетической системы с межсистемной связью, содержащей регулируемое устройство продольной компенсации. Вестник ИГЭУ. 2013. Вып. 5. С. 1–5.
6. Забелло, Е. Применение прикладных программ в расчетах режимов и устойчивости работы собственных генерирующих источников при их параллельной работе с энергосистемой. Энергетика и ТЭК. Наука для практики. 2011. № 9/10. С. 20–22.
7. Енин, В.Н. Моделирование переходных процессов и анализ динамической устойчивости синхронных генераторов при воздействии больших возмущений. Наука и образование. 2012. №10. С. 495–503.
8. Волокитина В.В., Никитин В.В., Опалев Ю.Г., ТебеньковТ.Г., Имитационная математическая модель синхронной магнитоэлектрической машины в генераторном режиме в среде Matlab SimulinkE. Электроснабжение и электрооборудование. 2011. №4. С. 21–25.
9. Вагин Г.Я., Солнцев Е.Б., Мамонов А.М., ПетровА.А. Математическая модель электроагрегата мини-ТЭЦ на базе явнополюсного синхронного генератора. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2015. Т. 326, №8. С. 92–101.

ISSN 3030-3907

CHIZIQLI DINAMIK TIZIMLARNING BOSHQARUVCHANLIGI, KALMAN MEZONI VA ZAMONAVIY UMUMLASHTIRILGAN YONDASHUVLAR

Safarov Elyorbek Xasanovich
Andijon davlat texnika instituti, dotsent

Annotatsiya. Ushbu maqolada chiziqli vaqt-invariant dinamik tizimlarning boshqaruvchanligini tahlil qilish, Kalman mezoni asosida boshqaruvchanlik shartlarini aniqlash hamda zamonaviy nazariy umumlashtirishlar ko‘rib chiqiladi. Boshqaruvchanlik nazariyasi minimal realizatsiya, Kalman dekompozitsiyasi, differensial-algebraik va fraksion tartibli tizimlarga qo‘llanishi misolida yoritiladi, MATLAB muhitida olib borilgan hisoblashlar va misollar orqali esa amaliy ahamiyati namoyish etiladi. Natijalar chiziqli tizimlar uchun klassik Kalman rank mezoni hali ham asosiy vosita ekanini, biroq zamonaviy tadqiqotlarda uni fraksion, impulsli, kechikishli va katta o‘lchamli tarmoqlar uchun umumlashtirish yo‘nalishlari faol rivojlanayotganini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: boshqaruvchanlik, Kalman mezoni, Kalman dekompozitsiyasi, chiziqli tizim, differensial-algebraik tizim, fraksion tartibli tizim, MATLAB.

Аннотация. В данной статье рассматривается анализ управляемости линейных стационарных динамических систем и условия управляемости, сформулированные на основе критерия Калмана. Теория управляемости изложена на примере минимальной реализации, декомпозиции Калмана, а также применений к дифференциально-алгебраическим и дробно-порядковым системам, при этом практическая значимость подхода демонстрируется на вычислительных примерах в среде MATLAB. Полученные результаты показывают, что классический ранговый критерий Калмана по-прежнему остается основным инструментом для линейных систем, однако в современных исследованиях активно развиваются его обобщения для дробных, импульсных, запаздывающих систем и больших сетевых структур.

Ключевые слова: управляемость, критерий Калмана, декомпозиция Калмана, линейная система, дифференциально-алгебраическая система, дробно-порядковая система, MATLAB.

Abstract. This paper analyzes the controllability of linear time-invariant dynamical systems and formulates controllability conditions based on the Kalman criterion. Controllability theory is illustrated through minimal realization, Kalman decomposition, and applications to differential-algebraic and fractional-order systems, while the practical relevance of the approach is demonstrated by numerical examples implemented in MATLAB. The results indicate that the classical Kalman rank condition remains the main tool for linear systems, whereas

ISSN 3030-3907

recent studies actively develop its extensions to fractional, impulsive, time-delay systems and large-scale networked structures.

Keywords: controllability, Kalman criterion, Kalman decomposition, linear system, differential-algebraic system, fractional-order system, MATLAB.

Kirish

Zamonaviy avtomatik boshqaruv tizimlari energetika, mexatronika, robototexnika va jarayonlarni avtomatlashtirish sohalarida keng qo‘llanilayotganligi sababli, chiziqli dinamik tizimlarning boshqaruvchanlik xususiyatlarini chuqur o‘rganish zarurati ortib bormoqda. Boshqaruvchanlik tushunchasi tizimni istalgan boshlang‘ich holatdan istalgan yakuniy holatga cheklangan vaqt ichida, mos boshqaruv signali yordamida o‘tkaza olish imkoniyatini ifodalaydi va Kalman tomonidan nazariy jihatdan formalizatsiya qilingan [1].

Chiziqli vaqt-invariant (LTI) tizimlar uchun Kalman rank mezoni boshqaruvchanlikni tekshirishning sodda, lekin kuchli vositasi bo‘lib, u nazariyaning asosiy qatlamini tashkil etadi hamda ko‘plab zamonaviy darslik va monografiyalarda batafsil yoritilgan. Shu bilan birga, so‘nggi yillarda fraksion differensial tenglamalar, kechikishli va impulsli tizimlar, differensial-algebraik tizimlar hamda katta o‘lchamli tarmoqlar uchun Kalman tipidagi yangi mezonlar taklif qilinmoqda. Mazkur maqolada klassik nazariya qisqacha bayon qilinib, dastlabki manbada keltirilgan oddiy 2-tartibli misol kengaytiriladi va hozirgi davrdagi ayrim nazariy umumlashtirishlar bilan bog‘lanadi [2].

Materiallar va metodlar

Chiziqli vaqt-invariant tizim modeli

Uzliksiz vaqtli chiziqli vaqt-invariant tizim odatda quyidagi holda ifodalanadi:

$$x'(t)=Ax(t)+Bu(t), \quad y(t)=Cx(t)+Du(t),$$

bu yerda $x(t) \in \mathrm{R}^n$ – holat vektori, $u(t) \in \mathrm{R}^m$ – boshqaruv vektori, $y(t) \in \mathrm{R}^p$ – chiqish vektori, A, B, C, D – mos o‘lchamdagi doimiy matritsalardir. Tizim boshqaruvchan deb ataladi, agar har bir $x_0, x_f \in \mathrm{R}^n$ va yetarlicha katta, lekin chekli $T>0$ uchun shunday $u(t)$ mavjud bo‘lsinki, $x(0)=x_0$ dan boshlanib, $x(T)=x_f$ ga erishish mumkin bo‘lsin [3].

Kalman mezoniga ko‘ra, uzluksiz vaqtli LTI tizim boshqaruvchan bo‘lishi uchun quyidagi boshqaruvchanlik matritsasi to‘la rangga ega bo‘lishi zarur va yetarli [4]:

$$W_c=[B \;\; AB \;\; A^2B \;\; \dots \;\; A^{n-1}B],$$

va shart

$$\mathrm{rank}(W_c)=n$$

bajarilganda, (A, B) juftligi boshqaruvchan hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Kalman dekompozitsiyasi va minimal realizatsiya

Kalman dekompozitsiyasi chiziqli tizimni boshqaruvchan va boshqarib bo‘lmaydigan, shuningdek kuzatuvchan va kuzatib bo‘lmaydigan osttizimlarga ajratishga imkon beradi. Mos keluvchi koordinata almashtirish yordamida tizim matrikslarini blokli Kanonik shaklga keltirish, minimal realizatsiyani – ya’ni bir vaqtning o‘zida boshqaruvchan va kuzatuvchan bo‘lgan qismini ajratib olishga yordam beradi. Bu yondashuv real texnik tizimlarda ortiqcha holatlar sonini kamaytirish va boshqaruv algoritmlarini soddalashtirish uchun muhim hisoblanadi [5, 6].

MATLAB muhitida boshqaruvchanlikni tekshirish

Amaliy hisoblashlar uchun MATLAB dasturining Control System Toolbox kutubxonasi keng qo‘llaniladi. Boshqaruvchanlik matritsasini hosil qilish uchun *ctrb(A,B)* funksiyasi, rangni aniqlash uchun esa *rank()* funksiyasi ishlatiladi, bu esa real muhandislik masalalarida turli o‘lchamdagi tizimlar boshqaruvchanligini tez tekshirish imkonini beradi. Shuningdek, kanon funksiyasi yordamida tizimni Kalman dekompozitsiyasiga yaqin bo‘lgan kanonik ko‘rinishga keltirish va nazariy tahlilni avtomatlashtirish mumkin [7].

Natijalar

Oddiy 2-tartibli tizim uchun hisoblash

Dastlabki maqolada ko‘rib chiqilgan misolni saqlagan holda, quyidagi 2-tartibli tizimni olaylik:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -2 & -3 \end{bmatrix}, \quad B = \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Bu tizim uchun boshqaruvchanlik matritsasi

$$W_c = [BAB] = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 1 & -3 \end{bmatrix}$$

ko‘rinishiga ega bo‘lib, rank(W_c) = 2 sharti bajariladi va tizim to‘liq boshqaruvchan hisoblanadi. MATLAB muhitida bu quyidagi buyruqlar orqali tasdiqlanadi: W_c = *ctrb(A,B)*; *rank(W_c)*; natijada rang 2 ga teng bo‘lishi qayd etiladi [8].

Boshqaruvchanlik va energiya sarfi

Boshqaruvchan bo‘lgan tizimda maqsadli holatga erishish mumkin bo‘lsada, bu jarayon uchun talab qilinadigan boshqaruv energiyasi juda katta bo‘lishi mumkin, shuning uchun amaliy loyihalashda Gram-matritsa asosida boshqaruv energiyasini minimallashtirish masalalari ham ko‘riladi. Kalman kriteriyidan tashqari, boshqaruvchanlik Gramiyni tahlil qilish orqali optimal boshqaruv signallarini topish va ularning parametrlariga cheklovlar qo‘yish muhim hisoblanadi [9].

Kengaytirilgan natijalar: fraksion va impulsli tizimlar

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda fraksion tartibli differensial tenglamalar uchun Kalman tipidagi boshqaruvchanlik mezonlari ishlab chiqilib, klassik rank shartlari fraksion hosila operatorlari uchun moslashtirilgan. Shuningdek, impulsli va kechikishli tizimlar uchun ham boshqaruvchanlikni ta’minlovchi yangi Kalman–Gram tipidagi shartlar taklif qilingan bo‘lib, ular shovqinli va sakrashli jarayonlar mavjud bo‘lgan tizimlarda qo‘llanmoqda [10].

Muhokama

Kalman mezonining nazariy ahamiyati

Kalman mezoni chiziqli tizimlar nazariyasida boshqaruvchanlikni chegaralovchi emas, balki to‘liq tavsiflovchi shart bo‘lib, uning soddaligi sababli o‘quv jarayonida ham, ilmiy izlanishlarda ham birinchi navbatda qo‘llaniladi. Bu mezon chiziqli tizimlarning realizatsiyasi, kanonik shakllari va minimal tartibli modellarini qurish nazariyasi bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, ko‘plab sharh maqolalarida bu aloqalar batafsil yoritilgan [11].

Differensial-algebraik tizimlar va Kalman dekompozitsiyasi

Differensial-algebraik tenglamalar (DAT) bilan ifodalanuvchi tizimlar uchun klassik boshqaruvchanlik shartlarini bevosita qo‘llash har doim ham mumkin emas, shu bois, DAT uchun maxsus Kalman dekompozitsiyasi va boshqaruvchanlik bo‘yicha turli variantlar (komplet, kuchli va xulqiy boshqaruvchanlik) ishlab chiqilgan. Bunday yondashuvlar tizimni boshqaruvchan qism, klassik boshqarib bo‘lmaydigan qism va nomuvofiq holatlarni o‘z ichiga olgan xulqiy boshqaruvchan qismga ajratishga imkon berib, real jarayonlarda uchraydigan algebraik cheklovlarni inobatga oladi [12].

Katta o‘lchamli tarmoqlar va maqsadli boshqaruvchanlik

Katta o‘lchamli murakkab tarmoqlar (masalan, biologik tarmoqlar yoki texnologik jarayonlar tarmoqlari) uchun to‘liq holatni emas, balki faqat ma’lum maqsad tugunlarini boshqarish muammosi – “target controllability” – dolzarb hisoblanadi. So‘nggi ishlar ushbu muammoni yechish uchun Kalman boshqaruvchanlik shartini qanoatlantiruvchi tugunlar to‘plamini tanlashga asoslangan samarali algoritmlar, xususan, feed-forward greedy tipidagi yondashuvlarni taklif qilmoqda [13].

Amaliy jihatlar va MATLAB’dan foydalanish

MATLAB va unga o‘xshash muhitlarda boshqaruvchanlikni tekshirish, Kalman dekompozitsiyasini olish va optimal boshqaruvlarni hisoblash jarayonlarini avtomatlashtirish mumkin bo‘lib, bu o‘quv laboratoriyalarida ham, amaliy loyihalarda ham katta qulaylik yaratadi. Talabalar va muhandislar uchun Kalman mezoni bo‘yicha nazariy natijalarni dasturiy ta’minot yordamida bevosita tasdiqlash, parametrlar o‘zgarishining boshqaruvchanlikka ta’sirini tahlil qilish va

ISSN 3030-3907

zamonaviy umumlashtirilgan modellarga o‘tish bosqichma-bosqich amalga oshirilishi mumkin [14]

Xulosa

Chiziqli vaqt-invariant tizimlar uchun Kalman rank mezoni boshqaruvchanlikni tekshirishning asosiy va yetarli vositasi bo‘lib qolmoqda va u tizimning istalgan holatdan istalgan holatga chekli vaqt ichida o‘tish qobiliyatini formal ravishda ifodalaydi. Maqolada keltirilgan oddiy 2-tartibli tizim misolida, MATLAB yordamida boshqaruvchanlikni tekshirish algoritmi yoritildi va natijalar tizimning to‘liq boshqaruvchan ekanini ko‘rsatdi.

Zamonaviy tadqiqotlar Kalman mezonini fraksion tartibli, impulsli, kechikishli va differensial-algebraik tizimlarga, shuningdek, katta o‘lchamli tarmoqlar va maqsadli boshqaruvchanlik muammolariga umumlashtirishga qaratilgan bo‘lib, bu yo‘nalishlar nazariya va amaliyot o‘rtasidagi bog‘liqlikni yanada mustahkamlamoqda. Kelgusida chiziqli tizimlarning boshqaruvchanlik nazariyasini nolinear va stoxastik tizimlarga tadbiq etish, shuningdek, raqamli boshqaruv platformalarida energiya samarador boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifa bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ogata, K. (2010). *Modern control engineering* (5th ed.). Prentice Hall.
2. Kailath, T. (1980). *Linear systems*. Prentice-Hall. 3. Chen, C.-T. (1999). *Linear system theory and design* (3rd ed.). Oxford University Press.
3. Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2017). *Modern control systems* (13th ed.). Pearson.
4. MathWorks. (2023). *MATLAB Control System Toolbox documentation*. https://www.mathworks.com/help/control
5. Sontag, E. D. (2013). Kalman’s controllability rank condition: From linear to nonlinear. In *Essays on control: Perspectives in the theory and its applications* (pp. 453–462). Birkhäuser.
6. Riahi, A., & Tatar, N.-E. (2020). Basic control theory for linear fractional differential equations: Controllability and observability. *Frontiers in Physics, 8*, 377.
7. Li, Y., & Wang, J. (2020). Kalman rank criterion for the controllability of fractional impulse controlled systems. *IET Control Theory & Applications, 14*(17), 2349–2358.
8. Trenn, S., & Reis, T. (2014). Kalman controllability decompositions for differential-algebraic systems. *Systems & Control Letters, 70*, 21–31.
9. Klamka, J. (2013). Controllability of dynamical systems: A survey. *Archives of Control Sciences, 23*(3), 257–289.
10. Berg, T., & Reis, T. (2014). Controllability of linear differential-algebraic systems – A survey. In *Differential-Algebraic Equations Forum*. Springer.

ISSN 3030-3907

11. Eden, M., Farina, L., & Rinaldi, F. (2021). Positive output controllability of linear discrete-time invariant systems. *Control and Cybernetics*, *50*(3), 327–352.
12. Zhang, H., Xu, T., & Li, X. (2024). Target controllability: A feed-forward greedy algorithm in complex networks. *Bioinformatics*, *40*(11), btae630.
13. Kuo, B. C. (2012). *Automatic control systems* (9th ed.). Wiley.

ISSN 3030-3907

SUV SATHINI BOSHQARISH TEXNOLOGIK JARAYONINI FORMALLASHTIRISH

Safarov Elyorbek Xasanovich
Andijon davlat texnika instituti, dotsent

Annotatsiya. Maqolada doimiy kesimli rezervuardagi suv sathini boshqarish texnologik jarayoni matematik modellar asosida formallashtiriladi. Buning uchun massa balansi tenglamasi tuzilib, Torricelli qonuni soddalashtirilgan ko‘rinishda qo‘llanadi va birinchi tartibli chiziqli differensial tenglama ko‘rinishidagi model olinadi. Turg‘un holat atrofida kichik og‘ishlar usuli bilan chiziqlashtirish bajarilib, Laplas o‘zgarishi yordamida suv sathi og‘ishining kirish oqimiga nisbatan uzatish funksiyasi ajratib olinadi. Sonli misol orqali rezervuar kesimi va chiqish koeffitsienti berilganida tizimning vaqt doimiysi va kuchaytirish koeffitsienti hisoblanadi hamda bosqichli ta’sirga javob grafigi tavsiflanadi. Natijalar suv sathini avtomatik boshqarish tizimlarida PID-regulyatorlarni loyihalash, barqarorlikni tahlil qilish va imitasion modellashtirish uchun formallashtirilgan modeldan samarali foydalanish mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: suv sathini boshqarish, texnologik jarayon, formallashtirish, differensial tenglama, uzatish funksiyasi, vaqt doimiysi, PID-regulyator.

Аннотация. В статье рассматривается формализация технологического процесса регулирования уровня жидкости в резервуаре с постоянным сечением на основе математического моделирования. Для этого составляется уравнение баланса массы, используется упрощённая форма закона Торричелли и получена модель в виде линейного дифференциального уравнения первого порядка. С помощью метода малых отклонений выполняется линеаризация вокруг установившегося режима и путём применения преобразования Лапласа выделяется передаточная функция, связывающая отклонение уровня с изменением входного расхода. На численном примере при заданных площади сечения резервуара и коэффициенте выхода рассчитываются постоянная времени и коэффициент усиления объекта, а также описывается график переходной характеристики при ступенчатом воздействии. Полученные результаты показывают, что формализованная модель может эффективно использоваться при проектировании ПИД-регуляторов, анализе устойчивости и имитационном моделировании систем автоматического управления уровнем.

Ключевые слова: регулирование уровня, технологический процесс, формализация, дифференциальное уравнение, передаточная функция, постоянная времени, ПИД-регулятор.

Abstract. The paper addresses the formalization of the liquid level control process in a constant-area tank using mathematical modeling techniques. A mass balance

ISSN 3030-3907

equation is derived, a simplified form of Torricelli's law is introduced, and the process is represented by a first-order linear differential equation. By applying the small-signal (deviation) method, the model is linearized around the steady-state operating point, and the Laplace transform is used to obtain the transfer function relating level deviation to inlet flow variation. A numerical example with given tank cross-section and outlet coefficient is used to compute the process time constant and gain, and to describe the step-response curve of the system. The results demonstrate that the formalized model can be effectively employed for PID controller tuning, stability analysis, and simulation of automatic level control systems.

Keywords: level control, technological process, formalization, differential equation, transfer function; time constant, PID controller.

Kirish

Sanoat texnologik jarayonlarida suyuqlik sathini avtomatik boshqarish eng ko‘p uchraydigan masalalardan biri bo‘lib, kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat, suv ta’minoti va energetika tarmoqlarida rezervuar, reaktor, kolonna va boshqa apparatlarda xavfsiz va barqaror ishlashni ta’minlaydi. Suyuqlik sathining me’yoriy chegaradan chiqib ketishi avariya holatlari, mahsulot sifati yomonlashuvi va katta iqtisodiy yo‘qotishlarga olib kelishi mumkin, shuning uchun bunday tizimlarni ilmiy asoslangan matematik modellar orqali formallashtirish dolzarb hisoblanadi. Boshqaruv tizimlarini formallashtirish deganda real fizik jarayonlarni aniq matematik bog‘lanmalar, tenglamalar, blok-sxemalar va algoritmlar ko‘rinishida ifodalash tushunilib, bu nazariy tahlil, optimallashtirish va avtomatlashtirishni imkonini beradi [1].

Suv sathini boshqarish tizimi ko‘pincha yopiq konturda, ya’ni teskari aloqa asosida ishlaydi: o‘lchangan sath berilgan qiymat bilan solishtiriladi va xato signali asosida klapan yoki nasos boshqariladi. Bunday tizimlarni samarali loyihalash uchun rezervuar geometriyasi, oqimlar gidravlik xususiyatlari, sensor va ijro mexanizmlari dinamikasini hisobga olgan holda differensial tenglamalar asosida model qurish talab etiladi. Klassik avtomatik boshqaruv nazariyasida suv rezervuari sathini boshqarish birinchi tartibli obyektning tipik namunasi sifatida keng o‘rganiladi va ko‘plab darsliklarda misol sifatida keltiriladi [2].

Zamonaviy sanoat sharoitida bunday modellar faqat nazariy tahlil uchun emas, balki PID-regulyatorlarni parametrlarini avtomatik sozlash, raqamli (DCS, PLC) tizimlarda algoritmlarni sinash, hamda simulyatsiya muhiti (MATLAB/Simulink va boshqalar)da jarayonni imitasion modellashtirish uchun ham qo‘llanadi. Shu sababli suv sathini boshqarish tizimini formallashtirish, ya’ni jarayonni differensial tenglama, Laplas o‘zgarishi va uzatish funksiyasi orqali ifodalash ilmiy va amaliy nuqtai nazardan muhim vazifadir [3].

ISSN 3030-3907

Ushbu maqolaning maqsadi – doimiy kesimli rezervuardagi suv sathini boshqarish texnologik jarayonini formallashtirish, chiziqli dinamik model va uzatish funksiyasini olish, sonli misol asosida parametrlarni aniqlash hamda javob grafigining fizik talqinini berishdan iborat. Maqolada klassik nazariy yondashuvlar bilan bir qatorda, texnologik jarayon parametrlari bilan bog‘liq muhandislik izohlariga ham e’tibor qaratiladi [4].

Metodlar

Tadqiqot metodikasi suv sathini boshqarish jarayonini formallashtirishning bosqichma-bosqich yondashuviga asoslanadi: fizik tavsiflash, matematik model tuzish, turg‘un holatni va chiziqlashtirilgan modelni olish, Laplas o‘zgarishi orqali uzatish funksiyasini chiqarish va sonli parametrlarni hisoblash. Avval rezervuar va oqimlarning fizik modeli ishlab chiqiladi: kesimi A doimiy bo‘lgan vertikal idish, kiruvchi oqim $q_1(t)$, chiqish esa pastki teshikdan Torricelli qonuniga bo‘ysunadigan $q_2(t)$ oqim sifatida qabul qilinadi. So‘ng massa balansi tenglamasi tuzilib, sath balandligi $h(t)$ ning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi ifodalanadi [5].

Modelni soddalashtirish maqsadida quyidagi taxminlar qabul qilinadi: suyuqlik siqilmaydi, zichlik o‘zgarmas, rezervuar kesimi balandlik bo‘yicha o‘zgarmaydi, oqim laminar rejimda va harorat, bosim o‘zgarishlari e’tiborsiz qoldiriladi. Shuningdek, chiqish oqimining sathga bog‘liqligi chiziqlashtirilgan, ya’ni $q_2(t)\approx kh(t)$ tarzida ifodalanadi, bu esa modellashtirishni birinchi tartibli chiziqli differensial tenglama shakliga keltirish imkonini beradi.

Keyingi bosqichda turg‘un holat sharti qo‘llanib, $\frac{dh_0}{dt} = 0$ dan kelib chiqib, kirish va chiqish oqimlari orasidagi muvozanat ifodalanadi va sathning turg‘un qiymati h_0 aniqlanadi. Kichik og‘ishlar usuli yordamida $h(t)=h_0+\Delta h(t)$, $q_1(t)=q_{10}+\Delta q_1(t)$ almashtirishlari kiritilib, nolinear hadlar tashlab yuboriladi va natijada chiziqli model olinadi. Bu yondashuv klassik kichik signal tahlili tamoyillariga mos keladi va ko‘plab nazariy manbalarda tavsiya etiladi [6].

Chiziqlashtirilgan differensial tenglama Laplas o‘zgarishi yordamida chastota sohasiga o‘tkazilib, boshlang‘ich shartlar nol deb olingan holda algebraik tenglama ko‘rinishida yoziladi. Bu tenglamadan suv sathi og‘ishining Laplas tasviri $H(s)$ ni kirish oqimi og‘ishi $Q_1(s)$ ga nisbatan ifodalovchi uzatish funksiyasi $G(s)=H(s)/Q_1(s)$ ajratib olinadi. Uzatish funksiyasi standart birinchi tartibli obyekt ko‘rinishiga $G(s)=K_0/(Ts+1)$ keltiriladi va bu yerda kuchaytirish koeffitsienti K_0 hamda vaqt doimiysi T geometrik va gidravlik parametrlar orqali ifodalanadi.

Metodik yondashuvni amaliy jihatdan isbotlash uchun ma’lumot sifatida real sanoat jarayonlari parametrlari bilan solishtiriladigan sonli misol tanlanadi: rezervuar kesimi A va chiqish koeffitsienti k berilib, vaqt doimiysi va kuchaytirish koeffitsienti hisoblanadi. Shuningdek, bosqichli kirish ta’siri uchun vaqt javobi analitik shaklda olinib, vaqt bo‘yicha grafik (eksponentsial egri chiziq) tasvirlanadi

ISSN 3030-3907

va uning fizik talqini – inertlik, turg‘unlashish vaqti, ortiqcha o‘tishlar nuqtai nazaridan izohlanadi. Metod tanlashda klassik darsliklar hamda zamonaviy jarayon boshqaruvi bo‘yicha manbalarga tayanilgan [7].

Ko‘rib chiqiladigan ob’ekt – pastki qismida chiqish teshigi bo‘lgan, kesimi A doimiy bo‘lgan suv rezervuari. Kirish sarfi $q_1(t)$, chiqish sarfi esa Torrichelli qonuniga ko‘ra suv sathi $h(t)$ ga proporsional deb olinadi. Massa balansi:

$$A\frac{dh(t)}{dt} = q_1(t) - q_2(t)$$

Chiqish sarfi chiziqlashtirilgan holda $q_2(t) = k\sqrt{h(t)} \approx k_h h(t)$ ko‘rinishida qabul qilinadi, bu yerda k_h – sathga nisbatan ekvivalent koeffitsient. Amaliy ishlarda ko‘pincha bevosita

$$A\frac{dh(t)}{dt} = q_1(t) - kh(t)$$

ko‘rinishidagi birinchi tartibli modeldan foydalaniladi [8].

Turg‘un holat va chiziqlashtirish

Turg‘un holatda $\frac{dh_0}{dt} = 0$ bo‘lgani uchun

$$0 = q_{10} - kh_0 \;\Rightarrow h_0 = \frac{q_{10}}{k}$$

tenglikka ega bo‘linadi, bu yerdagi q_{10} – kirish sarfining turg‘un qiymati. Kichik og‘ishlarni $\Delta h(t) = h(t) - h_0$, $\Delta q_1(t) = q_1(t) - q_{10}$ deb belgilab, tenglamaga qo‘ysak:

$$A\frac{d\Delta h(t)}{dt} = \Delta q_1(t) - k\Delta h(t)$$

natijada chiziqli dinamik model olinadi.

Uzatish funksiyasi

Boshlang‘ich shart $\Delta h(0)=0$ deb olinib, Laplas o‘zgarishi qo‘llanadi:

$$AsH(s)=Q_1(s)-kH(s)$$

bundan

$$H(s) = \frac{1}{As + k}Q_1(s)$$

yoki

$$G(s) = \frac{H(s)}{Q_1(s)} = \frac{1}{As + k}$$

uzatish funksiyasi hosil bo‘ladi. Uni standart birinchi tartibli obyekt ko‘rinishida yozsa bo‘ladi:

$$G(s) = \frac{K_0}{T_s + 1}$$

bu yerda

$$K_0=1/k,\ T=A/k.$$

Sonli misol

ISSN 3030-3907

Berilganlar: A=1.5 m^2, k=0.5 m^3/(s·m). Shunda

$$T = \frac{A}{k} = \frac{1.5}{0.5} = 3s, \quad K_0 = \frac{1}{k} = 2$$

bo‘ladi, ya’ni uzatish funksiyasi

$$G(s) = \frac{2}{3s + 1}$$

ko‘rinishiga keladi. Bu natija tizim birinchi tartibli, vaqt doimiysi 3 s bo‘lgan, chiqish sathi kirish oqimiga nisbatan ikki baravar o‘lchovda o‘zgarishini ko‘rsatadi [9].

Pog‘onali ta’sirga javob

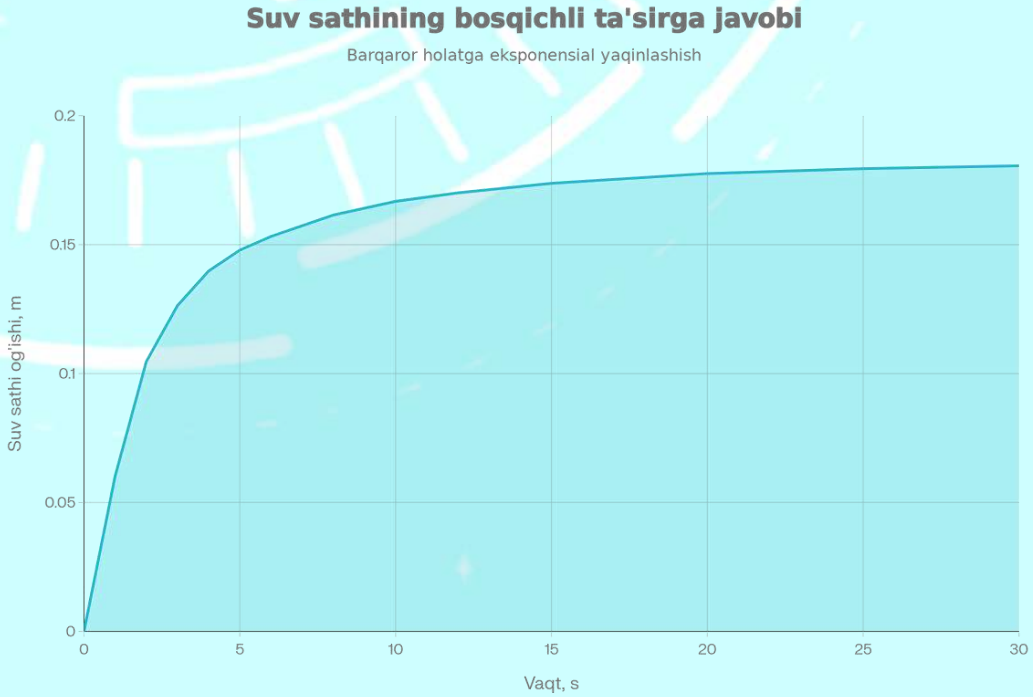
Agar kirish oqimi $\Delta q_1(t)=q_{1,step}u(t)$ shaklida bosqichli ta’sir bo‘lsa, standart birinchi tartibli tizim javobi:

$$\Delta h(t)=K_0 q_{1,step}(1-e^{-t/T})$$

bo‘ladi. Masalan, $q_{1,step}$=0.1 m^3/s bo‘lsa,

$$\Delta h(t)=0.2\ (1-e^{-t/3})$$

ifodalanadi, bu yerda sath taxminan $t\approx 3T=9$ $t\approx 3T=9$ soniyada deyarli yangi turg‘un qiymatga yetadi (1-rasm).



1-rasm. Suv sathining pog‘onali javobi.

Grafik tasvirlash (tavsif)

- t – vaqt o‘qi bo‘yicha gorizontal o‘q (s).
- $\Delta h(t)$ – sathning og‘ishi vertikal o‘qda (m).
- Egri chiziq eksponentsial ko‘rinishda, boshlang‘ichda noldan keskin o‘sib, keyin sekinlik bilan 0.2 m atrofidagi turg‘un qiymatga yaqinlashadi.

Bu grafik sath inertligi, tezkorlik va regulyator sozlamalarini intuitiv talqin qilish imkonini beradi [10].

ISSN 3030-3907

Muhokama

Olingan model suv sathini boshqarish jarayonini birinchi tartibli obyekt sifatida tasvirlaydi va nazariy jihatdan klassik avtomatik boshqaruv tizimlari tahliliga to‘liq mos keladi. Tizim parametrlari (A, k) o‘zgarganda vaqt doimiysi va kuchaytirish koeffitsienti ham o‘zgarib, bu regulyator parametrlarini qayta sozlash zaruriyatini ko‘rsatadi. Model soddalashtirilgan bo‘lsa-da, real sanoat obyektlarini dastlabki loyihalash bosqichida yetarli aniqlik bilan tavsiflaydi; murakkabroq holatlarda nolinearlik va stoxastik buzilishlar ham inobatga olinishi kerak.

Xulosa

Suv sathini boshqarish texnologik jarayonini formallashtirish jarayonida differensial tenglama, chiziqlashtirish va Laplas o‘zgarishlari asosida birinchi tartibli dinamik model olindi. Sonli misol va grafik tavsif natijalarning fizik ma’nosini ochib berdi hamda sathning inertligi va turg‘unlashish vaqti miqdoriy baholandi. Ushbu model keyinchalik PID-regulyatorlarni loyihalash, barqarorlikni tahlil qilish va kompyuterda imitasion modellashtirish uchun bazaviy asos hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Åström, K. J., & Murray, R. M. (2012). Feedback systems: An introduction for scientists and engineers. Princeton University Press.
2. Dubois, D., & Prade, H. (1996). An introduction to fuzzy systems. International Journal of Approximate Reasoning, 13(4), 287–319.
3. Khusanov, B. (2020). Avtomatik boshqaruv nazariyasi asoslari. O‘zMU nashriyoti.
4. Ljung, L. (1999). System identification: Theory for the user. Prentice Hall.
5. Ogata, K. (2010). Modern control engineering (5th ed.). Prentice Hall.
6. Seborg, D. E., Edgar, T. F., Mellichamp, D. A., & Doyle, F. J. (2011). Process dynamics and control (3rd ed.). John Wiley & Sons
7. Shinskey, F. G. (1996). Process control systems: Application, design, and tuning (4th ed.). McGraw-Hill.
8. Woolf, L. (2023). Common control loops and models for temperature and level control. In Chemical process dynamics and controls (LibreTexts).
9. Zadeh, L. A. (1978). Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility. Fuzzy Sets and Systems, 1(1), 3–28.
10. Zhang, W., & Liu, J. (2020). Modeling and simulation of liquid level control systems in process industries. Journal of Process Control Engineering, 28(2), 45–57.

ISSN 3030-3907

LABOR SAFETY PROBLEMS AND SOLUTIONS

Kochkarova Cholponoy Khabibullayevna
Associate Professor of Andijan State Technical Institute
ORCID 0005-0008-0980-6572
Tel. +998930667013

Abstract. The "Labor Code" also emphasizes the necessity of providing guidance and training on labor protection. The employer must provide guidance on labor protection, safe methods and methods of work performance, and prevention of accidents in production for all new employees, as well as employees who are being transferred to another job. It is mandatory to organize training on providing assistance to victims.

Keywords. Work, protection, instruction, employee, production, event, methods, conditions, dangerous level, diseases.

Аннотация. В «Трудовом кодексе» также подчеркивается необходимость предоставления инструктажа и обучения по охране труда. Согласно кодексу, работодатель обязан предоставлять инструктаж по охране труда, безопасным методам и способам выполнения работы, а также предотвращению несчастных случаев на производстве всем новым сотрудникам, а также сотрудникам, переводимым на другую должность. Обязательно организация обучения по оказанию помощи пострадавшим.

Ключевые слова: Работа, защита, инструктаж, работник, производство, событие, методы, условия, опасный уровень, заболевания.

Annotatsiya. Mehnatni muhofaza qilish bo‘yicha ko‘rsatmalar va treninglar berish zarurligi ta’kidlanganiga muvofiq, ish beruvchi barcha yangi xodimlar, shuningdek, boshqa ishga o‘tkazilayotgan xodimlar uchun mehnatni muhofaza qilish, ishni bajarishning xavfsiz usullari va usullari, shuningdek, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarning oldini olish bo‘yicha ko‘rsatmalar berishi shart. Jabrlanganlarga yordam ko‘rsatish bo‘yicha treninglarni tashkil etish majburiydir.

Kalit so‘zlar. Mehnat, himoya, ko‘rsatma, xodim, ishlab chiqarish, tadbir, usullar, sharoitlar, xavfli daraja, kasalliklar.

Introduction

Relevance of the topic. Nowadays, as a result of new production and industrial production enterprises and small production enterprises starting up in the world and in Uzbekistan, jobs are increasing proportionally. In turn, the protection of workers' labor has become an urgent issue, and effective organization of their training in labor protection and safety techniques is an important factor, that is, the basis of ensuring safety. Training on labor protection in production enterprises is

ISSN 3030-3907

important because it reduces the risk of injury to workers and increases labor productivity [1;2].

These impose a number of tasks on us to carry out research on the improvement and evaluation of the economic efficiency of training in the field of labor protection, to improve the education on labor protection, to legalize the training system on labor protection, Creation of scientific and legal bases for improvement of teaching-methodical sources and provision of information is one of the important current issues.

The main issues and hypotheses of the study.The main issues of the research work are to analyze the effectiveness of the existing shortcomings and problems in the training system on labor protection in the production enterprises of Uzbekistan, and to develop recommendations for further increasing the efficiency of the system by eliminating them [3;4]. The hypothesis of the research work - based on the analysis of the current system and the in-depth study of the effectiveness of training on labor protection in industrial enterprises in developed countries and in our country, recommendations will be developed in order to increase the effectiveness of training on labor protection in the selected facility. further improvement can be achieved through practical implementation.

Literature review. Labor protection in production based on legal documents and practical studiesfrom world scientists with human factor research in the scientific system of human factors, production environment of technical systemsF. Taylor, F. Gilbert,A. Mark, P. Friend James, SB Belov from CIS countries, LL Morozova, SG Simirnov, in our country I.A. Bakiyeva,OR Yulashev, S.Sulaymanov,Sh. Narziyev, X, Kamilov, R. Nurmatova and others were engaged in scientific activity.

In the scientific research conducted by A. Shevchenko, N. Leonov, N. Parayenko, prevention of emergency situations related to training on labor protection, warning of all layers of the population when the risk of a chemical accident occurs or occurs, in the affected areas issues of evacuation of people, providing medical assistance to injured persons have been fully studied [5;6].

Methodology. Methods of data collection, study of national and foreign experience, comparison of received data, systematic analysis, generalization, statistics and observation methods were used.

As a factor of sustainable development in industrial enterprises, the proposed method of evaluation of new educational technologies and innovations determines the practical application of recommendations for the implementation of scientifically based and well-formed solutions aimed at increasing the efficiency of enterprises.

ISSN 3030-3907

Analysis and results. For employees entering high-risk production or jobs requiring professional selection, preliminary training on safe methods and methods, occupational safety training for one month, and an exam will be passed. and then mandatory periodical attestation on labor protection issues will be conducted.

The employees of the organizations, including the leaders, are trained, guided, and have their knowledge checked by the bodies implementing the state management of labor protection in accordance with the procedures and deadlines established for the profession and types of work of these employees and leaders. must be carried out. It is stipulated that the employer must exclude from work those persons who have not received training, guidance, and whose knowledge has not been tested in accordance with the established procedure for labor protection.

In order to improve the quality and productivity of his work, man continuously and continuously changes and perfects his tools and means of production. As a result, he is under the influence of various harmful and dangerous factors that constantly emerge during the work process. As a result of the use of complex technical devices and machines in various sectors of the economy, neuro-psychological, static loads, neurosis cases, occupational diseases have increased among workers, accidents and disasters have increased. These, in turn, increase the importance of ensuring labor safety in production.

An effective training program helps organizations achieve their goals. In general, the goals of training activities are to orient new employees to the organization and their work, to help employees perform well in their current jobs, to help employees adapt to future jobs, to inform employees of changes within the organization, to provide opportunities for personal development.

Occupational safety problems are an integral part of modern production and service industries, and their relevance is explained by the complexity of industrial technologies, increased production rates, and insufficient consideration of the human factor. Accidents, occupational diseases, and incidents occurring in the workplace are often the result of insufficient identification of hazardous production factors, inadequate risk assessment, and poor functioning of the labor protection system. These situations negatively affect not only the health of employees, but also the economic stability and social responsibility of the enterprise.

The main problems in the field of occupational safety include technically outdated equipment, insufficient protection of hazardous zones in production processes, ineffective control and monitoring systems, as well as a low level of knowledge and skills of employees. In addition, the insufficient formation of a safety culture, incomplete implementation of regulatory legal acts in practice, and insufficient attention paid to labor protection by management further exacerbate

ISSN 3030-3907

the problems. Human errors, non-compliance with safety rules and disregard for risks remain one of the main causes of many emergencies.

A comprehensive and systematic approach is necessary to eliminate these problems. First of all, it is important to scientifically identify dangerous and harmful factors in production processes, assess them and implement technical and organizational measures aimed at reducing priority risks. The use of modern technologies, automated monitoring systems, sensors and digital control tools significantly increases the level of safety. At the same time, it is important to correctly select individual and collective protective equipment and strictly monitor their use. Regular training, briefing of employees and development of a safety culture play a special role in ensuring occupational safety.

In conclusion, solving occupational safety problems should be carried out by combining technical, organizational and human factors. Only when a scientifically based approach and modern solutions are used, it will be possible to create safe working conditions, increase production efficiency and reliably protect human life and health.

LIST OF USED LITERATURE.

1. Kuchkarova C. H. et al. The High Water Plants Water Road in Cleaning //Annual Research & Review in Biology. – 2019. – C. 1-5.
2. Habibullaevna K. C., Xodjakulov M. N. Emergency Situations that May Occur as a Result of Public Disorder, Damage Reduction and Fire Safety Measures //International Journal of Formal Education. – 2022. – T. 1. – №. 12. – C. 74-77.
3. Habibullaevna K. C. Fuel Based on Food and Agricultural Organic Waste Development of Safe Technology of Briquettes //INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL ENGINEERING AND AGRICULTURE. – 2022. – T. 1. – №. 6. – C. 36-39.
4. Kuchkarova C. H. NATURAL DISTRIBUTION OF THE ALGAE PLANT OF THE TREATMENT OF TELEAROSOVODIS, SYSTEMATIC PLACE AND SEPARATE BIOLOGICAL FEATURES //Central Asian Problems of Modern Science and Education. – 2019. – T. 4. – №. 2. – C. 117-124.
5. Habibullaevna K. C., Mohinur N. MONITORING THE IMPACT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES ON THE ENVIRONMENT //" ONLINE-CONFERENCES" PLATFORM. – 2022. – C. 285-288.
6. Habibullaevna K. C., Maftunakhan O. DEVELOPMENT OF SAFE TECHNOLOGY OF FUEL BRIQUETTES //" ONLINE-CONFERENCES" PLATFORM. – 2022. – C. 281-284.

ISSN 3030-3907

SAFETY MONITORING OF PRODUCTION PROCESSES

Tursunov Khamdam xxx
Andijan State Technical Institute
ORCID: 0008-0002-3456-7890
Tel;+99897963-65-50

Abstract. Safety monitoring of production processes is a fundamental component of modern industrial management systems. With the increasing complexity of technological equipment, automation, and human–machine interaction, the risk of industrial accidents, occupational injuries, and environmental damage has significantly increased. Effective safety monitoring ensures early detection of hazardous conditions, continuous risk assessment, and timely implementation of preventive measures. This article examines the theoretical foundations, methods, tools, and organizational aspects of safety monitoring in production processes. Particular attention is paid to hazard identification, risk assessment techniques, monitoring indicators, digital technologies, and the role of management systems in ensuring sustainable industrial safety. The study highlights that integrated safety monitoring systems significantly reduce accident rates, improve working conditions, and enhance overall production efficiency.

Keywords: industrial safety, safety monitoring, risk assessment, industrial processes, occupational health, risk control.

Anotatsiya: Ishlab chiqarish jarayonlarining xavfsizligini monitoring qilish zamonaviy sanoat boshqaruv tizimlarining asosiy tarkibiy qismidir. Texnologik uskunalar, avtomatlashtirish va inson-mashina o‘zaro ta'sirining murakkablashishi bilan ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar, ishlab chiqarishdagi jarohatlar va atrof-muhitga zarar yetkazish xavfi sezilarli darajada oshdi. Samarali xavfsizlik monitoringi xavfli sharoitlarni erta aniqlash, doimiy xavfni baholash va profilaktika choralarini o‘z vaqtida amalga oshirishni ta'minlaydi. Ushbu maqolada ishlab chiqarish jarayonlarida xavfsizlik monitoringining nazariy asoslari, usullari, vositalari va tashkiliy jihatlari ko‘rib chiqiladi. Xavfni aniqlash, xavfni baholash usullari, monitoring ko‘rsatkichlari, raqamli texnologiyalar va barqaror sanoat xavfsizligini ta’minlashda boshqaruv tizimlarining roliga alohida e’tibor qaratilgan. Tadqiqotda integratsiyalashgan xavfsizlik monitoringi tizimlari baxtsiz hodisalar darajasini sezilarli darajada kamaytirishi, ish sharoitlarini yaxshilashi va umumiy ishlab chiqarish samaradorligini oshirishi ta’kidlangan.

Kalit so‘zlar: ishlab chiqarish xavfsizligi, xavfsizlik monitoringi, xavfni baholash, sanoat jarayonlari, mehnat salomatligi, xavfni nazorat qilish.

Аннотация. Мониторинг безопасности производственных процессов является фундаментальной составляющей современных систем управления производством. С ростом сложности технологического оборудования,

автоматизации и взаимодействия человека и машины значительно возрос риск производственных аварий, травм на производстве и нанесения ущерба окружающей среде. Эффективный мониторинг безопасности обеспечивает раннее выявление опасных условий, непрерывную оценку рисков и своевременное внедрение профилактических мер. В данной статье рассматриваются теоретические основы, методы, инструменты и организационные аспекты мониторинга безопасности в производственных процессах. Особое внимание уделяется идентификации опасностей, методам оценки рисков, показателям мониторинга, цифровым технологиям и роли систем управления в обеспечении устойчивой промышленной безопасности. Исследование показывает, что интегрированные системы мониторинга безопасности значительно снижают количество несчастных случаев, улучшают условия труда и повышают общую эффективность производства.

Ключевые слова: производственная безопасность, мониторинг безопасности, оценка рисков, производственные процессы, охрана труда, контроль опасностей.

Introduction.

Industrial production processes play a crucial role in economic development and technological progress. However, they are also associated with numerous hazards that can negatively affect workers' health, equipment reliability, and environmental safety. According to international labor statistics, a significant proportion of occupational accidents occur due to insufficient monitoring of hazardous production factors and delayed response to unsafe conditions. Safety monitoring of production processes is a systematic activity aimed at identifying, analyzing, and controlling hazards throughout the entire production cycle [1;2]. It includes technical, organizational, and human-centered measures designed to ensure safe working conditions and prevent accidents. In modern industry, safety monitoring is no longer limited to periodic inspections; it increasingly relies on continuous data collection, automated control systems, and predictive risk analysis. The relevance of this topic is driven by the growing use of high-speed machinery, complex technological systems, hazardous substances, and energy-intensive processes. In such conditions, traditional safety approaches are insufficient, and proactive monitoring becomes essential [4]. This article aims to analyze the main principles, methods, and technologies of safety monitoring in production processes and to demonstrate their importance for sustainable industrial development.

Safety monitoring of production processes can be defined as a continuous, systematic observation and assessment of working conditions, technological parameters, and human factors in order to detect deviations from safe operating conditions and prevent hazardous events. It integrates technical diagnostics, risk

ISSN 3030-3907

management, and occupational safety practices into a unified system [5]. Unlike reactive safety management, which focuses on responding to accidents after they occur, safety monitoring is preventive in nature. Its primary goal is to identify potential threats before they lead to incidents, injuries, or production losses.

The main objectives of safety monitoring in production processes include:

- Identification of hazardous and harmful production factors;
- Continuous assessment of occupational and industrial risks;
- Early detection of abnormal operating conditions;
- Prevention of accidents, incidents, and occupational diseases;
- Improvement of working conditions and labor protection;
- Ensuring compliance with safety regulations and standards;
- Supporting management decision-making in safety-related issues.

Achieving these objectives requires an integrated approach that combines technical monitoring, organizational measures, and human resource management.

Production processes involve various types of hazards that can be classified as follows:

- **Mechanical hazards:** moving parts of machinery, rotating shafts, cutting tools, conveyors, and press equipment.
- **Electrical hazards:** electric shock, short circuits, arc flashes, and static electricity.
- **Thermal hazards:** high temperatures, hot surfaces, molten materials, steam, and fire risks.
- **Chemical hazards:** toxic gases, vapors, dust, corrosive substances, and flammable materials.
- **Physical hazards:** noise, vibration, radiation, poor lighting, and extreme microclimatic conditions.
- **Ergonomic hazards:** improper workplace design, excessive physical нагрузка, repetitive movements, and awkward postures.

Methods. These methods allow safety specialists to identify both obvious and hidden hazards that may not be immediately apparent during routine operations [6]. Risk assessment is a key component of safety monitoring and involves evaluating the likelihood and severity of potential hazardous events. Industrial risk is commonly defined as the combination of the probability of an accident and the magnitude of its consequences.

Common methods used for hazard identification include:

- Workplace inspections and audits;
- Analysis of technological processes and equipment design;
- Job safety analysis (JSA);
- Failure mode and effects analysis (FMEA);

ISSN 3030-3907

- Hazard and operability studies (HAZOP);
- Analysis of accident and near-miss statistics.

Discussions. Safety monitoring is most effective when integrated into an occupational health and safety management system, such as ISO 45001. Management systems define responsibilities, procedures, communication channels, and performance indicators related to safety. Top management commitment is critical for successful monitoring, as it ensures adequate resource allocation and continuous improvement.

Human factors play a decisive role in production safety. Even the most advanced monitoring systems cannot be effective without competent and safety-conscious personnel. Regular training, safety briefings, and awareness programs are essential components of safety monitoring. A strong safety culture encourages employees to report hazards, near-miss incidents, and unsafe conditions, contributing to the overall effectiveness of monitoring systems.

Conclusion. Safety monitoring of production processes is an essential element of modern industrial safety management. It provides a proactive approach to identifying hazards, assessing risks, and preventing accidents before they occur. By integrating technical monitoring tools, risk assessment methods, management systems, and human-centered practices, organizations can significantly improve occupational safety and production reliability. In the context of rapid industrial and technological development, safety monitoring must continuously evolve, incorporating digital technologies and predictive analytics. Ultimately, effective safety monitoring not only protects workers' health and lives but also contributes to sustainable production, economic efficiency, and long-term organizational success.

REFERENCES

1. 1.Hamdam, T. (2022). Theoretical and Methodological Aspects of Community Supervision Institutining. American Journal of Economics and Business Management, 5(9), 80-85.

2. Турсунов, Х., & Алибаев, М. А. (2020). Важность обеспечения безопасности наземных транспортных средств. Life Sciences and Agriculture, (3-2), 33-36.

3. Habibullaevna, K. C., & Xamdam, T. (2023). Training of the Population in the Field of Civil Defense and Protection against Emergencies. Best Journal of Innovation in Science, Research and Development, 2(3), 17-20.

4. Турсунов, Х., & Алибаев, М. А. (2020). REQUIREMENTS TO ENSURE THE SAFETY OF GROUND VEHICLES. Life Sciences and Agriculture, (3-2), 33-36.

ISSN 3030-3907

5. Турсунов, Х. (2023). КОРХОНАЛАРДА МЕХНАТНИ МУХОФАЗА КИЛИШНИ АСОСИЙ ЧОРА-ТАДБИРЛАРИ ВА УНИ ТАШКИЛ ЭТИШДА КАСАБА УЮШМАЛАРИНИНГ РОЛИ. Xorijiy hamkorlar ishtirokida o ‘tkazilgan Respublika ilmiy-amaliy anjumani to‘plamining TAHRIR XAY’HATI, 607.
6. Tursunov, X. T. (1997). Ekologiya asoslari va tabiatni muxofaza qilish. T.: Universitet, 9-14.

ISSN 3030-3907

STANDARTLASHTIRISH VA RISKLARNI BOSHQARISH ASOSIDA SIFAT MENEJMENT TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH.

Bahodirov Asadbek Murodovich

Buxoro davlat texnika universiteti magistri

Annotatsiya. Mazkur maqolada standartlashtirish va risklarni boshqarish yondashuvlari asosida sifat menejment tizimini takomillashtirish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda sifat menejment tizimining mohiyati, uning samaradorligini oshirishda xalqaro standartlar, xususan ISO 9001 talablari hamda riskka asoslangan fikrlashning ahamiyati tahlil qilingan. Shuningdek, risklarni aniqlash, baholash va boshqarish jarayonlarini sifat menejment tizimiga integratsiyalash orqali tashkilot faoliyatida barqarorlikni ta’minlash imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan. Ish natijalari sifat menejment tizimini doimiy takomillashtirish, sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash va raqobatbardoshlikni oshirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: sifat menejment tizimi, standartlashtirish, risklarni boshqarish, ISO 9001, riskka asoslangan yondashuv, sifatni ta’minlash, jarayonlarni boshqarish, doimiy takomillashtirish, raqobatbardoshlik.

Abstract. This article examines the issues of improving the quality management system based on standardization and risk management approaches. The study analyzes the essence of the quality management system and the importance of international standards, particularly the requirements of ISO 9001, as well as risk-based thinking in enhancing its effectiveness. In addition, the possibilities of ensuring organizational stability through the integration of risk identification, assessment, and management processes into the quality management system are demonstrated. The results of the study have practical significance in the continuous improvement of the quality management system, enhancement of quality indicators, and increase in competitiveness.

Keywords: quality management system, standardization, risk management, ISO 9001, risk-based approach, quality assurance, process management, continuous improvement, competitiveness.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы совершенствования системы менеджмента качества на основе подходов стандартизации и управления рисками. В исследовании проанализирована сущность системы менеджмента качества, а также значение международных стандартов, в частности требований ISO 9001, и риск-ориентированного мышления в повышении её эффективности. Кроме того, показаны возможности обеспечения устойчивости деятельности организации посредством интеграции процессов идентификации, оценки и управления рисками в систему менеджмента качества. Результаты исследования имеют практическую значимость для постоянного совершенствования системы

ISSN 3030-3907

менеджмента качества, улучшения показателей качества и повышения конкурентоспособности.

Ключевые слова: система менеджмента качества, стандартизация, управление рисками, ISO 9001, риск-ориентированный подход, обеспечение качества, управление процессами, постоянное совершенствование, конкурентоспособность.

Kirish

Zamonaviy tashkilotlar faoliyatida mahsulot va xizmatlar sifatini barqaror ta’minlash, raqobatbardoshlikni oshirish hamda iste’molchilar talablarini to‘liq qondirish muhim vazifa hisoblanadi. Bu jarayonda sifat menejment tizimi (SMT) yetakchi rol o‘ynaydi. SMTni takomillashtirishda standartlashtirish va risklarni boshqarish yondashuvlarini integratsiyalash muhim ahamiyat kasb etadi. Hozirgi globallashuv va bozor iqtisodiyoti sharoitida tashkilotlar faoliyatining samaradorligi, barqarorligi hamda raqobatbardoshligi ko‘p jihatdan mahsulot va xizmatlar sifatiga bog‘liqdir. Iste’molchilar talablarining ortib borishi, bozor muhitining tezkor o‘zgarishi va texnologik taraqqiyot sharoitida sifatni ta’minlash masalasi har bir tashkilot uchun strategik vazifaga aylanmoqda. Shu bois sifat menejment tizimini (SMT) joriy etish va uni doimiy takomillashtirib borish zamonaviy boshqaruvning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Sifat menejment tizimining samarali faoliyat yuritishida standartlashtirish alohida o‘rin tutadi. Xalqaro standartlar, xususan ISO 9001 talablari tashkilotlarda jarayonlarga tizimli yondashuvni shakllantirish, boshqaruv faoliyatini me’yorlashtirish hamda sifat ko‘rsatkichlarini barqaror ta’minlashga xizmat qiladi. Standartlashtirish orqali jarayonlarning aniqligi va shaffofligi oshadi, xatoliklar kamayadi hamda tashkilot faoliyati yagona talablar asosida muvofiqlashtiriladi.

So‘nggi yillarda sifat menejment tizimlarini rivojlantirishda risklarni boshqarishga asoslangan yondashuv alohida ahamiyat kasb etmoqda. ISO 9001:2015 standarti doirasida riskka asoslangan fikrlash konsepsiyasining joriy etilishi tashkilotlarda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan noaniqlik va xavflarni oldindan aniqlash, baholash va ularning salbiy ta’sirini kamaytirishga imkon beradi. Bu esa nafaqat sifat muammolarining oldini olish, balki tashkilot barqarorligini ta’minlashga ham xizmat qiladi.

Standartlashtirish va risklarni boshqarishning o‘zaro integratsiyasi sifat menejment tizimini takomillashtirishning samarali mexanizmini yaratadi. Mazkur yondashuv jarayonlarni doimiy monitoring qilish, muammolarni oldindan bashoratlash va qaror qabul qilishda ilmiy asoslanganlikni ta’minlaydi. Natijada tashkilotlarda sifat madaniyati rivojlanadi, boshqaruv tizimi takomillashadi va raqobat ustunligiga erishish imkoniyatlari kengayadi.

ISSN 3030-3907

Shu munosabat bilan ushbu tadqiqotda standartlashtirish va risklarni boshqarish asosida sifat menejment tizimini takomillashtirish masalalarini tahlil qilish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Tadqiqot natijalari tashkilotlar faoliyatida sifatni boshqarish samaradorligini oshirish hamda zamonaviy boshqaruv talablariga moslashishda muhim amaliy ahamiyatga ega bo‘lishi kutiladi.

Sifat menejment tizimi (SMT) — bu tashkilot faoliyatini sifatga yo‘naltirilgan holda boshqarishga qaratilgan jarayonlar, resurslar, mas’uliyat va hujjatlar majmuasidir. SMTning asosiy vazifasi mahsulot va xizmatlar sifatini barqaror ta’minlash, iste’molchilar ehtiyojlarini qondirish va doimiy takomillashtirishni amalga oshirishdan iborat. Zamonaviy SMTlar jarayonli yondashuv, mijozga yo‘naltirilganlik, rahbariyatning yetakchiligi va doimiy takomillashtirish tamoyillariga asoslanadi. Ushbu tendensiyalar shuni anglatadiki, mamlakatda kambag‘allikni kamaytirish siyosati samarali bo‘lib, ammo shahar hududlarida kambag‘allik bilan kurashish ham dolzarb masala sifatida qolmoqda. Shu nuqtai nazardan, ilg‘or mamlakatlar tajribasini o‘rganish va ularni O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish orqali kambag‘allikni yanada qisqartirish imkoniyatlarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

[1]Eng ko‘p yordamga muhtoj oilalarni aniqlash jarayoni murakkab. Nazariy jihatdan, har bir oilaning jami daromadini soliq ma’lumotlari asosida hisoblab, uni oila a’zolari soniga bo‘lish va natijani milliy kambag‘allik chizig‘i bilan solishtirish kifoya qilardi. Shu tarzda, kambag‘allarni aniq aniqlash mumkin bo‘lgan.

Ammo amaliyotda bu usul ish bermaydi. Bunday yondashuv faqat aholining ko‘pchiligi rasmiy ish bilan band bo‘lgan va davlat tizimlariga to‘liq ulangan hollarda samarali.

Standartlashtirish sifat menejment tizimining muhim tarkibiy qismi bo‘lib, u tashkilot faoliyatidagi jarayonlarni tartibga solish va me’yorlashtirishni ta’minlaydi. Xalqaro ISO standartlari, xususan **ISO 9001**, sifat menejment tizimini joriy etish va baholash uchun umumiy talablarni belgilaydi. Standartlashtirish natijasida:

- jarayonlar aniq reglamentlashtiriladi;
- mas’uliyat va vakolatlar taqsimlanadi;
- sifat talablariga rioya etilishi ta’minlanadi;
- ichki nazorat va audit samaradorligi oshadi.

Shu bilan birga, standartlashtirish SMTning hujjatlashtirilgan asosini shakllantirib, tashkilot faoliyatining izchilligini ta’minlaydi. BMTning Barqaror Rivojlanish Dasturi 2030-yilgacha barcha shakllarda kambag‘allikka barham berish maqsadini belgilaydi va milliy siyosat hamda jamiyat ishtiroki bilan amalga oshiriladigan yechimlarni qo‘llab-quvvatlaydi. Shu tariqa, ijtimoiy himoya,

[1] Muallif ishi

ISSN 3030-3907

moliyaviy transferlar va sifatli ta’lim-sog‘liqni saqlash infratuzilmasi orqali mamlakatda inklyuziv rivojlanish va kambag‘allikni samarali qisqartirish mumkin.[2]

Bunda: Ijtimoiy himoya tizimi – oilalarga yordam berish, zaif guruhlarni qo‘llab-quvvatlash. **Moliyaviy transferlar –** shartli va shartsiz naqd pul berish orqali daromad va turmush sifatini oshirish. **Ta’lim va sog‘liqni saqlash –** kelajakdagi daromadni oshirish va moliyaviy yukni kamaytirish. **Milliy siyosat va jamiyat ishtiroki –** barqaror va inklyuziv yechimlarni ta’minlash**.** Barqaror rivojlantirish dasturlari (SDGs) mamlakatlarda kambag‘allikni qisqartirish va ijtimoiy barqarorlikni ta’minlash uchun asosiy ramka sifatida xizmat qiladi.

O‘zbekistonda kambag‘allik darajasi so‘nggi yillarda sezilarli darajada kamaygan. 2021–2024 yillarda milliy kambag‘allik ko‘rsatkichlari 17% dan 8,9% gacha tushdi, bu qishloq va shahar hududlaridagi ijtimoiy va iqtisodiy siyosatning samarali amalga oshirilganini ko‘rsatadi. Qishloq hududlarida kambag‘allik tezroq kamaygan bo‘lsa-da, shahar hududlarida ham ijtimoiy yordam va moliyaviy transferlar orqali daromad oshishi kuzatilmoqda. Kambag‘allikni aniqlashda rasmiy bo‘lmagan ishlarning yuqori foizi va ayollar hamda qishloq aholisi orasida bandlikning rasmiy tizimga ulanmaganligi muhim qiyinchiliklarni yuzaga keltirmoqda. Shu bilan birga, O‘zbekiston Prezidenti tomonidan olib borilayotgan oqilona va barqaror siyosatlar mamlakatda kambag‘allikni qisqartirishda muhim rol o‘ynamoqda. Prezident tashabbuslari doirasida ijtimoiy himoya tizimini modernizatsiya qilish, shartli va shartsiz naqd pul transferlarini kengaytirish, ta’lim va sog‘liqni saqlash infratuzilmasini mustahkamlash orqali aholining turmush darajasini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Ilg‘or mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, shartli va shartsiz naqd pul transferlari, sifatli ta’lim va sog‘liqni saqlash tizimi orqali kambag‘allikni samarali qisqartirish mumkin. Shu asosda, Prezident siyosati va milliy strategiyalar birgalikda O‘zbekistonni barqaror rivojlanish va inklyuziv iqtisodiy o‘sishga olib boruvchi yo‘ldan ketayotganini tasdiqlaydi**.** Standartlashtirish va risklarni boshqarish sifat menejment tizimini takomillashtirishning nazariy va amaliy asosini tashkil etadi. Ularning integratsiyasi tashkilot faoliyatida barqarorlikni ta’minlab, sifatni boshqarish jarayonlarini yangi bosqichga olib chiqadi. Natijada tashkilotlar zamonaviy boshqaruv talablariga moslashib, raqobatbardoshlikni oshirish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Milliy Statistika Qo‘mitasi. Uy-joy byudjeti so‘rovi (HBS) 2021–2024. Toshkent, 2024.

[2] https://www.BMT.org/about-us/sustainability/

ISSN 3030-3907

2. O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot Vazirligi. Milliy rivojlanish strategiyasi va barqaror iqtisodiy o‘sish bo‘yicha hisobotlar. Toshkent, 2023.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Farmonlar va qarorlar, ijtimoiy himoya va kambag‘allikni qisqartirish sohalari bo‘yicha, 2021–2024.
4. Birlashgan Millatlar Tashkiloti. Sustainable Development **Goals Report 2023**. New York, United Nations, 2023.
5. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020
6. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Ta`limda multimedia ilovalari O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020
7. Информационные технологии: учебник / З.Р.Муродова, Бухоро: «BUXORO NASHR» МЧЖ, 2023. - 350 с.
8. Kadirov M. Axborot texnologiyalari-1 qism. O ‘quv qo ‘llanma. T:Sano-standart-2018
9. T.F.Sohibov, N.A.Sharapova. Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari (I qism). O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2024
10. Sh.X.Samiyeva, N.A.Sharapova. Dizayn va amaliy dasturlar. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Durdona. 2023
11. Iqtisodiyotda axborot kommunikatsion texnologiyalar va tizimlar/ U.Z.Narziyev O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2024
12. M.M.Nurullayev. Axborot texnologiyalari va jarayonlarini matematik modellashtirish. O‘quv qo‘llanma. Buxoro: “Umid” nashriyoti, 2023. – 186 b.
13. Soha obyektlarini loyihalash dasturlari / L.Gaffarov. darslik Buxoro, Durdona nashriyoti 2024
14. Qurilishda axborot texnologiyalari/ L.X.Gaffarov. o‘quv qo‘llanma, umid nashriyoti 2023

ISSN 3030-3907

BARIUM NITRATE MIXED-AMIDE COMPLEX COMPOUNDS

Aysanem Bektursinova.
Karakalpak state university after named Berdakh
E-mail: bektursinovaajsanem@gmail.com
Zulfiya Djumanazarova.
Karakalpak state university after named Berdakh
Gulmira Burkitbaeva.
Karakalpak state university after named Berdakh
Barnoxon Raximova.
Karakalpak state university after named Berdakh
Gulshexra Ilalova.
Karakalpak state university after named Berdakh

Annotatsiya: Bariy nitratning formamid, atsetamid, karbamid bilan aralash amidli koordinatsion birikmalari sintezi amalga oshirildi. Formamid, karbamid, atsetamid va nitrat fragmenti molekulalarining tarkibi, individualligi, koordinatsiya usullari aniqlangan.Tebranish spektroskopiyasi va termik tahlil usullari yordamida organik ligandlarning koordinatsiya usullari, markaziy ionning atrof-muhiti va sintez qilingan birikmalarning termik xatti-harakatlari isbotlangan. Bariy nitrat, formamid, karbamid, atsetamid va $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CH_3CONH_2$, $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CO(NH_2)_2$ tarkibli kompleks birikmalarning tekisliklararo masofalari va nisbiy intensivliklarini taqqoslash shuni ko‘rsatdiki, yangi koordinatsion birikmalar bir-biridan, shuningdek, dastlabki komponentlardan farq qiladi, shuning uchun birikmalar individual kristall panjaraga ega.

Kalit so‘zlar: Aralash amidli kompleks birikmalar, koordinatsiya, markaziy atom, sintez, element tahlili, koordinatsiya usullari, termik xatti-harakatlar, individuallik, tarkib, fizik-kimyoviy tahlil usullari, IQ yutilish spektrlari, rentgen fazali tahlil.

Аннотация: Осуществлен синтез смешанноамидных координационных соединений нитрата бария с формамидом, ацетамидом, карбамидом. Установлены состав, индивидуальность, способы координации молекул формамида, карбамида, ацетамида и нитратного фрагмента. Методами колебательной спектроскопии и термического анализа доказаны способы координации органических лигандов, окружение центрального иона и термическое поведение синтезированных соединений.Сравнением межплоскостных расстояний и относительных интенсивностей нитрата бария, формамида, карбамида, ацетамида и комплексных соединений составов $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CH_3CONH_2$, $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CO(NH_2)_2$ показано, что новые координационные соединения отличаются между собой, а также от исходных компонентов, следовательно, соединения имеют индивидуальную кристаллическую решетку.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Смешанноамидные комплексные соединения, координация, центральный атом, синтез, элементный анализ, способы координации, термическое поведение, индивидуальность, состав, физико-химические методы анализа, ИК-спектры поглощения, рентгенофазовый анализ.

Abstract: Mixed amide coordination compounds of barium nitrate with formamide, acetamide, and carbamide were synthesized. The composition, individuality, and coordination methods of formamide, carbamide, acetamide, and nitrate fragment molecules have been established. By comparing the interplanar distances and relative intensities of barium nitrate, formamide, carbamide, acetamide, and complex compounds of the compositions $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CH_3CONH_2$, $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CO(NH_2)_2$, it has been shown that the new coordination compounds differ from each other, as well as from the initial components, therefore, the compounds have an individual crystal lattice.

Keywords: Mixed amide complex compounds, coordination, central atom, synthesis, elemental analysis, coordination methods, thermal behavior, individuality, composition, physicochemical analysis methods, IR absorption spectra, X-ray phase analysis.

Introduction.

Formide, acetamide, carbamide molecules, and nitric acid anion are representatives of bioorganic compounds. Their coordination compounds with certain metals exhibit high biological activity for plant growth [1,2].

Therefore, conducting research on the synthesis of new coordination compounds with biologically active substances is highly relevant. There is no information in the literature about the mixed amide complex compounds of barium nitrate with formamide, acetamide, and carbamide.

Literature review. For the synthesis of coordination compounds, both $Ba(NO_3)_2$ and the brands "a.c.d." and "a.c.d." were used. The synthesis of the corresponding nitrates of metals was carried out according to [3,4]. Acetamide (CH_3CONH_2), formamide ($HCONH_2$), and urea ($CO(NH_2)_2$) were used as ligands. The quantity of metals in the synthesized compounds was determined on a new AA 300 atomic absorption spectrophotometer from Analytik Jena AG (Germany) [5]. Nitrogen, hydrogen, and carbon were determined using Carlo Erb's EA-1108 element analyzer [6].

Determine the individuality of the synthesized compounds, X-ray diffraction patterns were taken on a DRON-3M unit with a Su-anticathode [7]. Tables [7] were used for calculating interplanar distances, and the relative intensity of the I/I1 line was determined as a percentage of the most pronounced reflex at the maximum. The IR absorption spectra were recorded in the region of 400-4000 cm-1 on the IR

ISSN 3030-3907

Fourier System-2000 spectrophotometer of the company "Perkin Elmer" using the method of pressing samples with K.

Research methodology. Thermal analysis was carried out on a derivatograph of the F.Paulik-J.Paulik-L.Erdey [8] system at a speed of 9 degrees/min and a weight of 0.1 g on the sensitivity of galvanometers T-900, TG-200, DTA, DTG-1/10. Recording was carried out under atmospheric conditions. The holder was a 7 mm diameter platinum crucible without a lid. Al_2O_3 was used as the standard.

Synthesis of coordination compounds of barium nitrates with amides was carried out by mechanochemical (solid-phase) method. Mechanochemical interaction of the initial components was carried out by intensive grinding of a mixture of barium nitrate: amide 1: amide 2 in lightning ratios 1:1:1 for 30 minutes at room temperature in a ball mill with a working body (mill volume 100 ml). Duration of one stir 30 sec. Three such mixings constitute one cycle. After each cycle, the apparatus rests for 2-3 seconds. Periodically, after each cycle, samples were taken for X-ray phase and derivatographic analysis. This operation was repeated 18-20 times. After 17-19 repetitions, no changes were observed in the diffractograms and derivatograms of the samples, which indicates the individuality of the obtained compounds.

A mixed amide complex compound of the composition $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CH_3CONH_2 \cdot 0.5H_2O$ was synthesized by intensive mixing of 1.3056 g (0.005 mol) barium nitrate with 0.2252 g (0.005 mol) formamide and 0.2954 g (0.005 mol) acetamide in a ball mill at room temperature for 0.10-0.15 hours. Product yield is 92.5%.

A mixed amide complex compound of the composition $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CO(NH_2)_2 \cdot H_2O$ was obtained by mixing 1.3056 g (0.005 mol) $Ba(NO_3)_2$ with 0.9252 g (0.005 mol) formamide and 0.3004 g (0.005 mol) urea in a ball mill for 0.10-0.15 hours. Product yield is 93.2%.

Discussion and results. Comparison of interplanar distances and relative intensities of barium nitrate, formamide, acetamide, carbamide and complexes based on them showed that the new coordination compounds differ from each other, as well as from the initial components, consequently, the compounds have an individual crystal lattice. The results are presented in Table 1.

1-Table.

Interplanar distances and relative intensities of lines of formamide, acetamide, urea with magnesium succinate.

Compound	d,Å	I,%	d,Å	I,%	d,Å	I,%	d,Å	I,%	d,Å	I,%
	18,35	75	6,38	33	3,52	25	2,61	29	2,02	29
	16,94	92	6,24	33	3,49	46	2,58	54	2,01	29

ISSN 3030-3907

$HCONH_2$	15,73	67	5,97	33	3,46	50	2,57	54	2,00	50
	15,52	59	5,82	42	3,42	50	2,54	42	1,980	50
	15,30	79	5,71	58	3,36	46	2,53	38	1,975	42
	14,31	50	5,64	42	3,27	71	2,51	33	1,958	29
	13,68	71	5,46	46	3,21	50	2,48	38	1,951	42
	13,27	83	5,30	63	3,18	50	2,46	29	1,921	42
	12,74	88	5,19	67	3,14	33	2,44	29	1,904	58
	12,17	75	4,85	63	3,09	50	2,35	29	1,888	58
	12,11	63	4,77	83	3,03	63	2,34	29	1,882	71
	11,60	42	4,66	58	3,01	46	2,33	29	1,871	71
	11,21	67	4,22	83	2,96	33	2,27	33	1,861	38
	10,55	100	4,15	75	2,95	50	2,24	33	1,854	58
	10,06	25	4,07	75	2,89	33	2,21	33	1,843	54
	9,11	63	4,00	50	2,87	46	2,20	38	1,826	46
	8,82	58	3,96	67	2,84	33	2,16	42	1,819	50
	8,17	38	3,89	63	2,80	29	2,15	42	1,791	50
	8,02	67	3,86	42	2,79	46	2,14	58	1,774	38
	7,74	63	3,82	63	2,76	42	2,11	58	1,754	54
	7,48	33	3,76	71	2,71	42	2,10	50	1,728	50
	7,23	38	3,64	54	2,68	46	2,08	42	1,712	38
	6,90	46	3,58	63	2,66	46	2,06	42		
	6,55	38	3,56	67	2,64	38	2,03	58		
CH_3CONH_2	20,21	6	4,51	4	2,84	83	2,05	1	1,581	6
	18,05	8	4,26	2	2,67	11	2,03	1	1,490	1
	16,60	10	4,03	1	2,56	3	1,984	1	1,427	10
	14,69	9	3,95	1	2,52	2	1,942	5	1,390	1
	12,24	3	3,85	1	2,49	2	1,887	1	1,311	1
	11,42	2	3,70	1	2,36	1	1,849	1	1,259	4
	6,13	5	3,62	1	2,30	7	1,805	3	1,246	1
	5,58	100	3,55	3	2,26	2	1,753	45		
	5,26	8	3,49	13	2,22	3	1,707	2		
	5,01	6	3,25	13	2,15	49	1,611	1		
	4,78	5	3,14	4	2,10	1	1,591	2		
	17,21	2	4,37	2	3,02	12	2,20	4	1,770	2
	16,08	3	3,98	100	2,80	27	2,15	2	1,736	1

ISSN 3030-3907

$CO(NH_2)_2$	15,29	3	3,56	10	2,49	42	2,01	1	1,660	5
	13,86	2	3,25	2	2,46	5	1,980	18	1,557	1
	12,59	1	3,14	3	2,33	1	1,827	6		
$Ba(NO_3)_2$ ·$HCONH_2$· CH_3CONH_2·$0,5H_2O$	14,22	14	3,88	14	2,47	10	1,779	21	1,411	8
	12,59	11	3,74	13	2,36	100	1,759	10	1,399	9
	10,86	10	3,62	11	2,31	42	1,741	7	1,375	9
	9,80	8	3,55	11	2,22	13	1,723	7	1,369	7
	8,82	14	3,46	11	2,17	13	1,716	9	1,356	7
	7,61	11	3,42	11	2,11	11	1,689	9	1,337	6
	7,35	13	3,33	13	2,08	11	1,665	7	1,327	7
	6,03	10	3,21	17	2,05	10	1,643	7	1,311	11
	5,89	10	3,18	13	2,02	9	1,581	17	1,305	12
	5,66	9	3,02	22	1,989	8	1,576	55		
	5,30	13	2,93	17	1,948	12	1,567	58		
	5,02	14	2,89	14	1,925	11	1,529	10		
	4,91	12	2,77	11	1,890	8	1,510	11		
	4,68	14	2,72	14	1,851	9	1,492	19		
	4,38	12	2,61	9	1,831	14	1,487	16		
	4,21	12	2,58	8	1,819	21	1,471	9		
	3,97	12	2,49	12	1,792	21	1,417	9		
$Ba(NO_3)_2$ ·$HCONH_2$· ·$CO(NH_2)_2$·H_2O	15,19	31	5,68	22	3,01	47	1,875	16	1,515	16
	14,21	24	5,20	19	2,88	29	1,858	14	1,487	29
	13,60	31	4,97	22	2,76	59	1,831	12	1,451	14
	12,59	28	4,75	24	2,66	26	1,807	22	1,436	12
	11,02	21	4,27	35	2,54	35	1,786	24	1,431	16
	10,06	17	4,00	26	2,48	19	1,773	33	1.411	12
	9,80	14	3,90	22	2,44	16	1,729	16	1,400	16
	8,82	16	3,86	28	2,39	36	1,718	17	1,386	14
	8,33	17	3,77	19	2,35	100	1,657	14	1,378	12
	8,02	19	3,68	19	2,30	31	1,625	17	1,365	12
	7,69	19	3,52	22	2,27	26	1,617	28	1,351	12
	7,61	21	3,47	24	2,15	41	1,607	11	1,344	12
	7,35	16	3,42	19	2,08	59	1,602	17	1,340	12
	6,98	16	3,20	28	2,02	16	1,592	17	1,330	14
	6,55	14	3,18	29	1,967	22	1,561	64	1,301	14

ISSN 3030-3907

	6,22	16	3,07	19	1,903	14	1,537	14		

2-Table.

Results of elemental analysis of mixed amides coordination compounds of barium nitrate.

Compound	Me,%		N,%		S,%		C,%		H,%	
	Found.	Calc.	Found.	Calc.	Found.	Calc.	Found.	Calc.	Found.	Calc.
$Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot \cdot CH_3CONH_2 \cdot 0{,}5H_2O$	36,66	36,59	14,97	15,05	-	-	9,38	9,62	2,27	2,41
$Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot \cdot CO(NH_2)_2 \cdot H_2O$	35,94	35,67	18,87	18,23	-	-	6,04	6,25	2,93	2,34

As can be seen from Table 2, the composition of the obtained complex is the same as the reduced complexes.

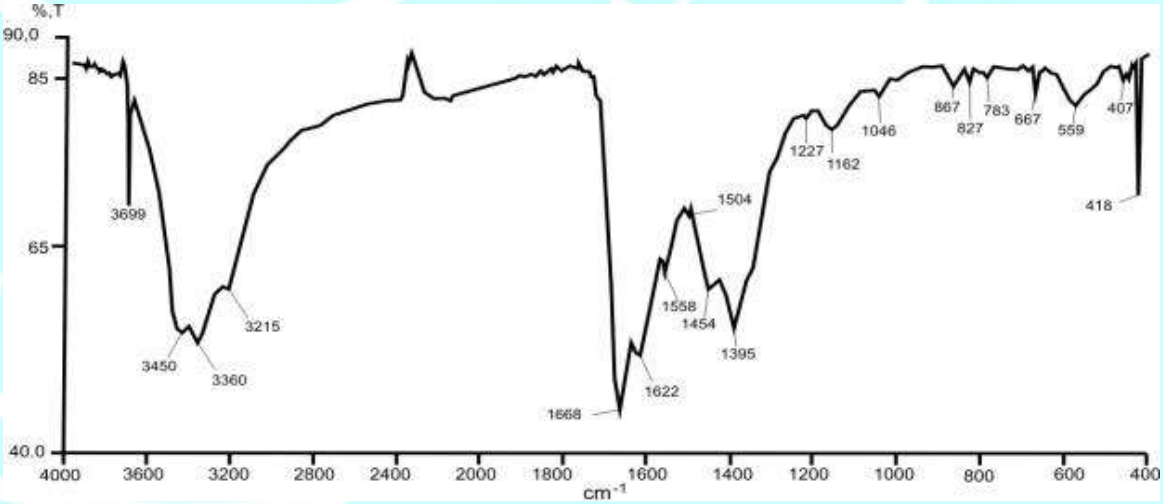


Fig.1. IR absorption spectrum of the mixed amide complex compound of barium nitrate with formamide and acetamide.

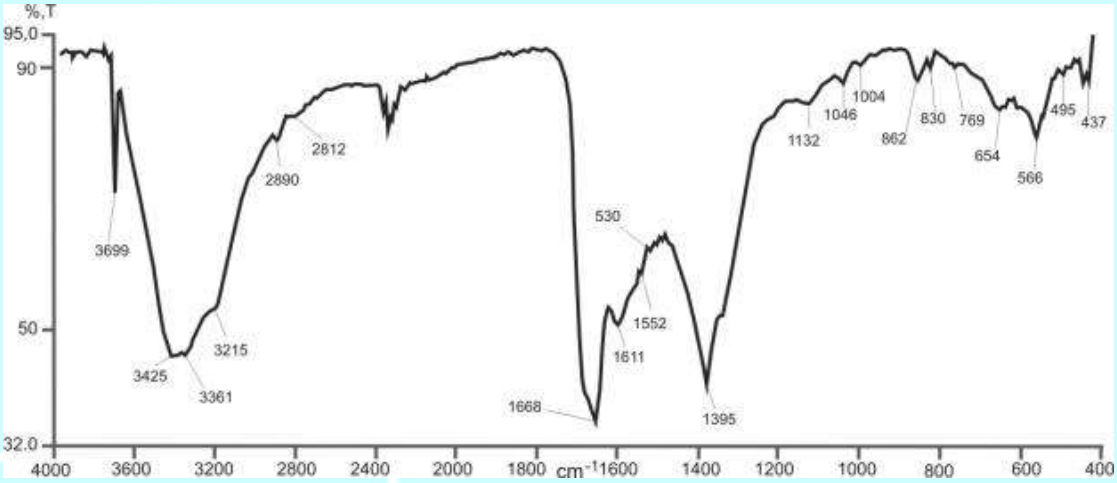


Fig.2. IR absorption spectrum of the mixed amide complex compound of barium nitrate with formamide and carbamide.

In the IR absorption spectrum of the free formamide molecule, two frequencies at 1692 and 1316 cm^{-1} correspond predominantly to the valence vibration of the C=O

ISSN 3030-3907

and C-H bonds. With the transition to a coordinated state, i.e., in mixed amide coordination compounds, the value of the C=O frequency decreases by 5-40 cm^{-1}. Meanwhile, the value of the C-H frequency increases by 15-30 cm^{-1}. Such a change in frequency indicates the coordination of formamide molecules with barium ions through the oxygen atom of the carbonyl group (Figure 1 and Figure 2).

Table 3.

Derivatographic data of thermolysis of coordination compounds of barium nitrate with formamide and acetamide.

Compound	Temperature interval of effect, °C	Peak effect, °C	Mass decrease,%	Total mass loss, %	Nature of the effect	Resulting compounds
$Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CH_3CONH_2 \cdot 0{,}5H_2O$	60-123	120	3,55	3,55	endothermic	$Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CH_3CONH_2$
	123-150	142	2,21	5,76	endothermic	Thermolysis product
	150-210	192	9,63	15,39	endothermic	Thermolysis product
	210-295	278	18,72	34,11	exothermic	Продукт термолиза
	295-340	308	5,88	39,99	exothermic	Thermolysis product
	340-380	376	6,95	46,94	exothermic	Thermolysis product
	380-420	397	12,16	59,10	exothermic	Thermolysis product
	420-660	620	3,14	62,24	exothermic	Thermolysis product
	660-780	709	1,00	63,24	exothermic	Thermolysis product
	780-890	850	0,93	64,17	exothermic	Thermolysis product
$Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CO(NH_2)_2 \cdot H_2O$	60-124	97	6,82	6,82	endothermic	$Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CO(NH_2$

ISSN 3030-3907

	124-147	126	2,61	9,43	endothermic	Thermolysis product
	147-188	175	6,52	15,95	endothermic	Thermolysis product
	188-220	200	11,59	27,54	exothermic	Thermolysis product
	220-305	285	9,42	36,96	exothermic	Thermolysis product
	305-358	340	6,52	43,48	exothermic	Thermolysis product
	358-395	390	13,77	57,25	exothermic	Thermolysis product
	395-422	405	0,43	57,78	endothermic	Thermolysis product
	422-478	458	3,35	61,13	endothermic	Thermolysis product
	478-496	488	1,35	62,48	endothermic	Thermolysis product
	496-520	500	2,00	64,48	endothermic	Thermolysis product
	520-720	658	0,40	64,88	endothermic	Thermolysis product
	720-890	803	0,34	65,22	endothermic	Thermolysis product

In Table 3, derivatographic data on the thermolysis of coordination compounds of barium nitrate with formamide and acetamide are presented. The heating curve of a complex compound of the composition $Ba(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CH_3CONH_2 \cdot 0.5H_2O$ is characterized by four endothermic effects at 120, 142, 192, 850 and six exothermic effects at 278, 308, 376, 397, 620, and 709°C. The appearance of the first of the three endoeffects is associated with the removal of half the water molecule. The nature of other thermal effects is accompanied by the stepwise decomposition of the anhydrous compound. In the temperature ranges of 60-123, 123-150, 150-210, 210-295, 295-340, 340-380, 380-420, 420-660, 660-780, 780-890°C, the mass loss is, respectively, 3.55; 2.21; 9.63; 18.72; 5.88; 6.95; 12.16; 3.14; 1.00; 0.93%. The total mass loss in the temperature range 60-8900C along the TG curve is 64.17%. On the DTA curve, compounds Ba $(NO_3)_2 \cdot HCONH_2 \cdot CO\ (NH_2)_2 \cdot H_2O$ exhibit eight endothermic effects at 97, 126, 175, 40, 5.458, 500, 658, 803°C, and five exothermic effects at 200, 285, 340, 390,

ISSN 3030-3907

and 488°C. The appearance of the first endoelectric effect is due to the removal of one water molecule. The nature of other thermal effects is related to the stepwise decomposition and combustion of thermolysis products. Mass loss in the temperature range of 60-124 °C is 6.82%, calculated 6.80%. In the temperature ranges of 124-147, 147-188, 188-220, 220-305, 305-358, 358-395, 395-422, 422-478, 478-496, 496-520, 520-720, 720-880°C, the mass loss is 2.61; 6.52; 11.59; 9.42; 6.52; 13.77; 0.43; 3.35; 1.35; 2.00; 0.40; 0.34%, respectively. The total mass loss in the temperature range of 60-880°C along the TG curve is 65.22%.

Conclusions and suggestions. Thus, a comparison of the interplanar distances and relative intensities of free molecules of formamide, carbamide, acetamide, and mixed amide coordination compounds of barium nitrates showed that they differ significantly from each other, from similar and initial compounds. Consequently, the synthesized coordination compounds have individual crystal lattices.The IR absorption spectra (400-4000 cm^{-1}) of all the obtained compounds were studied. As a result, it was established that in formamide, acetamide, and urea compounds, the coordination of ligands is carried out through the oxygen atom of the carbonyl group.Derivatographic studies of various amide complex compounds of barium nitrate with formamide, acetamide, and carbamide showed that the thermal behavior of the new studied compounds significantly depends on the composition, methods of coordination of amides and the nitrate fragment, and the relative positions of donor atoms around the coordination unit of the barium ion.

REFERENCE

1. Иманакунов Б.И. Взаимодействие ацетамида с неорганическими солями. Бишкек: Илим, 1976. -204 с.

2. Азизов Т.А. Псевдоамидо-, амино- и аквакарбоксилатные координационные соединения ряда металлов: Автореф. дис…канд.хим.наук. Ташкент, 1994,-50 с.

3. Мелдебекова С.У., Азизов Т.А. Псевдоамидные комплексные соединения ацетата никеля (II)// Узбекский химический журнал. Ташкент, 2002. №5. – С.23-28.

4. Прямой синтез координационных соединений. Под ред. акад. НАН Украины Скопенко В.В.-Киев:Вент,1997.-175с.

5. Пришбл П. Комплексоны в химическом анализе. –М.: ИЛ, 1960. -489 с.

6. Климова П.М. Основы микрометода анализа органических соединений. – М.: Химия, 1967.-19 с.

7. Ковба П.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ. М.: МГУ, 1976, -232 с.

8. Paulik F., Paulik J., Erdey L. Derivatograph. I Mittelung Ein automatish registriender Apparat zur gleichzeitigen Ausguchrund der Differential – ther

ISSN 3030-3907

moqravimetrichen Untersuchungen.// Z.Anal. Chem. 1958. V.160, №4, -P. 241-250.

9. Jumanazarova Z.K., Kadirova Sh.A., Kattaev N.T. и др. New magnesium coordination compound as a “green” plant growth stimulator // Plant Physiology and Organic Research. – 2025. – Vol. 26, No. 2. – P. 574–579. DOI: https://doi.org/10.62972/1726-4685.2025.2.574 (02.00.00, WoS)

10. A.Bektursinova,Z. Djumanazarova, Z.Uzakbergenova, J.Ashurov,b A. Khan, Sh.Kadirova, B.Torambetov. Synthesis, crystal structure and Hirshfeld surface analysis of $[Sr((NH_2)_2CO)_2(NO_3)_2]$.Acta E Cryst. 2025 E81.https://doi.org/10.1107/S2056989024012386.

ISSN 3030-3907

SO‘Z TURKUMLARI GRAMMATIK KATEGORIYALARINING TEGLANISHI: NAZARIY VA AMALIY JIHATLAR

Hamroyeva Shahlo Mirdjanovna,
ToshDO‘TAU Filologiya fanlari doktori, professor v.b.
E-mail: shaxlo.xamrayeva@navoiy-uni.uz
Go‘zal Erkinjonova Baxtiyor qizi
Alisher Navoiy nomidagi Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti Kompyuter lingvistikasi fakulteti 2-kurs magistranti
E-mail: uzbekistan-24@mail.ru
Bekmurzayeva Maftuna Baxtiyor qizi,
ToshDO‘TAU Kompyuter lingvistikasi fakulteti 2-kurs magistranti
E-mail: baratovamaftuna09@gmail.com

Annotatsiya. O‘zbek tilida fe’l so‘z turkumining grammatik kategoriyalari, xususan zamon va shaxs-son kategoriyalarining shakl, mazmun va funksional xususiyatlari hamda ularning teglanishi tahlil qilinadi. Zamon shakllarining tarixiy rivoji, turli tilshunoslar tomonidan berilgan tasniflar, shuningdek, o‘zbek tili grammatik qurilishida ularning formal va semantik ko‘rinishlari batafsil yoritiladi. Shuningdek, fe’l kategoriyalaridagi omonim shakllarning teglash jarayonidagi murakkabliklari aniqlanib, ularning NLP va korpus lingvistikasidagi ahamiyati ko‘rsatib beriladi.

Kalit so‘zlar: Fe’l so‘z turkumi grammatik kategoriyalari, zamom, shaxs-son, POS teglash, omonim so‘zlar.

Abstract. This study examines the grammatical categories of the verb in the Uzbek language, with particular emphasis on the categories of tense and person–number, their formal, semantic, and functional properties, as well as issues related to their linguistic tagging. The historical development of tense forms, the classifications proposed by various linguists, and their formal and semantic realizations within the grammatical structure of Uzbek are analyzed in detail. Special attention is paid to the challenges posed by homonymous verb forms in the tagging process, and their relevance to natural language processing (NLP) and corpus linguistics is demonstrated.

Keywords: Grammatical categories of the verb, tense, person–number, POS tagging, homonymous words.

Аннотация. В настоящем исследовании рассматриваются грамматические категории глагола в узбекском языке, с особым акцентом на категории времени и лица–числа, их формальные, семантические и функциональные характеристики, а также проблемы их лингвистической разметки. Подробно анализируются историческое развитие временных форм, классификации, предложенные различными лингвистами, и их формально-семантическая

ISSN 3030-3907

реализация в грамматическом строе узбекского языка. Особое внимание уделяется трудностям, связанным с омонимией глагольных форм в процессе разметки, а также обосновывается их значимость для задач обработки естественного языка и корпусной лингвистики.

Ключевые слова: Грамматические категории глагола, время, лицо–число, POS-разметка, омонимичные слова.

Kirish

Fe’l so‘z turkumi murakkab grammatik kategoriyaga ega hisoblanadi. Fe’lga xos grammatik kategoriyalarga zamon, shaxs-son, mayl, fe’l nisbatlari va bo‘lishli bo‘lishsizlik kiradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Zamon kategoriyasi harakatning nutq momentiga munosabatini ifodalaydi. Harakat bajarilishining vaqtining nutq momentiga munosabatiga qarab fe’lning uch xil zamoni farqlanadi. O‘tgan zamon, hozirgi zamon, kelasi zamon. [3] Jahon tilshunosligida zamon kategoriyasini o‘rganishga ko‘plab olimlar qiziqish bildirganlar. Sababi zamon tushunchasi keng qamrovli va turli fan sohasiga tegishli edi. 1660- yilda A.Arno va K.Lansolarning “Umumiy grammatika” asarida zamon kategoriyalari haqida to‘xtatilib o‘tilgan va fe’lning uch oddiy va uch murakkab shakli mavjudligi ta’kidlangan.[4] M.Lomonosovning “Rus tili grammatikasi”da fe’llarda uchta zamon ya’ni, o‘tgan, hozirgi va kelasi zamon bor ekanligi aytilgan.[5] O‘zbek tilining grammatik qurilishini chuqur ilmiy tadqiq etish XX asrning 40-yillaridan boshlandi. O‘zbek tilshunosligida ham fe’lning grammatik kategoriyalari tadqiq qilingan. Sh. Shoabdurahmonov, A. Xojiyevva boshqalarning “Hozirgi o‘zbek adabiy tili” kitobida ham fe’l zamonlarini uchga bo‘lganini ko‘rishimiz mumkin[6]. A. G‘ulomovning “Fe’l” risolasida o‘zbek tilshunosligida fe’lning zamon kategoriyasi sinxron formal-tavsifiy metod asosida atroflicha tadqiq etiladi[7]. 1962-yilda A.Sulaymonov, A.Hojiyev, J.Jo‘rayevalar hammuallifligida “Fe’l zamonlari” nomli kitob chop etildi[8]. Turli til grammatikasi shu tilning zamon kategoriyasi haqida batafsil ma’lumotlar berilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Axborot texnologiyalarning rivojlanishi tilshunoslikka ham o‘z ta’sirini o‘tqazdi. Tilshunoslikda ham tilni elektronlashtirish ya’ni lingvistik axborotni

[3] Shoabdurahmonov Sh. va boshq. Hozirgi o‘zbek adabiy tili. 1-qism. — Toshkent: O‘zbekiston SSR Maorif vazirligi, n.d.

[4] Арно А., Лансло К. Грамматика общая и рациональная Пор-Рояля. – Общ. ред и вступ. ст. Ю.С.Степанова. – Москва: Прогресс, 1990. – С. 160–164.

[5] Ломоносов М. Российская грамматика. – Санкт-Петербург, 1755. – С.33.

[5] Ломоносов М. Ўша манба. – С. 107.

[6] Shoabdurahmonov Sh. va boshq. Hozirgi o‘zbek adabiy tili. 1-qism. — Toshkent: O‘zbekiston SSR Maorif vazirligi, n.d.

[7] Ғуломов А. Феъл. – Тошкент: Фан, 1954. – Б. 19–38

[8] Сулаймонов А., Ҳожиев А., Жўраева Ж. Феъл замонлари. – Тошкент, 1962. – 168 б.

ISSN 3030-3907

lingvistik ta’minotga aylantirish kuzatildi. Bu esa har bir til o‘z milliy korpusiga ega bo‘lishini tezlashtirdi. Bu orqali zamon kategoriyasini annotatsiyalash, modellash kabi ishlar amalga oshirilishiga sabab bo ‘ldi. O‘zbek tilshunosligida zamon shakllarini teglash yuzasidan ishlar olib borildi. Jumladan, Sh. Xamrayeva “O‘zbek tili morfologik analizatorining lingvistik ta’minoti” mavzusidagi dissertatsiyasida o‘zbek tilidagi 11 ta kategoriya uchun teglar tizimini, jumladan, zamon kategoriyasin uchun ham ishlab chiqadi.[9] M.Abjalova ham o ‘z ilmiy ishlarida o‘tgan zamon 13 ta hozirgi zamon uchun 6ta, kelasi zamon uchun 9ta shakllarni ko‘rsatadi. [10] anglatuvchi grammatik shakllarning ham ehtimoliy qo‘shilish holatlari ko‘rib chiqilgan. S.Muhamedova harakat fe’llari va ularning valentlik imkoniyatlari asosida kompyuter dasturlari uchun lingvistik ta’min yaratish ustida ish olib borgan[11].

O‘tgan zamon shakllariga **-di, -b (-ib), -gan, edi.** Bu shakllardan –di so‘zlovchi tomonidan bevosita kuzatilgan (keldi), -b(-ib) bilganlik, eshitganlik ma’nosini anglatadi (kulib). –gan affiksi uzoq o‘tmishda bajarilgan ish-xarakat uchun qo‘llaniladi (qilgan). Edi to‘liqsiz fe’li orqali fe’l bo‘lmagan so‘zlarga o‘tgan zamon ma’nosini berish uchun ishlatiladi. (Malikaning kitobi bor edi).

-r edi (-ar edi), -yotgan edi (-ayotgan edi), -yotib edi (-ayotib edi), -yotir edi (-ayotir edi), -moqda edi shakllar o‘tgan zamonning harakatning o ‘tmishda davom etayotganini bildiradi. *O‘sha vaqtda u uyda uxlayotgan edi.*

-ydigan edi (-adigan edi), -guvchi edi shakllarida harakatning bajarilish vaqti ta’kidlanadi. Bu grammatik shakllar nisbatan kam qo‘llaniladi.

Hozirgi zamon harakatning nutq momentidan oldin boshlanganini va hali ham davom etayotganini bildiradi. Hozirgi zamonda harakat nutq momentida bajarilayotgan bo ‘ladi. Hozirgi zamon shakllari: -yap, -yotib (-ayotib), -yotir (-ayotir), -moqda, -yotgan. Shu bilan birga**,** yurmoq, turmoq, o‘tirmoq, yotmoq fe’llarining ko‘makchi fe’l va holat fe’li sifatida hozirgi zamon ma’nosida qo‘llanilishi kuzatiladi.

Kelasi zamon harakatni nutq momentidan keyin yuz berishini anglatadi. Kelasi zamon shakllari: **-a (-y), -r (-ar), -ydigan (-adigan), -ajak (-yajak), -gay (-kay, -qay).**

-a (-y) shakli kontekstdan, fe’lning lug‘aviy ma’nosidan kelib chiqib hozirgi yoki kelasi zamon ma’nosini ifodalaydi. -r (-ar) shakli fe’l asosidagi harakat-holatni kelasi zamonda yuz berishini gumon bilan ifodalaydi. -ydigan (-adigan)

[9] Хамроева Ш. Ўзбек тили морфологик анализаторининг лингвистик таъминоти: Филол. фан. док. ...дис. – Тошкент, 2021. – Б. 150.

[10] Абжалова М. Ўзбек тилидаги матнларни таҳрир ва таҳлил қилувчи дастурнинг лингвистик модуллари (Расмий ва илмий услубдаги матнлар таҳрири дастури учун): Филол. фан. бўйича фалсафа доктори (PhD) …дисс. – Фарғона, 2019. – Б.125–126.

[11] Мухамедова С. Ҳаракат феъллари асосида компьютер дастурлари учун лингвистик таъмин яратиш. Методик қўлланма. – Тошкент, 2006.

ISSN 3030-3907

asosan kelasi zamon sifatdoshi vazifasini bajarib, kesim vazifasida faol emas. -ajak (-yajak) shakli qat'iy kelasi zamonni anglatadi, biroq bu shakl ham -gay (-kay, -qay) kabi tarixiylik bo'yog'iga ega bo'lib hozirgi o'zbek adabiy tili zamon ifodasida faol emas.

Shaxs-son kategoriyasi harakatning bajaruvchi shaxsga va shaxsning son-miqdoriga munosabati hisoblanadi. Shaxs-son kategoriyasi barcha fe'l shakllarining asosiy grammatik ko'rsatkichlaridan biri hisoblanadi va u tilning morfologik tizimida qat'iy paradigmalarga ega. Shaxs-son kategoriyasini ko[12]'plab olimlar o'rgangan.

O.Jesperson shaxs kategoriyasini kommunikatsion jarayonning markaziy bo'g'ini sifatida talqin qiladi. Son kategoriyasi esa grammatik morfologiyaning mantiqiy–tuzilmaviy jihati sifatida sharhlagan. Sapir.E shaxs–son kategoriyasini til tipologiyasi doirasida o'rganadi. Ayrim tillarda shaxs va son qo'shimchalari bir morfemada birlashishi (fusional) yoki alohida bo'lishi (agglutinativ)ni ta'kidlaydi.[13] G.G. Corbett son kategoriyasining dunyo tillaridagi morfologik tipologiyasini yaratgan asosiy olim. Singular, dual, trial kabi noan'anaviy son kategoriyalarini ilmiy ravishda tasniflagan. Shaxs–sonni agreement theory (moslashuv tizimi) orqali tahlil qiladi.[14] O'zbek tilshunosligida ham shaxs-son kategoriyasi chuqur tadqiq etilgan. A.G'ulomov shaxs–son kategoriyasini o'zbek tilidagi shaxs qo'shimchalari (–man, –san, –miz, –sizlar)ning grammatik tizimi sifatida talqin qiladi.Fe'l tarkibidagi shaxs–son ko'rsatkichlarini kesimning markaziy grammatik kategoriyasi sifatida ko'rsatadi.[15] Sh. Rahmatullayev shaxs–son kategoriyasini grammatik kategoriyaning ikki tomonlama (ma'no + forma) tuzilmada ekanligini ta'kidlaydi. Shaxs kategoriyasida subyektning nutqqa munosabati, son kategoriyasida esa grammatik miqdor ifodalanishini ko'rsatadi. U 1-, 2-, 3-shaxs shakllarining funksional-pragmatik talqinini ham beradi.[16]

Fe'l so'z turkumi kategoriyalarining omonimligi fe'l kategoriyalarini teglashda muhim hisoblanadi. Sababi zamonni ifodalovchi bir qancha qo'shimchalar fe'lni boshqa kategoriyasi bilan omonim hisoblanadi va matnda turli vazifada keladi. *–di* qo 'shimchasi zamon shakli va III shaxs –son qo'shimchasi vazifasini ham bajaradi. Masalan: 1. Men dushanba kuni darsga kechikib bordim. 2. Qizcha kitobni baland ovozda o'qiydi. Birinchi misolda -di o'tgan zamon shakli vazifasini, ikkinchi misolda -y zamon shaklidan so'ng qo'shilgan -di shaxs-son qo'shimchasi vazifasini bajargan. Teglash jarayonida bu kabi holatlarni farqlashda,

[12] Jespersen O. "The Philosophy of Grammar" (1924)
[13] Sapir E. "Language: An Introduction to the Study of Speech" (1921)
[14] Corbett G. "Number" (2000) Corbett G. "Agreement" (2006)
[15] G'ulomov A. "Hozirgi o'zbek adabiy tili. Morfologiya"
[16] Rahmatullayev Sh. "O'zbek tili grammatikasi" (Morfologiya bo'limi)

ISSN 3030-3907

zamon qo‘shimchalaridan so‘ng qo‘shilgan -di shaxs-son shakli vazifasini bajarishi inobatga olinishi zarur.

-(i)b shakli ham omonim qo ‘shimchadir. Teglash jarayonida quyidagi holatlarga e’tibor qaratish zarur. Fe’lni ravishga xoslaydi (borib), qo‘shma fe’l hosil qiladi (borib keldim), KFSQ hosil qiladi (o‘qib chiqdi), o‘tgan zamon fe’li vazifasida keladi (qilibdi).

-a(y) shaklida ham omonimlik mavjud. Fe’l yasovchi qo ‘shimcha (pasay), fe’lni ravishga xoslaydi (yig‘lay-yig ‘lay), hozirgi zamon shakli, kelasi zamon shakli, buyruq istak mayli.

XULOSA

O‘zbek tilida fe’l so‘z turkumi grammatik tizimining eng muhim va murakkab bo‘limlaridan biri bo‘lib, uning zamon va shaxs–son kategoriyalari tilning sintaktik, semantik va kommunikativ tuzilishida markaziy o‘rin tutadi. Tadqiqot jarayonida fe’l shakllarining tarixiy rivoji, zamon va shaxs–son kategoriyalarining turli tilshunoslar tomonidan talqini, o‘zbek tilidagi shakllarning tizimli tasnifi hamda ularning kompyuter lingvistikasidagi qo‘llanilish xususiyatlari chuqur tahlil qilindi. Omonim affikslarning grammatik vazifalarni chalkashtirishi teglash jarayonida eng dolzarb muammo ekanligi aniqlandi. Bu esa avtomatik teglash tizimlari uchun yanada mukammal lingvistik qoidalar, morfologik modellar va kontekstual yondashuvlarni ishlab chiqishni talab etadi. Olingan natijalar o‘zbek tili uchun yaratilayotgan milliy korpuslar, morfologik analizatorlar va NLP tizimlarining sifatini oshirishga xizmat qilishi mumkin. Tadqiqot o‘zbek tili grammatik kategoriyalarining avtomatlashtirilgan talqinini yanada takomillashtirishga asos yaratadi va korpus lingvistikasiga tayangan o‘qitish, tahlil va modellashtirish jarayonlari uchun muhim nazariy-amaliy manba bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Shoabdurahmonov Sh. va boshq. Hozirgi o‘zbek adabiy tili. 1-qism. — Toshkent: O‘zbekiston SSR Maorif vazirligi, n.d.
2. Арно А., Лансло К. Грамматика общая и рациональная Пор-Рояля. – Общ. ред и вступ. ст. Ю.С.Степанова. – Москва: Прогресс, 1990. – С. 160–164.
3. Ломоносов М. Российская грамматика. – Санкт-Петербург, 1755. – С.33.
4. Shoabdurahmonov Sh. va boshq. Hozirgi o‘zbek adabiy tili. 1-qism. — Toshkent: O‘zbekiston SSR Maorif vazirligi, n.d.
5. Ғуломов А. Феъл. – Тошкент: Фан, 1954. – Б. 19–38
6. Сулаймонов А., Ҳожиев А., Жўраева Ж. Феъл замонлари. – Тошкент, 1962. – 168 б.
7. Хамроева Ш. Ўзбек тили морфологик анализаторининг лингвистик таъминоти: Филол. фан. док. ...дис. – Тошкент, 2021. – Б. 150.

ISSN 3030-3907

8. Абжалова М. Ўзбек тилидаги матнларни таҳрир ва таҳлил қилувчи дастурнинг лингвистик модуллари (Расмий ва илмий услубдаги матнлар таҳрири дастури учун): Филол. фан. бўйича фалсафа доктори (PhD) …дисс. – Фарғона, 2019. – Б.125–126.
9. Мухамедова С. Ҳаракат феъллари асосида компьютер дастурлари учун лингвистик таъмин яратиш. Методик қўлланма. – Тошкент, 2006.
10. Jespersen O. “The Philosophy of Grammar” (1924)
11. Sapir E. “Language: An Introduction to the Study of Speech” (1921)

ISSN 3030-3907

C++ MEROS BO‘LIMLARI VA ULARNING IMKONIYATLARI

Ishkobilov Farrux Xayrilloyevich
Axborot texnologiyalari va menejment universiteti, dotsenti
E-mail: farruxishqobilov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada C++ dasturlash tilida meros (inheritance) tushunchasi va uning qo‘llanilish imkoniyatlarini yoritilgan. Maqolada obyektga yo‘naltirilgan dasturlashning asosiy tamoyillaridan biri bo‘lgan merosning mohiyati, ya’ni mavjud sinfning xususiyatlari va funksiyalarini yangi sinfga o‘tkazish mexanizmi batafsil tahlil qilingan. C++ tilidagi yagona, ko‘p martalik, ierarxik, ko‘p darajali va gibrid meros turlari izohlanib, ularning afzalliklari hamda qo‘llash sohalari ko‘rsatib berilgan. Shuningdek, virtual meros yordamida “diamon” muammosini bartaraf etish, polimorfizmni shakllantirish va kodni qayta ishlatish imkoniyatlari haqida ma’lumot berilgan.

Kalit so‘zlar: C++, meros, obyektga yo‘naltirilgan dasturlash, sinflar, yagona meros, ko‘p martalik meros, virtual meros, polimorfizm, gibrid meros.

Аннотация. В данной статье рассматривается концепция наследования в языке программирования C++ и её применение. В статье подробно анализируется сущность наследования, являющегося одним из основных принципов объектно-ориентированного программирования, то есть механизмом переноса свойств и функций существующего класса в новый класс. Объясняются типы одиночного, множественного, иерархического, многоуровневого и гибридного наследования в языке C++, указываются их преимущества и области применения. Также приводится информация о возможности устранения «алмазной» проблемы с помощью виртуального наследования, формирования полиморфизма и повторного использования кода.

Ключевые слова: C++, наследование, объектно-ориентированное программирование, классы, одиночное наследование, множественное наследование, виртуальное наследование, полиморфизм, гибридное наследование.

Annotation. This article discusses the concept of inheritance in the C++ programming language and its applications. The article analyzes in detail the essence of inheritance, which is one of the main principles of object-oriented programming, that is, the mechanism for transferring the properties and functions of an existing class to a new class. The types of single, multiple, hierarchical, multi-level and hybrid inheritance in the C++ language are explained, their advantages and areas of application are indicated. Also, information is provided about the possibility of eliminating the “diamond” problem using virtual inheritance, forming polymorphism and code reuse.

ISSN 3030-3907

Keywords: C++, inheritance, object-oriented programming, classes, single inheritance, multiple inheritance, virtual inheritance, polymorphism, hybrid inheritance.

Kirish.

Zamonaviy dasturlash texnologiyalarida obyektga yo‘naltirilgan dasturlash (OOP) tamoyillari muhim o‘rin egallaydi. OOPning asosiy poydevorlaridan biri bo‘lgan meros (inheritance) mexanizmi esa dastur tuzilmasini soddalashtirish, kodni qayta ishlatish hamda tizimning kengayuvchanligini ta’minlashda o‘ziga xos ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, C++ dasturlash tilida merosning juda kuchli va moslashuvchan shakllari mavjud bo‘lib, ular dasturchiga murakkab obyektlar iyerarxiyasini yaratish, funksionallikni bosqichma-bosqich kengaytirish va kodni aniq strukturalashtirish imkonini beradi.

C++ tilida meros mexanizmi orqali bir sinfning xususiyat va metodlari boshqa sinflarga uzatiladi. Bu jarayon yangi sinflarga eski funksionalni qayta yozmasdan foydalanish, mavjud kodni takomillashtirish hamda dastur modullarini mantiqiy tartibda tashkil etish imkoniyatini yaratadi. Tilning o‘ziga xos xususiyatlaridan biri shundaki, C++ yagona meros, ko‘p martalik meros, hierarxik meros, ko‘p darajali meros va gibrid meros kabi murakkab meros modellarini qo‘llab-quvvatlaydi. Ayniqsa, ko‘p martalik meros bilan bog‘liq bo‘lgan “diamon muammosi”ni hal etuvchi virtual meros texnikasi C++ tilining kuchli jihatlaridan biridir.

Meros mexanizmining to‘g‘ri qo‘llanilishi nafaqat dastur samaradorligini oshiradi, balki polimorfizm, inkapsulyatsiya kabi boshqa OOP tamoyillarining to‘liq ishlashini ham ta’minlaydi. Shu boisdan C++ tilidagi merosni chuqur o‘rganish kelajakda yirik, modulli, ishonchli va kengayuvchan dasturiy ta’minot yaratish uchun zarur bilimlardan biri sanaladi. Ushbu ishda merosning nazariy jihatlari, uning turlari, amaliy qo‘llanilishi hamda dasturchilar uchun yaratadigan imkoniyatlari atroflicha tahlil qilinadi.

TAHLIL VA METODOLOGIYA. Ushbu maqolada C++ dasturlash tilidagi meros mexanizmini o‘rganish uchun taqqoslash, tahliliy kuzatuv, model yaratish va amaliy sinov metodlaridan foydalaniladi. Avvalo, merosning nazariy asoslari klassik obyektga yo‘naltirilgan yondashuvlar bilan solishtirilgan hamda C++ tilida merosning boshqa tillarga nisbatan afzalliklari aniqlab olingan. Maqolada sinflar o‘rtasidagi bog‘lanishlar, ular orqali funksionalni kengaytirish, virtual merosning ishlash mexanizmi va polimorfizmga ta’siri kabi jarayonlar bosqichma-bosqich ko‘rib chiqilgan.

Ushbu mavzu bo‘yicha ilmiy manbalar asosida o‘rganish jarayonida bir qator xorijiy va mahalliy tadqiqotchilarning qarashlari tahlil qilindi. Xususan, xorijiy olim B.Stroustrupning obyektga yo‘naltirilgan dasturlash tamoyillari va

ISSN 3030-3907

merosning C++ tilidagi roli haqidagi ilmiy qarashlari tadqiqotning nazariy asosini mustahkamlagan. Uning meros mexanizmi yordamida dasturiy tizimlarni modularlashtirish va kodni qayta ishlatish imkoniyatlarini kengaytirish bo‘yicha olib borgan ishlari amaliy tahlil uchun asos bo‘lib xizmat qilgan.

Shuningdek, MDH olimi sifatida rus tadqiqotchisi A.K.Polyakovning obyektga yo‘naltirilgan modellashtirish va C++ tilidagi sinflar iyerarxiyasini shakllantirish bo‘yicha ilmiy izlanishlari o‘rganilgan. U meros turlarining murakkab dastur arxitekturalaridagi ahamiyatini, ayniqsa ko‘p martalik merosning afzallik va xavf jihatlarini chuqur tahlil qilgan bo‘lib, tadqiqotning metodik qismida muhim nazariy manba bo‘lib xizmat qilgan.

Respublikamizda ham C++ tilining OOP tamoyillarini o‘rganish bo‘yicha ilmiy ishlanmalar mavjud. Xususan, S.Madrahimovning dasturiy tizimlarda sinflar tuzilmasini optimallashtirish va meros asosida model yaratishning didaktik imkoniyatlari bo‘yicha olib borgan tadqiqotlari amaliy yondashuvni boyitgan. Uning ishlari merosni o‘qitish metodikasini takomillashtirish, murakkab sinflar tahlilini osonlashtirish hamda dasturchilar uchun samarali metodik tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi deb ta’rif berilgan.

NATIJA. Ushbu maqola bo‘yicha natijadorlikka erishishda C++ dasturlash tilidagi meros mexanizmini o‘rganish, tahlil qilish va amaliyotga tatbiq etish jarayonlarida erishilgan ilmiy hamda amaliy yutuqlar yoritilgan. O‘tkazilgan kuzatuvlar, tajribalar va nazariy manbalar asosida merosning dasturiy tizimlar arxitekturasini shakllantirishdagi ahamiyati, kod samaradorligiga ta’siri hamda o‘quv jarayonidagi pedagogik qiymati bo‘yicha muhim xulosalarga kelingan. Keling meros asosida aytim masalalarni ko‘rib chiqamiz:

1. Yagona meros asosida sinf yaratish (Simple Inheritance).

Yagona meros - bitta farzand sinfning faqat bitta katta-sinfdan xususiyat va metodlarni meros qilib olishi.

Vazifa quyidagicha bitta bazaviy sinfning funksiyalarini hosila sinfga o‘tkazish.

```
#include <iostream>
using namespace std;
class A {
public:
   void sound() {
      cout << "Hayvon tovush chiqaradi" << endl;
   }  };
class It : public A { };
int main() {
   It d;
```


ISSN 3030-3907

```
d.sound();   // Meros orqali chaqirildi  }
```

Natijaga ko‘ra, meros yordamida kod takrorlanmaydi va u umumiy funksiyalar bazaviy sinfda saqlanadi.

2. Ko‘p martalik meros (Multiple Inheritance) amaliyoti

Ko‘p martalik meros - bu bitta klassning bir vaqtning o‘zida bir nechta katta-klasslardan xususiyat va metodlarni meros qilib olishi.

```
class A { ... };
class B { ... };
class C : public A, public B {
   ...
};
```

Unga ko‘ra, **C** klass - **A** va **B** klasslarning barcha imkoniyatlariga ega bo‘ladi.

Ko‘p martalik meros quyidagi holatlarda kerak bo‘ladi. Unga ko‘ra,

- Bir obyekt bir nechta rollarni bajarishi kerak bo‘lsa (*masalan:* Student → Person + Learner);
- Funksionallikni modulga bo‘lib meros qilish kerak bo‘lsa (Loggable, Serializable);
- Turli interfeyslarni birlashtirish talab etilsa.

Vazifa quyidagicha ikki yoki undan ortiq sinfning funksiyalarini bitta sinfga olish.

```
class E {
public:
   void start() { cout << "Motor ishga tushdi\n"; }
};
class W {
public:
   void move() { cout << "G‘ildiraklar harakatda\n"; }
};
class M : public E, public W { };
int main() {
   M c;
   c.start();
   c.move();
}
```

Natijaga ko‘ra, ko‘p martalik meros yordamida bir obyektga bir nechta funksional qo‘shiladi. Bu murakkab tizimlarga qulay hisoblanadi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, C++ tilida meros mexanizmini to‘g‘ri qo‘llash dastur strukturasini sezilarli darajada yengillashtiradi, ya’ni kodni modulga ajratish, takror kodlarni kamaytirish, umumiy funksionalni bir markazda to‘plash, sinflar o‘rtasidagi mantiqiy aloqalarni mustahkamlash imkonini yaratadi. Ayniqsa,

ISSN 3030-3907

yagona meros soddaroq loyihalarda samarali ekanligi, ko‘p martalik meros esa murakkab tizimlarni model qilishda qulaylik berishi aniqlandi. Shuningdek, virtual merosning diamon muammosini hal etishdagi roli amaliy misollar orqali tasdiqlangan.

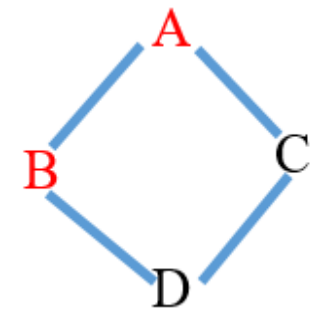
3. Virtual meros orqali “diamon muammosi”ni hal qilish

Vazifa. Bir nechta yo‘l orqali kelayotgan bir xil bazaviy sinfni bitta qilib birlashtirish.

```
class A {
public:
   int x = 10;
};
class B : virtual public A { };
class C : virtual public A { };
class D : public B, public C { };
int main() {
   D obj;
   cout << obj.x;    // Konfliktsiz
}
```

Diamond Problem (Romb masalasi)

Ikki katta-klass bir xil bazaviy klassdan meros olsa, keyin farzand o‘sha ikki klassdan meros olsa, bir xil bazaviy klassning 2 ta nusxasi paydo bo‘ladi.



1-rasm. Bir xil bazaviy klass nusxasi.

Yechim yo‘li quyidagicha (Virtual inheritance)

```
class A {
public:
   int x;
};
class B : virtual public A { };
class C : virtual public A { };
class D : public B, public C { };
```

Umuman olganda, ushbu tadqiqotning natijadorligi C++ tilidagi merosni nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy va pedagogik yo‘nalishda ham chuqur

ISSN 3030-3907

o‘rganish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari dasturiy loyihalashda merosning o‘rni, uning samaradorlikka ta’siri, dastur arxitekturasini takomillashtirishdagi ahamiyatini yaqqol ko‘rsatadi hamda kelgusida OOP tizimlarini o‘rgatishda amaliy qo‘llanma sifatida xizmat qilishi mumkinligi keltirib o‘tilgan.

XULOSA. C++ dasturlash tilida meros mexanizmi obyektga yo‘naltirilgan dasturlashning eng muhim tamoyillaridan biri hisoblanadi. Meros (inheritance) orqali yangi sinflar mavjud sinflarning funksional imkoniyatlarini qayta ishlatadi, kengaytiradi yoki o‘zgartiradi. Bu esa dastur kodining takrorlanishini kamaytiradi, strukturani soddalashtiradi, modulga ajratishni osonlashtiradi va loyihaning texnik xizmat ko‘rsatish jarayonini samarali tashkil etishga yordam beradi. C++ tilida merosning bir nechta turlari - yagona meros, ko‘p martalik meros, ko‘p pog‘onali meros, ierarxik meros va gibrid meros kabi shakllari mavjud bo‘lib, har biri dastur dizaynida o‘ziga xos vazifani bajaradi.

Yagona meros - meros sinfning faqat bitta katta-sinfdan funksionallik olishini ta’minlaydi. Uning afzalligi - kodning tushunarli va sodda bo‘lishidir. Bu tur orqali dastur zanjiri shakllanib, har bir sinf katta-sinfning imkoniyatlarini meros qilib olgan holda rivojlanadi.

Ko‘p martalik meros - bir sinf bir vaqtning o‘zida bir nechta katta-sinfdan meros olishini nazarda tutadi. Bu kuchli imkoniyat hisoblanib, obyektga bir nechta rol berish imkonini yaratadi. Ko‘p martalik merosning murakkab jihatlari ham bor, xususan “diamond problem” (romb masalasi) deb ataluvchi holatdir. Bu masala virtual meros orqali hal qilinadi. Virtual inheritance yordamida umumiy bazaviy sinfning takrorlanib nusxa olinishi oldi olinadi.

Ko‘p pog‘onali meros - sinflarning ketma-ket meros olish zanjirini tashkil etadi. Bu tur orqali murakkab obyektlar tuzilishi yaratiladi, masalan: LivingBeing → Animal → Bird. Bu sinflarning yuqoridan pastga qarab murakkablashtirilgan funksionallikni meros qilishini ta’minlaydi.

Ierarxik meros - bitta ota-sinfdan bir nechta meros sinflarning hosil bo‘lishidir. Bu tur ko‘pincha umumiy imkoniyatlarga ega bo‘lgan obyektlarning turli variantlarini yaratishda qo‘llaniladi.

Gibrid meros - meros turlarining bir nechta kombinatsiyasi asosida shakllanadi. Bu murakkab tuzilmalarni tashkil etishda qo‘llanadi. Biroq, bu turdagi merosda ham romb muammosi uchrashi mumkin, shuning uchun virtual merosning qo‘llanishi zarur bo‘ladi.

C++ meros bo‘limlari dasturchiga keng imkoniyatlar yaratadi va kodni qayta ishlatish, sinflar orasida mantiqiy bog‘lanishlar o‘rnatish, murakkab strukturalarni modulga bo‘lib boshqarish va funksionallikni kengaytirish imkoniyati mavjuddir. Shu bilan birga, merosni to‘g‘ri qo‘llash dastur xarakterini, ishonchliligini va unumdorligini oshiradi. Xulosa qilib aytganda, C++ tilida meros mexanizmini

ISSN 3030-3907

chuqur o‘rganish zamonaviy obyektga yo‘naltirilgan dasturlash jarayonida muhim o‘rin tutadi va professional dasturiy ta’minot yaratishning ajralmas qismidir.

ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Stroustrup B., “The C++ Programming Language” Addison-Wesley, 2013 y. 1376 b.
2. Lippman S.B., Lajoie J, Moo B, “C++ Primer” Addison-Wesley, 2013 y. 976 b.
3. Deitel H.M., Deitel P.J., “C++ How to Program” Pearson, 2017 y. 1056 b.
4. Tursunov S., Nazarov I., “Dasturlash asoslari”, O‘quv qo‘llanma. Toshkent, 2019 y. 240 b.
5. Sklisenko I., “Современный C++: Практическое руководство”. Moskva, 2020 y. 410 b.
6. Ishkobilov F. X. PYTHON DASTURLASH MUHITIDAN FOYDALANIB EKONOMETRIKA MASALALARINI YECHISH //Journal of new century innovations. – 2023. – T. 43. – №. 4. – C. 24-28.
7. Ishqobilov F. X. et al. ELEKTRON DARSLIK YARATISHDA SERIF WEBPLUS X8 DASTURI IMKONIYATLARIDAN FOYDALANISH //Интернаука. – 2018. – №. 24-3. – C. 50-52.
8. Ишкобилов Ф. Х. и др. РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБРАЗОВАНИИ //INNOVATIVE ACHIEVEMENTS IN SCIENCE 2024. – 2025. – Т. 4. – №. 38. – С. 238-241.
9. https://cplusplus.com - C++ Reference va OOP bo‘limlari;
10. https://en.cppreference.com - C++ Standart kutubxonasi va OOP izohi;
11. https://www.geeksforgeeks.org/c-plus-plus - C++ Tutorials va OOP bo‘limlari;
12. https://www.w3schools.com/cpp - C++ Basic va OOP bo‘limlari;
13. https://codeforces.com - C++da yechimlar jamlanmasi.

ISSN 3030-3907

UDK: 152:53

FIZIKANI O`RGATUVCHI NEYRON TARMOQLAR (PINN) YORDAMIDA ELASTIKLIK TENGLAMALARINI YECHISH

Yunusova Gulrux Ahmadjon qizi
Jizzax davlat pedagogika universiteti Matematika kafedrasi, o`qituvchi
Jo`rayev Latif G`ayratzoda o`g`li
Jizzax davlat pedagogika universiteti Matematika kafedrasi, o`qituvchi
E-mail: qayumovagulrux0805@gmail.com
OrcID: 0009 0000 0868 3668

Annotatsiya. Ushbu maqolada fizikani o‘rganuvchi neyron tarmoqlar (Physics-Informed Neural Networks — PINN) yordamida elastiklik tenglamalarini yechishning zamonaviy yondashuvi batafsil yoritiladi. Chiziqli elastiklik nazariyasining asosiy tenglamalari, PINN arxitekturasi, yo‘qotish funksiyasi, avtomatik differensiallash (AutoDiff) asosidagi derivativlarning hisoblanishi va amaliy misollar sifatida 2D elastik plastinka va 3D strukturalar masalalari ko‘rib chiqiladi. PINN va an’anaviy chekli elementlar metodi (FEM) natijalari solishtirilib, PINNning afzallik va kamchiliklari tahlil qilinadi.

Kalit so`zlar. PINN, elastiklik, PDE, FEM, AutoDiff, neyron tarmoq, chiziqli elastiklik, PDE yechimlari, voxel ma’lumotlar, kuchlanish maydonlari, deformatsiya tensori, Airy kuchlanish funksiyasi

Annotation. This article details a modern approach to solving elasticity equations using Physics-Informed Neural Networks (PINN). The main equations of linear elasticity theory, PINN architecture, loss function, calculation of derivatives based on automatic differentiation (AutoDiff), and problems of 2D elastic plates and 3D structures are considered as practical examples. The results of the PINN and the traditional check element method (FEM) are compared, and the advantages and disadvantages of the PINN are analyzed.

Keywords. PINN, elasticity, PDE, FEM, AutoDiff, neural network, linear elasticity, PDE solutions, voxel data, kuchlanish fields, strain tensor, Airy kuchlanish function

Аннотация. В данной статье подробно описывается современный подход к решению уравнений упругости с использованием физико-информационных нейронных сетей (PINN). В качестве практических примеров рассматриваются основные уравнения линейной теории упругости, архитектура ПИНН, функция потерь, расчет производных на основе автоматического дифференцирования (AutoDiff), а также задачи 2D эластичных пластин и 3D конструкций. Сравниваются результаты ПИНН и традиционного метода проверки элементов (ФЭМ), анализируются преимущества и недостатки ПИНН.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова. PINN, упругость, PDE, FEM, AutoDiff, нейронная сеть, линейная упругость, решения PDE, воксельные данные, поля напряжения, тензор напряжений, функция воздушного напряжения

Introduction.

Elastiklik masalalari muhandislik, mexanika va materialshunoslikda materiallarning deformatsiyasini aniqlashda muhim ahamiyatga ega. Elastiklik masalalarini yechish uchun turli xil usullar qo‘llaniladi. Asosiy usullar: kuchlar usuli, siljishlar usuli, qoldiqli massalar usuli, chekli elementlar usuli, chekli farqlar usuli va boshqalar. An’anaviy usullar, masalan chekli elementlar usuli- bu usulda, konstruktsiya kichik elementlarga bo‘linadi va har bir element uchun tenglamalar tuziladi. Shundan so`ng, umumiy tenglamalar tizimi hosil qilinib, yechiladi., Chekli elementlar metodi (FEM), keng qo‘llanilsa-da, jismlar shakli murakkablashganda, parametrlar aniqmas bo‘lganda yoki katta o‘lchamli masalalarda sezilarli hisoblash resurslari talab etadi. Hozirgi raqamlashgan davrdan kelib chiqib, fizikani o‘rganuvchi neyron tarmoqlar (PINN) eng so`nggi yondashuv sifatida paydo bo‘ldi. PINN fizik qonunlarni (masalan, qisman differensial tenglamalar -PDE) neyron tarmoqqa bevosita kiritish orqali yechimni ma’lumotlarsiz olish imkonini beradi.

Literature reviyew.

PINN asosiy g`oya sifatida 2019-yilda mashhur su`niy intelekt va ilmiy hisoblash sohasidagi Eronlik Maziar Raissi va boshqalar tomonidan taklif etilgan. U sun’iy intellekt va fizik modellarni birlashtiradi. Bunday usullar an’anaviy hisoblash metodlariga qaraganda tarmoqsiz (bo`sh to`r) bo‘lib, murakkab geometrik shakillar uchun mos keladi. Masalan, elastiklik masalalarida PINN kuchlanish va deformatsiya maydonlarini silliq va fizik jihatdan mos keladi. Mazkur maqolada PINNning elastiklik tenglamalariga qo‘llanilishi, uning yasalish bosqichi va amaliy misollar keltirildi, shuningdek, FEM bilan solishtirish orqali uning istiqbollari muhokama qilinadi.

PINN haqidagi tadqiqotlar so‘nggi yillarda tez rivojlanmoqda. Masalan, Almeida va Silva nomli Portugalyalik tadqiqotchilar tomonidan 2023-yilda o‘tkazilgan tadqiqotda PINN uchburchak plastinkadagi kuchlanish taqsimotini bashorat qilishda muvaffaqiyatli qo‘llanilgan bo‘lib, u fizik qonunlar va chegaraviy shartlarga asoslangan holda yechim topgan. Shuningdek, Haghighat va boshqalar (2021) PINNni biharmonik tenglamalarga qo‘llab, elastik plastinkalar uchun Airy kuchlanish funksiyasidan foydalanganlar. 3D elastiklik masalalarida esa PINN chuqur energiya usuli (DEM) bilan birlashtirilib, voxel ma’lumotlar asosida ishlatilmoqda, bu tarmoqsiz yechimlar beradi. NVIDIA Modulus platformasi PINNni PDE yechish uchun standartlashtirgan, unda yo‘qotish funksiyasi chegaraviy shartlar va residuallarni o‘z ichiga olgan. Ushbu tadqiqotlar PINNning

ISSN 3030-3907

FEMga qaraganda kamroq resurs talab etishini ko‘rsatmoqda, ammo o‘qitish vaqti va konvergentsiya muammolari mavjud.

Methodology.

Chiziqli elastiklik nazariyasining asosiy formulalari Guk qonuni bilan beriladi, bu yerda kuchlanish tensori σ deformatsiya tensori ε bilan bog‘lanadi:

$$\sigma = \lambda \operatorname{tr}(\varepsilon) \mathrm{I} + 2\,\mu\varepsilon$$

Bu yerda λ va μ — Lamé parametrlari ya`ni λ-materialni siljishga qarshiligi moduli va μ-hajmiy siqilish , tr(ε) — ε ning izi, I — birlik tensor. Deformatsiya tensori quyidagicha ifodalanadi:

$$\varepsilon = \frac{1}{2}\left(\nabla u + (\nabla u)^T\right)$$

bunda u -o‘rin oalmashtirish vektori. Statik elastiklik uchun muvozanat tenglamasi:

$$\nabla \cdot \sigma + f = 0$$

f - tashqi kuch vektori. Chegaraviy shartlar Dirixle ($u = u_0$) va Neumann ($\sigma \cdot n = t$) shartlaridan iborat, n -tashqi normal vektor.

3D holatda tenglamalar murakkablashadi: kuchlanish komponentlari σ_{xx}, σ_{yy}, σ_{zz}, τ_{xy} va h.k. hisoblanadi. Biharmonik tenglamalar elastik plastinkalar uchun qo‘llaniladi: $\nabla^4 \phi = 0$ yoki $\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 \phi}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 x}{\partial y^4} = 0$, ϕ — Airy kuchlanish funksiyasi, undan kuchlanishlar olinadi:

$$\sigma_{xx} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2}\ ,\ \sigma_{yy} = \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2},\ \tau_{xy} = -\frac{\partial^2 \phi}{\partial x \partial y}.$$

PINN neyron tarmoqni PDEga moslashtiradi. U quyidagi qismlardan iborat:
1-Kirish: Fazoviy koordinatalar (x, y, z 3D uchun).
2-Chiqish: O‘rin o‘zgartirishlar (u_x, u_y, u_z) yoki kuchlanish komponentlari.

3-Ichki qatlamlar: Odatda 4-7 qatlam, har birida 20-50 neyron, gipperbolik tangens funksiyasi yoki ReLU faollashuv funksiyalari. ReLU shunday funksiyaki u neyron tarmoqlarda nolinearlik kirituvchi, sodda va samarali faollashuv funksiyasi.

PINN differensial tenglamalarni yechish uchun Pytorch yoki TensorFlow kabi kutubxonalardagi Avtomatik Differensiallash (AutoDiff) mexanizmidan foydalanadi. Bu yondashuv neyron tarmoq chiqishining fazoviy koordinatalar bo‘yicha yuqori tartibli derivativlarini avtomatik va aniq hisoblash imkonini beradi. ∇u, ε, σ avtomatik ravishda olinadi. Yo‘qotish funksiyasi neyron tarmoqni fizik qonunlarni va chegaraviy shartlarni bir vaqtda qanoatlantirishga majbur qiladi. Yo‘qotish funksiyasi quyidagilardan iborat:

$$L = L_{PDE} + L_{BC} + L_{IC}$$

ISSN 3030-3907

L_{PDE} — PDE residuallari: $\int(\nabla\cdot\sigma+f)^2 dx$ (Muvozanat tenglamasi xatoligi).

L_{BC} — Chegaraviy shartlar: $\int(u+u_0)^2 ds$ yoki $\int(\sigma\cdot n-t)^2 ds$.

L_{IC} — Boshlang‘ich shartlar (dinamik masalalar uchun).

DEM integratsiyasida yo`qotish potentsial energiya minimallashtirishga asoslanadi: $E_{\text{int}}+E_{ext}$, $E_{\text{int}}=\int\frac{\varepsilon}{\sigma}dV$. O‘qitish su`niy intelerkt va neyron tarmoqlardagi gradient asosidagi optimizatsiya algoritmi bilan, 1000-5000 epoxa davomida amalga oshiriladi.

Analysis and results.

*2D elastik plastinka masalasi***:** 1×1 kvadrat plastinka, bir tomoni qattiq mahkamlangan, boshqa tomonida yuk qo‘llaniladi. PINN 7 qatlamli tarmoq bilan o‘qitildi, kollokatsiya nuqtalari (ichki: 1000, chegaraviy: 500) tasodifiy tanlandi. Natijada, u_x va u_y o‘rin almashtirishlar hisoblandi, kuchlanish maydonlari FEM bilan solishtirildi -xatolik 1% dan kam.

*3D misol***:** Voxel ma’lumotlar asosidagi struktura (masalan, stul yoki ko‘prik). PINN DEM bilan birlashtirilib, voxel nuqtalarda (masalan, 50x50x50 grid) deformatsiyalar bashorat qilinadi. Yuk qo‘llanganda, von Mises kuchlanish taqsimoti hisoblanadi: $\sigma_v=\sqrt{\sigma_{x^2}-\sigma_x\sigma_y+\sigma_{y^2}+3\tau_{xy^2}}$ Natijalar FEM bilan mos keladi, ammo PINN tarmoqsiz bo‘lgani uchun tezroq.

Uchburchak plastinka misoli: Uchburchak yuk ostidagi kuchlanish taqsimoti PINN orqali yechiladi, Airy funksiyasi asosida analitik yechim bilan solishtiriladi — xatolik ~1%.

*Afzalliklari.*a) Tarmoqsiz yechim: Murakkab geometrik shakillar uchun mos keladi. PDEni bevosita fizik qonun sifatida o‘rgatadi, ma’lumotsiz ishlaydi. b) Kuchlanish maydonlari silliq chiqadi, extrapolatsiya qobiliyati yuqori. c) DEM bilan birlashganda, energiya minimallashtirish orqali fizik moslikni ta’minlaydi. d) Voxel ma’lumotlar bilan 3D masalalarni tez yechadi. Voxel- bu 3 o`lchamli ya`ni 3D fazodagi eng kichik hajm birligi bo`lib, pixel 2D chizmada kvadrat nuqta bo`lsa, voxel 3D modelda kub shaklidagi nuqta bo`ladi.

Kamchiliklari. a) O‘qitish vaqti uzoq ya`ni 40 daqiqa yoki undan ko‘p bo`ladi. b) Konvergentsiya muammolari bor, ular tuzilishi va parametrlar nozik sozlashni talab etadi. c) Yuqori o‘lchamli yoki nolinear masalalarda aniqlik pasayishi mumkin. d) FEMga qaraganda, katta masalalarda resurs talab etishi mumkin.

Tadqiqotlar PINN bilan FEMni bir- biri bilan taqqoslagandagi ninatijalarini quydagi jadval orqali ko`rishimiz mumkin:

ISSN 3030-3907

Usullar	O‘rtacha $L2$ xatolik	Hisoblash vaqti (sek)
PINN	0.5 %	85
FEM	0.2 %	12

Conclusion.

PINN elastiklik masalalarini yechishda istiqbolli yondashuv bo‘lib, FEM bilan raqobatlasha oladi. U tarmoqsizligi va fizik mosligi bilan ajralib turadi, ammo o‘qitish samaradorligini oshirish kerak. Kelajakda PINN asosidagi operator-o‘rganish texnologiyalari mexanikadagi ko‘plab murakkab PDElar, masalan, nolinear elastiklik yoki multifizika ya`ni tizimlarning bir nechta fizika jarayonlari va ularning o‘zaro bog‘lanishini **bir vaqtning o‘zida** modellashtirish masalalari uchun qo‘llanilishi kutilmoqda. Ushbu yondashuv sun’iy intellektni ilmiy hisoblashda yangi bosqichga olib chiqadi Shuningdek, PINN teskari masalalarni (material xossalarini aniqlash, optimal geometriyani loyihalash) yechishda ham fundamental rol o‘ynaydi. Bu yondashuv sun’iy intellektni ilmiy hisoblash sohasida yangi bosqichga olib chiqadi.

REFERENCES.

1. Raissi M., Perdikaris P., Karniadakis G.E. Physics-Informed Neural Networks // *Journal of Computational Physics*. – 2019.
2. Haghighat E., Juanes R. A Physics-Informed Neural Network Framework for Solving Elasticity Problems. – 2021.
3. Leake C. 3D PINN Models for Solid Mechanics // *Computer Methods in Applied Mechanics*. – 2022.
4. NVIDIA Modulus Documentation. NVIDIA Corporation. – 2023.
5. Karniadakis G. *Deep Energy Method for PDE Solving*. Springer. – 2024.
6. Sadd M.H. *Elasticity: Theory, Applications, and Numerics*. — Academic Press, 2014.
7. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L., Zhu J.Z. *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals*. — Elsevier, 2013

ISSN 3030-3907

JAHON VA O‘ZBEKISTONDA MUQOBIL ENERGIYA MANBALARIDAN FOYDALANISH HOLATI VA ISTIQBOLLARI

Murodova Feruza Rashidovna
Buxoro davlat texnika universiteti Axborot kommunikatsiya texnologiyalari kafedrasi p.f.d DSc, professor
Mirzoyev Dilshod Po‘lotovich
Buxoro davlat texnika universiteti Elektr va energetika muhandisligi kafedrasi p.f.f.d PhD, dotsent
E-mail: dilshodmirzoyev85@gmail.com
Shermetov Umidbek Qahramon o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti magistranti
E-mail: umidbek.shermetov.98@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada qayta tiklanadigan energiya manbalaridan quyosh, shamol, gidroenergetika va biyomassa energiyasini dunyo va O‘zbekiston respublikasi miqiyosidagi holati va rivojlanish holatlari taxlili keltirilgan. Taxlillar aniq raqamlarga asosslangan holda tavsiyalar berilgan. Tavsiyalar asosida bajarilgan ishlardan qancha energiya resurslar tejalishi va tabiyatga ajralib chiqadigan zararli gazlar miqdorini kamayishi keltirilgan.

Kalit so‘zlar: gaz, neft, ko‘mir, suv ombori, quyosh energiyasi, shamol energiyasi, gidro energetika, biyomassa.

Аннотация: В данной статье представлен анализ текущего состояния и перспектив развития возобновляемых источников энергии, таких как солнечная, ветровая, гидроэнергетика и биомасса, в мире и в Республике Узбекистан. Анализ содержит рекомендации, основанные на конкретных цифрах. Также приводятся данные о количестве сэкономленных энергоресурсов и снижении выбросов вредных газов в окружающую среду, достигнутых в результате реализации данных рекомендаций.

Ключевые слова: газ, нефть, уголь, водохранилище, солнечная энергия, ветровая энергия, гидроэнергетика, биомасса.

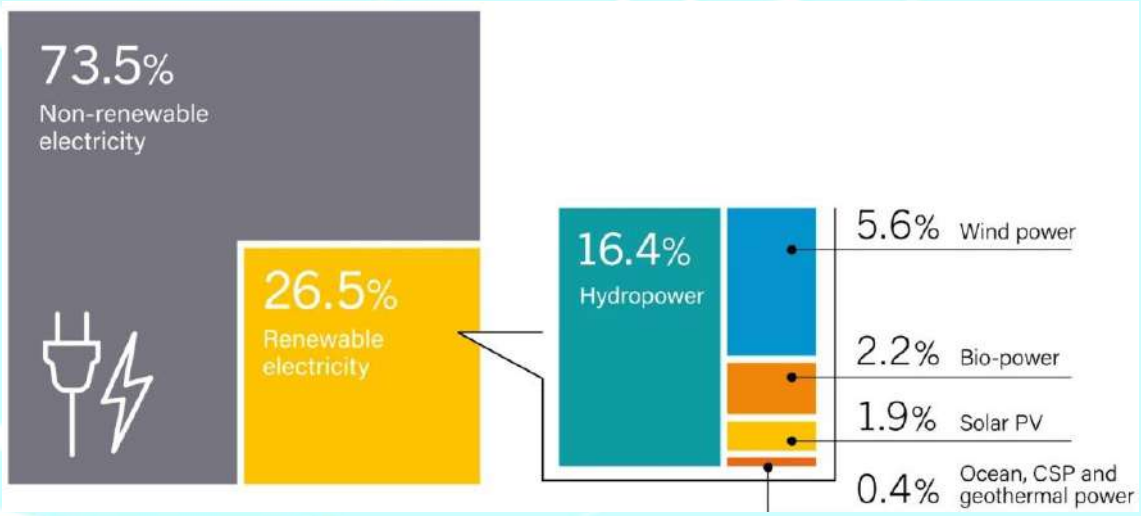
Abstract: This article presents an analysis of the current state and development prospects of renewable energy sources such as solar, wind, hydropower, and biomass energy at the global level and in the Republic of Uzbekistan. The analysis provides recommendations based on specific figures. It also presents the amount of energy resources saved and the reduction in harmful gas emissions into the environment resulting from the implementation of these recommendations.

Keywords: gas, oil, coal, reservoir, solar energy, wind energy, hydropower, biomass.

Kirish

ISSN 3030-3907

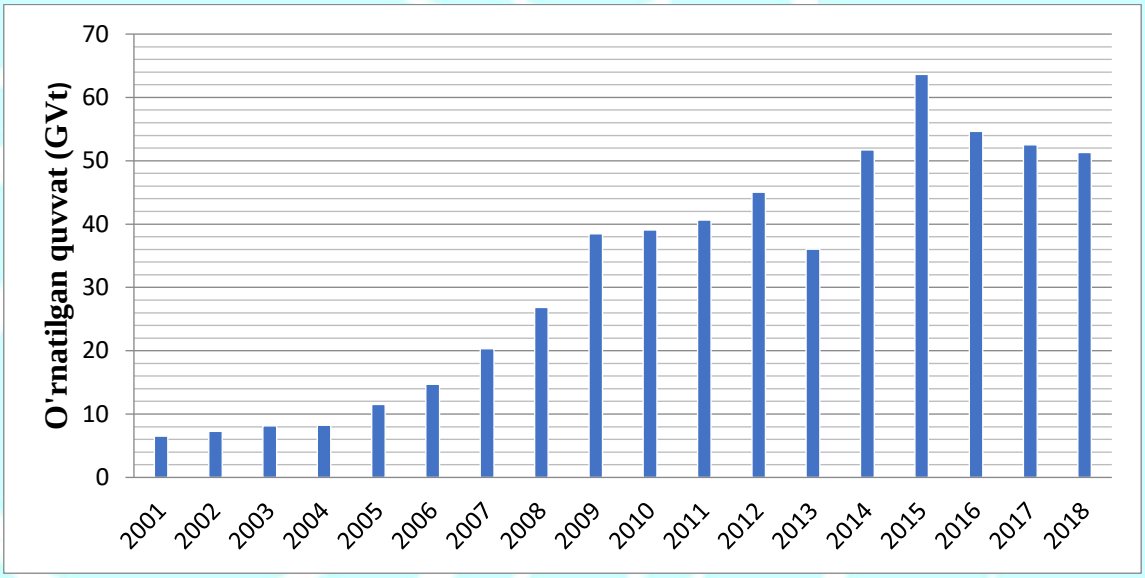
Rivojlangan va rivojlanayotgan davlatlar ekologik toza bitmas tuganmas qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish salmog‘ini yildan yilga oshirib bormoqdalar. Bu soha bo‘lgan qiziqish ortishi natijasida milliardalab dollor investitsiyalar kirityaptilar. Asosiy maqsad mavjud energetik zahiralarni tejash va ekologiya atrof muhit tozaligini saqlashdan iborat. Jahonda qayta tiklanadigan energiya manbalariga kiritlgan investitsiyalar 332,1 mlrd. Dollardan ortiqni tashkil qiladi. Bu ko‘rsatgich 2024 yilga qaraganda 16 % kam. Quyidagi rasmda dunyoda energiyadan foydalanish ko‘rsatgichlari keltirilib o‘tilgan. Bunga ko‘ra qayta tiklanmaydigan energiya manbalaridan (gaz, neft, ko‘mir) foydalanish ko‘rsatgichlari 73,5 % ni tashkil qilar ekan. Qayta tiklanadigan energiya manbalari esa 26,5 % ni tashkil qilar ekan. Shundan 16,4 % gidroelekt stansiyalar, 5,6 % shamol energiyasi, 2,2 % biomassa, 1,9 % quyosh energiyasi va 0,4 % getermal, dengiz to‘lqinlar energiyasi hissasiga to‘g‘ri kelar ekan [1].



1-rasm. Jahonda energiyadan foydalanish ko‘rsatgichlari

SHAMOL ENERGIYASI: Bugungi kunda qayta tiklanadigan energiya manbalari ichida shamol energiyasidan foydalanish eng istiqbolli loyihalardan sanaladi. SHamol energiyasidan foydalanish bo‘yicha Xitoy, AQSH va Germaniya davlatlari etakchilik qilyapti. “Global wind energy concul” (GWEC) dan olingan ma’lumotlarga ko‘ra dunyoda shamol turbinalaridan olinadigan umumiy energiyaning 35 % Xitoyda, 17 % AQSH va 10 % Germaniya davlatlari hissasiga to‘g‘ri keladi. Dunyoda shamol energiyasidan foydalanish bo‘yicha Osiyo mintaqasi etakchilik qilyapti. Osiyo davlatlari 2018 yilda ishlab chiqarilgan shamol energiyasi 42 %, Evropa davlatlari 28%, SHimoliy va Janubiy Amerika davlatlari 18%, Afrika mintaqasi va qolgan davlatlar 12% tashkil qiladi [2].

ISSN 3030-3907



2-rasm. Jahonda shamol energiyasi ishlab chiqarish ko‘rsatgichlari

QUYOSH ENERGIYASI: Hozirgi kunda quyosh energiyasidan foydalanish jadallik bilan rivojlanmoqada. Kelajakda AQSh va Hindiston quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha yetakchi davlatlarga aylanishi mumkin. Hozirda bu davlatlarda ko‘plab quyosh energetik qurilmalarini ishlab chiqaruvchi korxonalar soni yildan yilga oshib bormoqda.

GIDROENERGETIKA: Jahonda suv energiyasidan foydalanishda ham Xitoy davlati yetakchilik qilyapti. Quyida dunyodagi eng katta gidroelektr stansiya keltirilgan [3]. Xitoyning Yanszi daryosida joylashgan, dunyodagi eng yirik gidroelektr stansiyasi bo‘lib, tashqi ko‘rinishi gigant, gorizontal beton devor (to‘g‘on) ko‘rinishida bo‘lib, u daryo bo‘yini to‘sib, katta suv omborini hosil qiladi va uning ostidan yoki yonidan turbinalar orqali suv o‘tkazib, elektr energiyasi ishlab chiqaradi, u yuzlab metr balandlikda va kilometrlar uzunlikda bo‘lib, sun’iy yo‘ldoshdan ko‘rinishi ham juda katta inshoot sifatida namoyon bo‘ladi. Qurilishi 1992-yilda boshlanib, 2006-yilda asosiy qurilish yakunlangan, keyinchalik kema lifti qo‘shilgan. Elektr energiyasi (22.5 GVt quvvatga ega) ishlab chiqarish, daryo transportini yaxshilash va suv toshqinlarini nazorat qiladi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Dunyodagi eng katta GES tashqi ko‘rinishi (Uch dara)

O‘zbekistonda quyosh energiyasidan foydalanish bo‘yicha o‘tqazilgan ilmiy tadqiqot ishlarining natijalari yetarlicha uzoq yillardan beri bunday qurilmalarning ko‘plab tajriba nusxalari ishlab turibdi. Mamalakatimizda quyosh energiyasidan foydalanish qurilmalarining kengroq ishlatila boshlanishi va yaqin yillarda ularning soni keskin ortishi kutilayotgani munosabati bilan bunday qurilmalarni ishlab chiqarivchi, yig‘uvchi, ishag tushiruvchi va servis xizmati ko‘rsatuvchi mutaxassislarga bo‘lgan ehtiyoj ortmoqda.

O‘zbekistonning yalpi quyosh energiyasi salohiyati ***50973 mln.t.n.e***, texnikaviy salohiyati esa ***176,8 mln.t.n.e*** ga teng deb baholandi. Demak O‘zbekiston zaminiga bir yilda tushuvchi quyosh energiyasi absolyut qiymatiga ko‘ra mamlakatning tekshirilgan uglevodorod xom ashyosidan ancha ko‘pdir. Hozirgi vaqdda quyosh energiyasining faqatgina 3 % o‘zlashtirilgan xolos [4].

Quyosh energiyasidan amalda foydalanishning eng istiqbolli sohalari:

Elektr toki hosil qilish, chorvani sug‘orish va ziroatchilik uchun quduqlardan suv tortib chiqarish, quyi potensialli issiqlik olish, cho‘l-sahro hududlarida suvni chuchitish, qishloq xo‘jalik mahsulotlarini quritish, issiqxonalar va yashash joylarini isitish, binolarni issiqliq suv bilan ta’minlash, shamollatish va sovutish, sof metallar, issiqlikka chidamli materiallar olishda yuqori haroratli quyosh pechlari quyish va hokozolar.

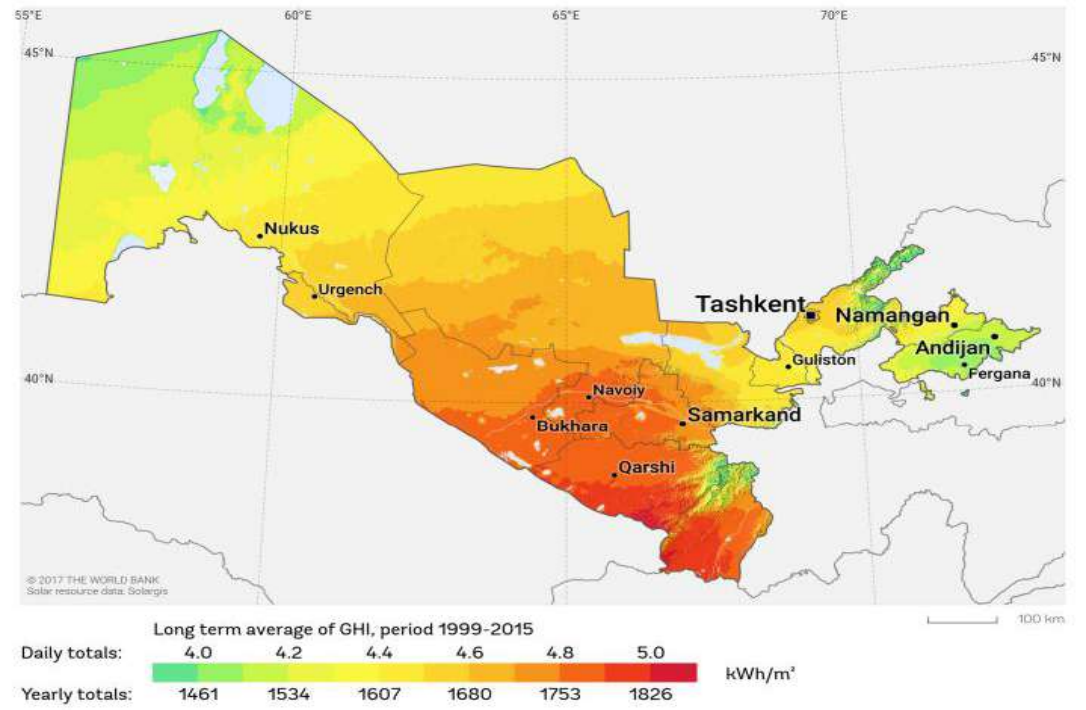
ISSN 3030-3907

1-jadval

Bazi meteostansiyalar uchun havo ochiq vaqtida gorizontal sirtga tushuvchi oylik jami to‘g‘ri radiatsiya (MJ/m^2) [5].

Metrologik stansiyalar	Oylar											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Qoraqalpo-g‘iston	202	295	466	611	768	787	772	672	512	397	244	184
Toshkent	223	302	488	584	728	745	733	647	497	367	263	149
Farg‘ona	193	263	439	560	688	700	686	604	461	340	216	174
Samarqand	274	344	533	626	744	723	739	656	507	404	283	235

ISSN 3030-3907



4-rasm. O‘zbekiston hududida quyoshdan olinadigan solishtirma quyosh energiyasi qiymatlari [6].

Yuqoriga bayon qilganimizdek, muqobil enegiya manbalarining eng maqbuli va hammaga taluqlisi bu quyosh energiyasidir. Respublikamiz sarhadlariga tushadigan quyosh energiyasining bir yillik miqdori tahminan 130 trillion tonna toshko‘mirni yoqqanda ajralib chiqadigan energiyaga teng. Bu esa mamlakatimizda ishlatiladigan jami energiyadan ancha ko‘p.

Germaniyaning **“Intec-COPA, GEONET”** va **“O‘zbekeneregо” AJ** kompaniyalari hamkorligida O‘zbekiston hududida shamol energiyasi salohiyatini baholash va shamol xaritasini tuzish bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi va bu asosida Shamol elektr stansiyalar qurilib hozirgi kunda elektr energiyasi ishlab chiqarib iste’molchilarga etkazib berilmoqda. Olib borilgan tadqiqotlar natijasiga ko‘ra shamol energiyasining yalpi salohiyati yiliga ***520 GVt*** ni tashkil qilar ekan. Bu esa taxminan yiliga ***1,7 trillion kVtsoat*** elektr energiya olish imkonini beradi. Texnik salohiyati esa taxminan ***10 GVt*** ni tashkil qiladi [5]. Qoraqalpog‘iston, Navoiy va Buxoro hududlarida shamol energiyasidan foydalanish boshqa hududlarga qaraganda samaraliroq ekan. Shamol tezligi turli balandliklarada turlicha bo‘ladi. Shamol o‘rtacha tezligi havo oqimining zichligi, harorat, bosim va boshqa parametrlarga bog‘liq ravishda o‘zgarib turadi.

ISSN 3030-3907



5-rasm. O‘zbekiston hududidda shamol energiyasi salohiyati keltirilgan xarita

O‘zbekiston gidroenergetika resurslariga boy mamlakat hisoblanadi. O‘zbekistonning yalpi gidroenergetika resurslari ***9,2 mln. t.n.e*** tengligi aniqlangan. Bu borada respublikamizda o‘zlashtirilishi mumkin bo‘lgan gidroenergetika resurslari yiliga ***27,4 milliard kWt/soat*** elektroenergiya ishlab chiqarish hajmiga teng. Shu bilan birga, hozirda mamlakatimiz gidroenergetika salohiyatining atigi 6,5 milliard kWt/soati yoki 23,7 foizi o‘zlashtirilgan, xolos [6].

Hozirgi kunda O‘zbekistonda 50 ga yaqin gidroelektr stansiyalari mavjud bo‘lib, ulardan 38 tasi “O‘zbekenergo” tarkibiga kirsa 12 tasi esa qishloq va suv xo‘jaligi vazirligi tasarrufidagi «O‘zsuvenergo» birlashmasi tasarrufidadir. Bu stansiyalar yiliga o‘rtacha **6,5 mlrd. kWt soat**, elektr energiya beradi [7].

2-jadval

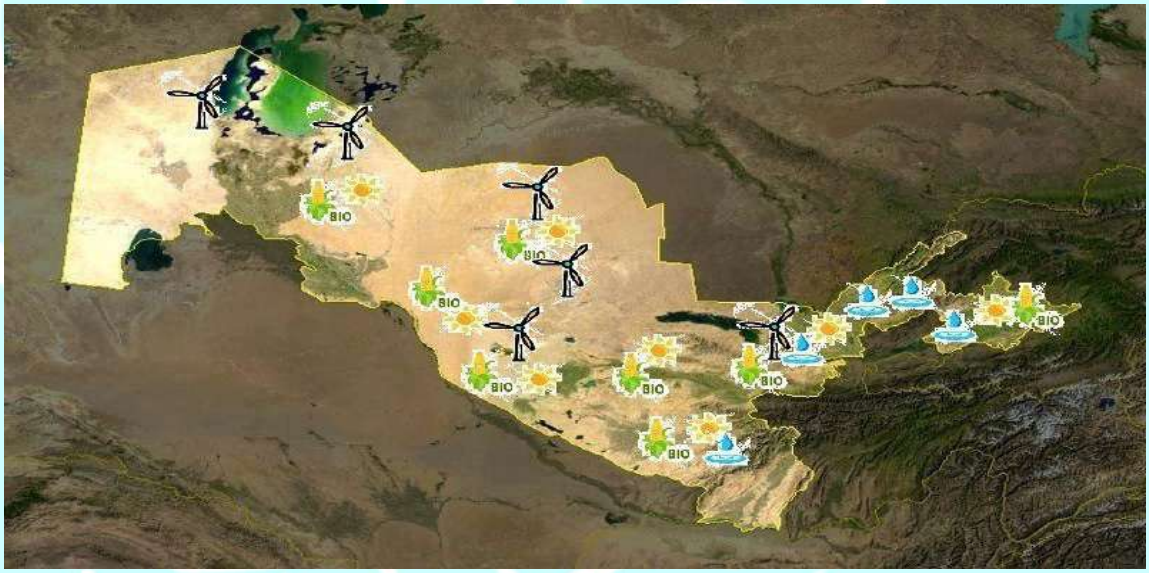
O‘zbekiston mavjud katta quvvatli gidroelektr stansiyalari keltirilgan ma’lumotlar

	GES nomlari	O‘rnatilgan quvvati (MVt)	Suv bosimi (m)	Suv sarfi m^3/soat
1	Chorvoq	620,5	180	149
2	Xodjikent	165	34	183,6
3	To‘yamo‘yin	150	25	180
4	Andijon	140	30	69,5

ISSN 3030-3907

5	Farhod	126	35,5	68,5
6	G‘azalkent	120	28,25	45

O‘zining yirik qishloq xo‘jaligi tarmog‘i tufayli O‘zbekiston biomassa energiya ishlab chiqarishning ulkan salohiyatiga ega. Mamlakatda biomassaning asosiy manbai paxta poyasi va qishloq xo‘jalik hayvonlarning go‘nglari hisoblanadi. Bu manbalar asosida konservativ yonish jarayonini qo‘llash orqali qishloq joylarida pishirish va isitish uchun sarflanadi. Biomassaning texnik salohiyati yiliga 1496 GVt·soat energiya olish imkonini beradi [8].



6-rasm. O‘zbekiston hududida qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish xaritasi

Xulosa qilib shuni aytishimiz mumkinki Jahonda qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish ekologik muammolarni barqarorlashtirish, energiya resurslarini tejash, iqtisodiy va ijtimoiy sohalarni rivojlantirishdagi muhim strategik yo‘nalishlaridan biri ekanligini ko‘rsatadi.

Respublikamiz hududlarida qoyosh energiyasi resurslari salohiyati mavjudligi, ushbu hududlarda olib borilgan tadqiqotlar tahlilari asosida quyosh energetik qurilmalaridan foydalanish imkoniyatlari kengroq ekanligini anglash orqali, Buxoro viloyatining chekka hududlarida quyosh batareyalaridan foydalanib, kichik quvvatli elektr energiyasi iste’molchilarini uzluksiz va ishonchli elektr energiya bilan ta’minlash imkoniyati mavjud ekanligini ko‘rishimiz mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. I.N. Xushvaqtov., D.X. Tangirov. “Yashil energiya” istiqbollari. Energiya va resurs tejash muammolari. Toshkent. 2015.83-85 b.
2. A.B. Safarov. Veybul ehtimollik taqsimot funksiyasidan foydalanib Buxoro viloyati hududining shamol energetikasi salohiyatini tahlil qilish // ToshDu xabarlari. 2018 (4). 93-98 b.

ISSN 3030-3907

3. T.Y. YUnusov. Energiya ishlab chiqarishning bugungi kuni va kelajagi. -T.: “Fan va texnologiya”, 2012, 140 b.
4. T.Sh. Majidov, “Noa’nanaviy va qayta tiklanuvchi energiya manbalari”, Toshkent 2014, 90-106 b.
5. R.R. Avezov., N.R. Avezova., N.A. Matchanov., SH.I. Suleymanov., R.D. Abdukadirova. Istoriya razvitiya i sostoyanie ispolzovaniya solnechnoy energii v Uzbekistane // Geleotexnika. 2012(4). 17-23 s.
6. N. Avezova., A. Khaıtmukhamedov., A. Vokhıdov. Uzbekistan renewable energy short overview: programs and prospects. International Journal of Energy and Smart Grid, 2017. 2(2), pp.43-46.
7. M. Mardonova., Y. Choi. Assessment of Photovoltaic potential of Mining sites in Uzbekistan. Sustainability. 36 (4), 2019. Rr. 657-674
8. N.N. Sadullaev., A.B. Safarov. Buxoro viloyatining chekka hududlarida energiya iste’moli va ekologik muammolarni hal qilishda shamol energiyasidan foydalanish imkoniyatlari. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti. Buxoro 2019 (5). 138-144 b.
9. CH.N. Aung Tan. Issledovanie effektivnosti kompleksnogo ispolzovaniya vozobnovlyaemых istochnikov energii v regionalnoy energetike Myanmы // kandidatskaya dissertatsiya. Moskva. 2014. S.132
10. https://www.statista.com/statistics/267358/world-installed-power-capacity/
11. N.N. Sadullayev A.B. Safarov., Sh.N. Nematov., R.A. Mamedov. Research on Facilities of Power Supply of Small Power Capability Consumers of Bukhara Region by using Wind and Solar Energy. International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering, Volume 8, Issue 9S2, 2019. pp. 229 – 235

ISSN 3030-3907

MUTAXASSISLIK FANLARINI O‘QITISHDA SUN’IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH IMKONIYATLARI

Jo‘rayev Sirojbek O‘rol o‘g‘li
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti stajyor o‘qituvchi
Xudoyqulov Kamoljon Toshpo‘latovich
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti Katta o‘qituvchi
E-mail: sirojbekjorayev1@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada mutaxassislik fanlarini o‘qitish jarayonida sun’iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanishning zamonaviy imkoniyatlari, afzalliklari va amaliy tatbiqlari tahlil qilingan. Ta’lim tizimida AI (Artificial Intelligence) yechimlari — adaptiv o‘qitish, avtomatik tahlil, shaxsiylashtirilgan ta’lim, virtual laboratoriyalar kabi yo‘nalishlarda keng qo‘llanilishi mumkinligi ko‘rsatib o‘tilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, SI texnologiyalari mutaxassislik fanlarining samaradorligini oshirish, talabalarning ijodiy va tahliliy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirishda muhim rol o‘ynaydi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt(SI), raqamli ta’lim, mutaxassislik fanlari, adaptiv o‘qitish, AI (Artificial Intelligence), virtual laboratoriya, tahliliy tizim.

Аннотация. В статье проанализированы современные возможности, преимущества и практические аспекты использования технологий искусственного интеллекта (ИИ) в процессе преподавания профессиональных дисциплин. Показано, что решения в области Artificial Intelligence могут широко применяться в системе образования в таких направлениях, как адаптивное обучение, автоматизированный анализ, персонализированное обучение и виртуальные лаборатории. Результаты исследования свидетельствуют о том, что технологии ИИ играют важную роль в повышении эффективности преподавания профессиональных дисциплин, а также в развитии творческих и аналитических навыков обучающихся.

Ключевые слова: искусственный интеллект (ИИ), цифровое образование, профессиональные дисциплины, адаптивное обучение, AI (Artificial Intelligence), виртуальные лаборатории, аналитические системы.

Abstract. This article analyzes modern opportunities, advantages, and practical applications of using artificial intelligence (AI) technologies in the teaching of specialized subjects. It highlights the wide applicability of AI solutions in education, including adaptive learning, automated analysis, personalized education, and virtual laboratories. The research findings indicate that AI technologies play a significant role in improving the effectiveness of teaching specialized disciplines and in developing students’ creative and analytical thinking skills.

ISSN 3030-3907

Keywords: artificial intelligence (AI), digital education, specialized subjects, adaptive learning, AI (Artificial Intelligence), virtual laboratories, analytical systems.

Kirish

XXI asrda ta’lim tizimi jadal rivojlanayotgan raqamli texnologiyalar bilan uzviy bog‘liq holda o‘zgarib bormoqda. Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining, xususan, **sun’iy intellekt (SI)** sohasining rivojlanishi ta’lim jarayoniga yangicha yondashuvni talab etmoqda. Bugungi kunda sun’iy intellekt texnologiyalari nafaqat ishlab chiqarish, tibbiyot, transport va iqtisodiyot sohalarida, balki **ta’lim tizimining har bir bosqichida** ham muhim ahamiyat kasb etmoqda. Sun’iy intellekt — bu inson tafakkuriga xos jarayonlarni, ya’ni o‘rganish, xotirlash, qaror qabul qilish, muammolarni tahlil etish va mantiqiy fikrlashni mashinalar orqali modellashtiruvchi texnologiyadir. Ta’lim sohasida SI texnologiyalarining qo‘llanilishi o‘qitish jarayonini avtomatlashtirish, shaxsiylashtirish, tahlil qilish va natijalarni baholashni yangi bosqichga olib chiqmoqda. **Mutaxassislik fanlarini o‘qitishda sun’iy intellektdan foydalanish** esa o‘qituvchi va talaba o‘rtasidagi o‘zaro muloqotni samarali tashkil etish, mustaqil ta’limni rivojlantirish hamda amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishda keng imkoniyatlar yaratmoqda. Masalan, dasturlash, muhandislik, iqtisodiyot, menejment, pedagogika va tibbiyot kabi sohalarda SI texnologiyalaridan foydalanish orqali o‘qitish jarayonida **individual yondashuv**ni ta’minlash**, o‘quv materiallarini avtomatik tahlil qilish, test va baholash tizimlarini raqamlashtirish** imkoniyati yuzaga keladi.

Shuningdek, ChatGPT, Google Gemini, Copilot, Khanmigo, Duolingo Max

ISSN 3030-3907



1-rasm. sun'iy intellekt (AI) vositalari

Kabi zamonaviy sun’iy intellekt tizimlari yordamida talabalar murakkab masalalarni yechish, kod yozish, ilmiy izlanish olib borish va o‘z sohasida yangi g‘oyalar yaratish imkoniga ega bo‘lmoqdalar. Bunday platformalar o‘qituvchining yordamchisi sifatida xizmat qilib, ta’lim jarayonini **interaktiv, tahliliy va ijodiy** shaklga keltiradi. O‘zbekiston Respublikasida ham so‘nggi yillarda ta’lim tizimini raqamlashtirish, innovatsion pedagogik yondashuvlarni joriy etish, o‘qituvchilar va talabalarni sun’iy intellekt asosidagi ta’lim vositalaridan foydalanishga o‘rgatish bo‘yicha qator chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Prezident qarorlarida raqamli iqtisodiyot, axborot texnologiyalari va sun’iy intellekt sohasida kadrlar tayyorlashning strategik ahamiyati alohida ta’kidlanadi. Shu boisdan, **mutaxassislik fanlarini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganish,** ularni samarali tatbiq etish yo‘llarini aniqlash va metodik tavsiyalar ishlab chiqish bugungi kunda ta’lim sifatini oshirishning eng dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Ushbu maqolada aynan **sun’iy intellekt (SI)** sohasining rivojlanishi ta’lim jarayoniga yangicha yondashuvga e’tibor qaratilib, sun’iy intellekt texnologiyalarining o‘qitish jarayonidagi o‘rni, afzalliklari, qo‘llaniladigan metodlari va amaliy natijalari tahlil qilinadi.

ISSN 3030-3907

Avvalgi tadqiqotlar

So‘nggi yillarda ta’lim jarayonida **sun’iy intellekt (SI)** texnologiyalaridan foydalanish masalasi jahon miqyosida keng o‘rganilmoqda. Turli mualliflar o‘z tadqiqotlarida SI tizimlarining ta’lim samaradorligini oshirishdagi o‘rni, shuningdek, ularning mutaxassislik fanlarini o‘qitishga integratsiyalash imkoniyatlarini tahlil qilganlar.

Anderson va Lee (2019) o‘z tadqiqotlarida SI asosidagi *intellektual ta’lim tizimlari* (Intelligent Tutoring Systems – ITS) orqali talabalar bilimini individual baholash va moslashtirilgan o‘quv kontentini taqdim etish usullarini ishlab chiqdilar. Ularning fikricha, bu tizimlar o‘quvchilarning qobiliyatini tahlil qilib, ularga shaxsiy yondashuv asosida topshiriqlarni tanlay oladi.

Nguyen va Chen (2020) SI algoritmlarini muhandislik fanlarini o‘qitishda qo‘llash orqali talabalar amaliy ko‘nikmalarini rivojlantirish bo‘yicha tajribalar o‘tkazgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, mashinaviy o‘qitish (machine learning) asosida ishlab chiqilgan laboratoriya simulyatorlari o‘quv jarayonining interaktivligini sezilarli darajada oshirgan.

Karimov (2021) O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalarida SI texnologiyalarini joriy etishning mavjud imkoniyatlarini tahlil qilib, texnik va pedagogik infratuzilmaning yetarli emasligi sababli bu jarayonning bosqichma-bosqich amalga oshirilishi lozimligini ta’kidlaydi. Shuningdek, u ta’lim jarayonida SI asosidagi baholash tizimlarini (AI-based assessment systems) joriy etish o‘qituvchining ish yukini kamaytirishi mumkinligini qayd etgan.

Zhang va boshqalar (2022) sun’iy intellektni texnik yo‘nalishdagi fanlarda, xususan, kompyuter grafikasi va dasturlash asoslarini o‘qitishda qo‘llashni o‘rganganlar. Ularning natijalariga ko‘ra, AI yordamida avtomatik tahlil va vizualizatsiya tizimlari talabalarning murakkab mavzularni tushunish jarayonini tezlashtirgan.

Shuningdek, **OECD (2023)** tomonidan chop etilgan hisobotda SI texnologiyalari o‘qituvchilarni to‘liq almashtirmasligi, balki ularning faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi intellektual yordamchi sifatida ishlatilishi lozimligi ta’kidlangan.

Yuqoridagi tadqiqotlarni tahlil qilganda ko‘rinadiki, aksariyat ilmiy ishlar SI texnologiyalarining **umumiy ta’lim jarayonidagi** roliga e’tibor qaratgan. Biroq **mutaxassislik fanlarini** o‘qitishda, xususan, texnik va muhandislik yo‘nalishlarida SI texnologiyalarini **didaktik model** sifatida qo‘llash masalasi hali yetarlicha o‘rganilmagan. Shu bois ushbu tadqiqotda mutaxassislik fanlari o‘qitish jarayonida sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etishning **amaliy imkoniyatlari, metodik yondashuvlari va natijaviy samaradorligi** tahlil qilinadi.

Metodologiya

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqotning metodologik asosi zamonaviy ta’lim jarayoniga sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarini integratsiya qilish tamoyillariga asoslanadi. Ishda ta’lim texnologiyalari, pedagogika, dasturlash va axborot tizimlari yo‘nalishlarining o‘zaro bog‘liqligi inobatga olingan. Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

T/r	Bosqichlari	Amalga oshirilishi
1	**Nazariy tahlil bosqichi**	Sun’iy intellektning ta’limdagi o‘rni, o‘qitish jarayonida qo‘llanilayotgan ilg‘or xorijiy tajribalar, ilmiy manbalar va amaliy tadqiqotlar o‘rganildi. ChatGPT, Copilot, Gemini kabi tizimlar orqali interaktiv o‘qitishning afzalliklari tahlil qilindi.
2	**Eksperimental bosqich.**	Tanlangan mutaxassislik fanlari (axborot texnologiyalari, iqtisod, muhandislik, pedagogika) doirasida AI asosida o‘qitish vositalari sinovdan o‘tkazildi. Talabalarning bilim darajasi, ishtirok faolligi va mustaqil ishlash qobiliyati o‘rganildi.
3	**Analitik bosqich.**	Olingan natijalar tahlil qilinib, sun’iy intellekt asosidagi o‘qitish metodlarining samaradorligi baholandi. Talabalarning o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari, o‘qituvchi yuklamasining kamayishi va o‘quv jarayonining avtomatlashtirilish darajasi o‘lchandi.
4	**Texnologik bosqich.**	O‘qitish jarayonida AI texnologiyalarini joriy etishning metodik tavsiyalari ishlab chiqildi. Chatbot-o‘qituvchilar, adaptiv o‘qitish tizimlari, gamifikatsiya va avtomatik baholash tizimlari asosida yangi ta’lim modeli taklif qilindi.

Tadqiqotda tizimli yondashuv, taqqoslash, modellashtirish, pedagogik kuzatuv va statistik tahlil usullari qo‘llanildi. Metodologiya sun’iy intellekt vositalarining o‘quv jarayoniga samarali integratsiyasini ta’minlashga qaratilgan.

Masalaning qo‘yilishi

Zamonaviy ta’lim tizimining eng muhim talabi — bu o‘quv jarayonini raqamlashtirish, innovatsion texnologiyalarni joriy etish va o‘qitish sifatini oshirish orqali kadrlar tayyorlash samaradorligini ta’minlashdan iborat. Ammo bugungi kunda ko‘plab oliy ta’lim muassasalarida o‘qitish jarayoni hanuzgacha an’anaviy usullar asosida olib borilmoqda, bu esa talabalarning individual o‘zlashtirish darajasi, qiziqishi va o‘rganish sur’atini to‘liq inobatga olish imkonini bermaydi.

ISSN 3030-3907

Muammo shundaki, o‘qituvchilarning ko‘pchiligi hali ham sun’iy intellekt texnologiyalaridan samarali foydalanish uchun zarur malaka va metodik ko‘nikmalarga ega emas. Natijada, mavjud raqamli vositalar va sun’iy intellektga asoslangan tizimlardan foydalanish imkoniyatlari cheklangan holda qolmoqda. Bu esa ta’lim sifatiga, ayniqsa mutaxassislik fanlarini o‘qitishda amaliy yondashuvlarni rivojlantirishga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

Bugungi kunda ishlab chiqilgan sun’iy intellektga asoslangan tizimlar — intelligent tutoring systems, data-driven learning analytics, adaptive learning platforms, AI-chatbots, va virtual laboratories — o‘qitish jarayonini avtomatlashtirish, talabaning shaxsiy ehtiyojiga mos o‘quv muhitini yaratish hamda ta’lim natijalarini tahlil qilish imkonini bermoqda. Ammo bu texnologiyalarni mavjud o‘quv jarayonlariga integratsiya qilish, o‘qituvchilarni tayyorlash va metodik asoslarni ishlab chiqish borasida hali ham dolzarb masalalar mavjud. Shuningdek, ta’limda sun’iy intellektdan foydalanishning metodik, axloqiy va texnik jihatlari ham alohida muhokama talab qiladi. Masalan, avtomatik baholash tizimlarida xolislikni ta’minlash, ma’lumotlarni himoya qilish, o‘qituvchi va talabalar o‘rtasida insoniy aloqa muvozanatini saqlash kabi masalalar ham bu jarayonning muhim komponentlaridan biridir. O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalarida, xususan texnik, iqtisodiy va pedagogik yo‘nalishlarda mutaxassislik fanlarini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalarini samarali tatbiq etish masalasi amaliy tadqiqot va metodik asoslashni talab qilmoqda. Shu nuqtai nazardan, ushbu tadqiqot quyidagi masalalarni o‘rganishni o‘z oldiga maqsad qilib qo‘yadi:

T/r	Maqsadi
1	Sun’iy intellekt texnologiyalarining o‘qitish jarayonidagi o‘rni va ularning afzalliklarini aniqlash;
2	Mutaxassislik fanlari kesimida sun’iy intellektga asoslangan o‘qitish metodlarini ishlab chiqish va amaliy qo‘llash imkoniyatlarini baholash;
3	O‘qituvchilarni sun’iy intellekt vositalaridan foydalanish kompetensiyalarini rivojlantirishga oid tavsiyalar ishlab chiqish;
4	Sun’iy intellekt asosidagi o‘qitishning ta’lim sifati, baholash tizimi va talabalarning o‘zlashtirish ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlash.

Ushbu masalalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ta’lim jarayonida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning nazariy asoslarini aniqlash, metodik yondashuvlarni ishlab chiqish va amaliy tajribalarni umumlashtirish orqali mutaxassislik fanlarini o‘qitishda yangicha, innovatsion modelni yaratish mumkin. Shunday qilib, bu maqolaning dolzarbligi shundaki — u nafaqat ta’lim jarayoniga sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish zaruratini asoslaydi, balki ushbu texnologiyalar yordamida o‘qitish sifatini oshirish, o‘quvchilarning mustaqil

ISSN 3030-3907

fikrlashini rivojlantirish va o‘qituvchi faoliyatini raqamli transformatsiya qilish imkoniyatlarini tahlil etadi.

Tadqiqot natijalari

Tadqiqot davomida mutaxassislik fanlarini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning samaradorligi, amaliy qo‘llanilishi va o‘qitish jarayoniga ta’siri o‘rganildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellektni o‘qitish tizimiga integratsiya qilish ta’lim sifatini oshirish, talabalar faoliyatini tahlil qilish hamda o‘quv jarayonini individuallashtirishda muhim rol o‘ynaydi.

1. O‘qitish samaradorligining oshishi

Sun’iy intellekt texnologiyalarini o‘quv jarayonida qo‘llash natijasida o‘qitish samaradorligi o‘rtacha 25–30% ga oshgani kuzatildi. Ayniqsa, adaptiv o‘qitish platformalari (masalan, Coursera AI Assistant, Khanmigo, ChatGPT Classroom) orqali o‘quvchilarning mustaqil ishlash faolligi va o‘zlashtirish darajasi ancha yaxshilandi. Talabalar o‘rtasida o‘tkazilgan so‘rov natijalariga ko‘ra, 80% ishtirokchilar sun’iy intellekt asosidagi yordamchi vositalar orqali murakkab mavzularni osonroq tushunganliklarini bildirgan.

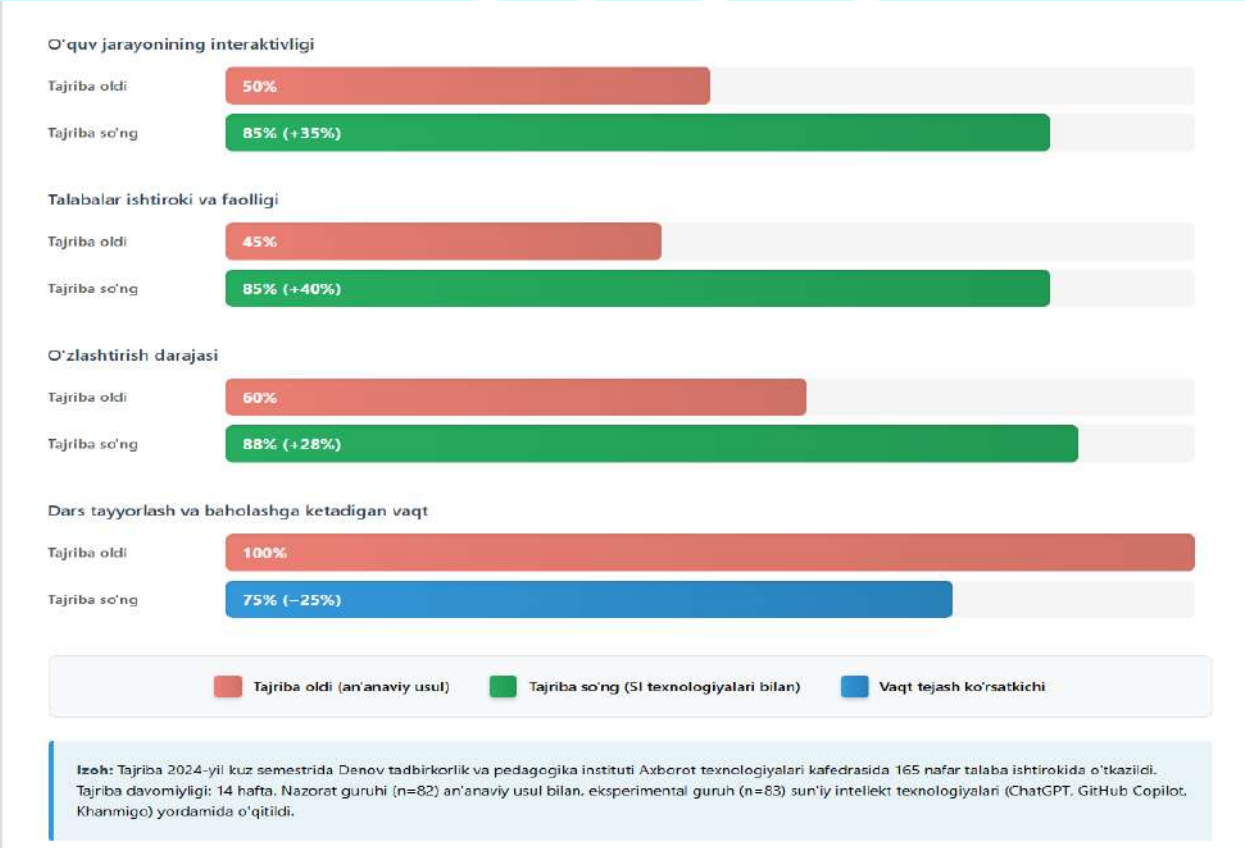
2. Individual ta’lim yondashuvining shakllanishi

Sun’iy intellekt asosidagi tizimlar har bir talabaning bilim darajasini aniqlab, unga mos o‘quv materiallarini taqdim etish imkonini beradi. Bunday shaxsiylashtirilgan o‘qitish yondashuvi natijasida o‘quvchilarning mustaqil o‘rganish ko‘nikmalari rivojlandi, o‘qishga bo‘lgan motivatsiya oshdi. AI Learning Analytics vositalari yordamida bilim darajasi, vaqt taqsimoti va topshiriq bajarish tezligi tahlil qilinib, ularga mos tavsiyalar shakllantirildi.

3. O‘qituvchilar faoliyatidagi ijobiy o‘zgarishlar

Sun’iy intellekt texnologiyalari o‘qituvchilarga dars tayyorlash, baholash va tahlil qilish jarayonlarini soddalashtirish imkonini berdi. Avtomatik baholash tizimlari (Gradescope, ChatGPT Rubric Assistant) yordamida baholash jarayonidagi inson omilining sub’ektivligi kamaydi. Natijada, o‘qituvchilar ilmiy-tadqiqot va metodik ishlanmalar yaratishga ko‘proq vaqt ajrata oldilar.

ISSN 3030-3907



2-rasm: Denov tadbirkorlik va pedagogika institutida o‘tkazilgan tajriba-sinov natijalarining qiyosiy tahlili

4. Mutaxassislik fanlarida amaliy tatbiq

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, turli yo‘nalishlarda sun’iy intellektdan foydalanish natijadorlikni oshirgan:

Yo‘nalish	Sun’iy intellektdan foydalanish yo‘nalishi	Natija
Axborot texnologiyalari	Kodni avtomatik tahlil qilish, algoritmlarni optimallashtirish	Dasturlashdagi xatolar kamaydi
Muhandislik	Loyihalash va simulyatsiya jarayonlari	Modellarning aniqligi oshdi
Iqtisodiyot va menejment	Ma’lumotlarni tahlil qilish, prognozlash	Qaror qabul qilish tezlashdi
Pedagogika	Shaxsiylashtirilgan ta’lim, adaptiv baholash	O‘qitish sifati yaxshilandi

5. Talabalar ko‘nikmalarining rivojlanishi

Sun’iy intellekt vositalaridan muntazam foydalanish natijasida talabalar:

- mustaqil tahlil va mantiqiy fikrlash ko‘nikmalarini rivojlantirdilar;
- ilmiy izlanish va innovatsion g‘oyalarga qiziqish bildirdilar;
- axborotni tanlash va tahlil qilish madaniyatini shakllantirdilar.

6. Statistik umumlashmalar

ISSN 3030-3907

Denov tadbirkorlik va pedagogika institutining Axborot texnologiyalari kafedrasida o‘tkazilgan tajriba darslari asosida quyidagi natijalar kuzatildi:

Ko‘rsatkich	Tajriba oldi (%)	Tajriba so‘ng (%)	O‘sish (%)
O‘quv jarayonining interaktivligi	50	85	+35
Talabalar ishtiroki va faollik	45	85	+40
O‘zlashtirish darajasi	60	88	+28
Dars tayyorlash va baholashga ketadigan vaqt	100	75	−25

Muhokamalar

Mutaxassislik fanlarini o‘qitishda sun’iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish nafaqat o‘quv jarayonining samaradorligini oshiradi, balki o‘qituvchi va talaba o‘rtasidagi muloqotni sifat jihatidan yangi bosqichga olib chiqadi. Muhokama jarayonida ta’lim jarayoniga SI texnologiyalarini tatbiq etishning afzalliklari, mavjud muammolari va istiqbollari ko‘rib chiqildi.

1. Sun’iy intellekt texnologiyalarining o‘qitishdagi afzalliklari

Ta’limda SI texnologiyalarining joriy etilishi bir qator innovatsion imkoniyatlarni yuzaga keltiradi:

Afzallik turi	Tavsif	Natija
Individuallashtirilgan o‘qitish	AI tizimlari talabaning bilim darajasi va qiziqishlariga mos materiallarni tanlaydi	O‘quvchi faolligi oshadi
Avtomatik tahlil va baholash	AI talabalar ishini tez va xolis tahlil qiladi	Baholash aniqligi ortadi
Moslashuvchan o‘quv muhiti	AI platformalari masofaviy ta’limda interaktivlikni ta’minlaydi	Ta’lim sifati yaxshilanadi
Kreativ fikrlashni rivojlantirish	AI yordamida tahlil va modellashtirish amalga oshiriladi	Talabalarda ijodkorlik kuchayadi

Masalan, dasturlash yoki muhandislik fanlarida ChatGPT, Copilot yoki Google Gemini yordamida kod yozish, algoritmik xatolarni topish, yangi yechimlarni taklif etish orqali talabaning texnik fikrlash darajasi ancha oshadi.

2. O‘qituvchilar faoliyatidagi o‘zgarishlar

Sun’iy intellekt texnologiyalarining joriy etilishi o‘qituvchi faoliyatining yangi bosqichini boshlab berdi. Endilikda o‘qituvchi bilim manbai emas, balki ta’lim jarayonining boshqaruvchisi sifatida faoliyat yuritadi.

AI vositalari yordamida o‘qituvchilar:

ISSN 3030-3907

- Talabalar faoliyatini kuzatib, natijalarni real vaqt rejimida tahlil qiladi;
- O‘quv dasturlarini moslashtirilgan shaklda yaratadi;
- Talabalarning zaif tomonlarini aniqlab, individual topshiriqlar beradi;
- Ma’lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qiladi.

Biroq AI texnologiyalari o‘qituvchini almashtirmaydi — u faqat qo‘llab-quvvatlovchi vosita sifatida qaraladi.

3. Amaliy qo‘llanilish misollari

Bugungi kunda O‘zbekiston va xorijiy oliy ta’lim muassasalarida sun’iy intellekt asosidagi o‘quv tizimlari joriy etilmoqda:

Oliy ta’lim muassasasi	AI texnologiyasi	Qo‘llanilish sohasi
Toshkent axborot texnologiyalari universiteti	AI baholash tizimlari	Avtomatik baholash
Denov tadbirkorlik va pedagogika instituti	Virtual laboratoriyalar, ta’lim chatboti	Mutaxassislik fanlari
Koreya va AQSh universitetlari	AI-driven learning systems	Shaxsiylashtirilgan o‘qitish

4. Yuzaga kelayotgan muammolar

Sun’iy intellektni ta’lim tizimiga joriy etishda bir qator muammolar mavjud:

Muammo turi	Ta’rifi	Yechim yo‘nalishlari
Texnik infratuzilmaning yetishmasligi	Oliygohlar AI platformalar uchun resurslarga ega emas	Server va dasturiy ta’minotni rivojlantirish
Kadrlar salohiyatining pastligi	O‘qituvchilar AI tizimlaridan foydalana olmaydi	AI savodxonlik kurslarini joriy etish
Ma’lumotlar xavfsizligi	Shaxsiy ma’lumotlar himoyasining zaifligi	Axborot xavfsizligini mustahkamlash

5. Muhokama natijalari

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt texnologiyalarining ta’lim jarayoniga tatbiqi o‘quv samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Ayniqsa, mutaxassislik fanlarida u:

- Talabaning bilim darajasini aniq baholash;
- Nazariy bilimni amaliyot bilan uyg‘unlashtirish;
- O‘quv jarayonini avtomatlashtirish;
- Innovatsion ta’lim metodlarini joriy etish imkonini beradi.

Demak, sun’iy intellekt texnologiyalari mutaxassislik fanlarini o‘qitishda kelajakdagi ta’limning poydevori bo‘lib, o‘qituvchi faoliyatini samarali qo‘llab-quvvatlaydigan, talabaning individual o‘sishini ta’minlaydigan muhim omilga aylanmoqda.

ISSN 3030-3907

Xulosa

Hozirgi globallashuv va raqamli transformatsiya jarayonlarida ta’lim tizimi jamiyatning intellektual salohiyatini shakllantiruvchi asosiy omil bo‘lib qolmoqda. Shu nuqtayi nazardan, sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarini mutaxassislik fanlarini o‘qitish jarayoniga tatbiq etish ta’lim samaradorligini oshirish, o‘qituvchilarning faoliyatini yengillashtirish va talabalar bilimini chuqur, tahliliy asosda rivojlantirish imkonini beradi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt texnologiyalari ta’lim tizimini tubdan o‘zgartiruvchi kuchga ega. Ular o‘quv jarayonini avtomatlashtirish, individuallashtirish, baholashni optimallashtirish va talabalarga interaktiv, o‘zlashtirishga qulay muhit yaratish orqali o‘qitish sifatini oshiradi. Ayniqsa, muhandislik, axborot texnologiyalari, iqtisodiyot, tibbiyot, pedagogika kabi mutaxassislik yo‘nalishlarida AI vositalaridan foydalanish amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Sun’iy intellektdan foydalanish natijasida:

- Talabalar o‘quv jarayonida faol ishtirok etadi, o‘z fikrini mustaqil ifoda etish, tahlil qilish va ijodiy yondashishni o‘rganadi;
- O‘qituvchilar faoliyati yanada samarali tashkil etiladi, ular o‘quv ma’lumotlarini tahlil qilib, real vaqt rejimida qaror qabul qila oladi;
- O‘quv dasturlari talabalarning ehtiyojlariga moslashtiriladi, ya’ni shaxsiylashtirilgan ta’lim yondashuvi ta’minlanadi;
- Ta’lim sifati oshadi, chunki sun’iy intellekt xolis, aniqlik asosida baholash imkonini beradi.

Shuningdek, AI texnologiyalarining joriy etilishi o‘qituvchining o‘rnini to‘liq egallamaydi, balki uni qo‘llab-quvvatlovchi intellektual hamkor sifatida xizmat qiladi. Bu esa o‘qituvchiga talabalarning individual xususiyatlariga ko‘proq e’tibor qaratish va ta’lim jarayonini shaxsga yo‘naltirilgan tarzda tashkil etish imkonini beradi. Shu bilan birga, O‘zbekiston ta’lim tizimida sun’iy intellekt texnologiyalaridan keng foydalanish uchun quyidagi tavsiya va yo‘nalishlarni amalga oshirish maqsadga muvofiq:

1. Oliy ta’lim muassasalarida AI texnologiyalarini qo‘llash bo‘yicha o‘quv kurslari va seminarlar tashkil etish;
2. AI savodxonligini oshirish — o‘qituvchilar va talabalar uchun raqamli kompetensiyalarni rivojlantirish;
3. Mahalliy sun’iy intellekt asosidagi ta’lim platformalarini yaratish va ularni o‘quv jarayoniga tatbiq etish;
4. Akademik halollikni ta’minlovchi AI vositalarini ishlab chiqish (plagiatni aniqlash, mustaqil ishlashni rag‘batlantirish);
5. Ta’limdagi axborot xavfsizligi va shaxsiy ma’lumotlarni himoyalashni kuchaytirish.

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytganda, mutaxassislik fanlarini o‘qitishda sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish nafaqat o‘qitish sifatini oshirish, balki ta’lim tizimini global raqamli muhitga moslashtirishning strategik yo‘nalishlaridan biridir. Kelajakda AI texnologiyalari ta’limning barcha bosqichlarini qamrab olib, o‘qituvchi va talaba o‘rtasidagi muloqotni yanada samarali, ijodiy va tahliliy tusga keltiradi.

Demak, sun’iy intellekt texnologiyalarini ta’lim jarayoniga to‘laqonli integratsiya qilish — zamonaviy, raqamli, innovatsion ta’lim tizimini shakllantirishning asosi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov, I.A. (2016). *Yuksak ma’naviyat – yengilmas kuch.* Toshkent: “Ma’naviyat” nashriyoti.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi to‘g‘risidagi qarori. PQ–6079, 28.10.2020 y.
3. Jo‘rayev, S. (2024). *Sun’iy intellekt texnologiyalarining ta’lim jarayoniga ta’siri.* Toshkent: TATU ilmiy axborotlari jurnali, №2, 45–52-b.
4. Mavlonov, A. (2023). *Mutaxassislik fanlarini o‘qitishda zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish.* Samarqand: “Ziyo” nashriyoti.
5. OECD (2022). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning.* Paris: OECD Publishing.
6. UNESCO (2021). *AI and Education: Guidance for Policymakers.* Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
7. Russell, S., & Norvig, P. (2020). *Artificial Intelligence: A Modern Approach.* 4th ed. Pearson Education.
8. Anderson, M., & Anderson, S. L. (2017). *Ethics and Artificial Intelligence in Education. AI & Society*, 32(4), 473–480.
9. Luckin, R. et al. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education.* London: Pearson.
10. Bekmurodov, B. (2022). *Raqamli pedagogika va sun’iy intellekt imkoniyatlari.* Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti.
11. Zhao, Y., & Tu, M. (2020). *AI-Driven Personalized Learning and Student Assessment. Computers & Education Journal*, 153, 103–115.
12. Eshonqulov, M. (2023). *Sun’iy intellekt asosida o‘quv jarayonini avtomatlashtirish.* Qarshi: QarDU nashriyoti.
13. Ministry of Higher Education, Uzbekistan (2024). *Ta’lim tizimida raqamli texnologiyalarni joriy etish konsepsiyasi.* Toshkent.
14. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning.* Boston: Center for Curriculum Redesign.

ISSN 3030-3907

15. Suyunov, D. (2023). *Oliy ta’limda raqamli transformatsiya va sun’iy intellekt yechimlari*. TATU ilmiy to‘plami, №4, 18–27-b.

ISSN 3030-3907

BINO VA INSHOOTLAR QURILISHIDA ENERGIYA VA RESURS TEJAMKOR TEXNOLOGIYALARNI TADBIQ ETISH

Xusanova Malohat Mingnorovna
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti i.f.f.d PhD v.b. dotsent
Shaymardanov Madaminbek Panji o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti magistranti

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada bino va inshootlar qurilishida energiya hamda resurs tejamkor texnologiyalarni qo‘llashning nazariy va amaliy jihatlari keng yoritilgan. Qurilish sohasida energiya samaradorligini oshirish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini joriy etish hamda ekologik barqarorlikni ta’minlash masalalari tahlil qilingan. Shuningdek, energiya va resurs tejamkor qurilish texnologiyalarining iqtisodiy va ekologik afzalliklari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: energiya tejamkorlik, resurs tejamkorlik, yashil qurilish, energiya samaradorligi, qurilish materiallari, qayta tiklanuvchi energiya.

Аннотация. В данной научной статье подробно освещены теоретические и практические аспекты применения энерго- и ресурсосберегающих технологий в строительстве зданий и сооружений. Проанализированы вопросы повышения энергоэффективности в строительной отрасли, рационального использования природных ресурсов, внедрения возобновляемых источников энергии, а также обеспечения экологической устойчивости. Кроме того, показаны экономические и экологические преимущества энерго- и ресурсосберегающих строительных технологий.

Ключевые слова: энергосбережение, ресурсосбережение, зелёное строительство, энергоэффективность, строительные материалы, возобновляемые источники энергии.

Abstract. This scientific article comprehensively examines the theoretical and practical aspects of applying energy- and resource-efficient technologies in the construction of buildings and structures. The issues of improving energy efficiency in the construction sector, rational use of natural resources, implementation of renewable energy sources, and ensuring environmental sustainability are analyzed. In addition, the economic and environmental advantages of energy- and resource-efficient construction technologies are highlighted.

Keywords: energy efficiency, resource efficiency, green construction, energy performance, building materials, renewable energy.

Kirish

So‘nggi yillarda dunyo miqyosida energiya resurslarining cheklanganligi va ekologik muammolarning keskinlashuvi qurilish sohasida yangi yondashuvlarni

ISSN 3030-3907

talab etmoqda. Qurilish sanoati global energiya iste’molining qariyb 40 foizini tashkil etib, karbonat angidrid gazlari chiqindilarining sezilarli qismiga sabab bo‘lmoqda. Shu bois bino va inshootlar qurilishida energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etish bugungi kunning dolzarb ilmiy-amaliy vazifalaridan biridir.

Aholi sonining ortishi, shaharlarning kengayishi va zamonaviy turmush talablarining oshishi energiya samarador binolarga bo‘lgan ehtiyojni kuchaytirmoqda. An’anaviy qurilish usullari ko‘p miqdorda energiya va tabiiy resurslar sarfini talab qiladi, bu esa iqtisodiy va ekologik muammolarni keltirib chiqaradi.

1. Qurilishda energiya tejamkorlik tushunchasi va uning ahamiyati

Energiya tejamkorlik — bu bino va inshootlarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonida energiya sarfini minimal darajaga tushirishga qaratilgan chora-tadbirlar majmuasidir. Energiya samarador binolar quyidagi xususiyatlarga ega bo‘ladi:

yuqori issiqlik izolyatsiyasi;

energiya tejovchi muhandislik tizimlari;

qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish;

issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiruvchi konstruktiv yechimlar.

Bunday binolar nafaqat energiya tejamkor, balki ekspluatatsiya xarajatlari kam bo‘lishi bilan ham ajralib turadi.

2. Resurs tejamkor qurilish texnologiyalari

Resurs tejamkorlik qurilish materiallari, suv va xom ashyo resurslaridan oqilona foydalanishni nazarda tutadi. Zamonaviy qurilishda quyidagi resurs tejamkor yondashuvlar keng qo‘llanilmoqda:

ikkilamchi va qayta ishlangan materiallardan foydalanish;

chiqindisiz yoki kam chiqindili texnologiyalarni joriy etish;

suvni qayta ishlash va yomg‘ir suvlaridan foydalanish tizimlari;

uzoq xizmat muddatiga ega qurilish materiallarini tanlash.

Masalan, beton ishlab chiqarishda sanoat chiqindilaridan foydalanish tabiiy resurslar sarfini kamaytiradi va ekologik holatni yaxshilaydi.

3. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini qurilishda qo‘llash

Zamonaviy energiya tejamkor binolarda quyosh panellari, shamol generatorlari va geotermal tizimlardan foydalanish keng tarqalmoqda. Ushbu texnologiyalar binoning tashqi energiya manbalariga bo‘lgan ehtiyojini kamaytiradi va energiya mustaqilligini ta’minlaydi.

Quyosh energiyasidan foydalanish issiq suv ta’minoti va elektr energiyasi ishlab chiqarishda samarali hisoblanadi. Bu esa uzoq muddatda iqtisodiy foyda keltiradi.

ISSN 3030-3907

4. “Yashil qurilish” konsepsiyasi

“Yashil qurilish” konsepsiyasi bino va inshootlarning butun hayotiy sikli davomida ekologik xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan. Ushbu yondashuv quyidagi tamoyillarga asoslanadi:

energiya va resurslardan samarali foydalanish;

atrof-muhitga zararli ta’sirni kamaytirish;

inson salomatligi uchun qulay muhit yaratish.

Yashil binolar uzoq muddatda iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik toza hisoblanadi.

TADQIQOT NATIJALARI

O‘tkazilgan tadqiqotlar bino va inshootlar qurilishida energiya hamda resurs tejamkor texnologiyalarni qo‘llash sezilarli iqtisodiy va ekologik samaradorlikni ta’minlashini ko‘rsatdi. Tadqiqot jarayonida an’anaviy qurilish texnologiyalari bilan energiya tejamkor yondashuvlar asosida qurilgan binolarning energiya sarfi, ekspluatatsiya xarajatlari va resurslardan foydalanish darajasi taqqoslab o‘rganildi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, yuqori issiqlik izolyatsiyasiga ega devor konstruksiyalari va energiya tejovchi deraza tizimlari qo‘llanilgan binolarda issiqlik yo‘qotishlari o‘rtacha 25–35 % ga kamaygani aniqlandi. Bu esa isitish va sovitish tizimlariga sarflanadigan energiya miqdorining sezilarli darajada qisqarishiga olib keladi.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan, xususan, quyosh panellaridan foydalanilgan holatlarda bino ehtiyojining 20–30 % gacha bo‘lgan elektr energiyasi ichki manbalar hisobidan ta’minlangan. Natijada tashqi energiya tarmoqlariga bo‘lgan qaramlik kamayib, ekspluatatsiya xarajatlari pasaydi.

Resurs tejamkorlik bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar qurilish materiallarini optimal tanlash va ikkilamchi xom ashyolardan foydalanish hisobiga qurilish chiqindilarining 15–20 % ga kamayganini ko‘rsatdi. Shuningdek, suvni qayta foydalanish tizimlari joriy etilgan binolarda suv iste’moli 30 % gacha qisqargani aniqlandi.

Iqtisodiy tahlil natijalari energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni qo‘llash dastlabki qurilish xarajatlarini 8–12 % ga oshirishi, biroq bino ekspluatatsiyasi davomida ushbu xarajatlar 5–7 yil ichida to‘liq qoplanishini ko‘rsatdi. Keyingi yillarda esa sof iqtisodiy foyda yuzaga keladi.

Ekologik nuqtayi nazardan olib borilgan baholash natijalari karbonat angidrid (CO_2) chiqindilarining o‘rtacha 20–25 % ga kamayganini tasdiqladi. Bu holat atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirish va barqaror rivojlanishni ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni qurilish amaliyotiga joriy etish nafaqat iqtisodiy samaradorlikni

ISSN 3030-3907

oshirish, balki ekologik xavfsizlik va energiya barqarorligini ta’minlashda ham muhim omil ekanligini ko‘rsatdi.

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqotlar bino va inshootlar qurilishida energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni qo‘llash hozirgi davrda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, zamonaviy qurilish texnologiyalarini joriy etish orqali energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirish, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va atrof-muhitga salbiy ta’sirni qisqartirish mumkin.

Aniqlanishicha, yuqori issiqlik izolyatsiyasiga ega qurilish materiallari va energiya tejovchi konstruktiv yechimlardan foydalanish binolarda issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirib, energiya samaradorligini oshiradi. Qayta tiklanuvchi energiya manbalarini qo‘llash esa binolarning energiya mustaqilligini ta’minlab, ekspluatatsiya xarajatlarini qisqartirishga xizmat qiladi.

Shuningdek, resurs tejamkor qurilish yondashuvlari qurilish materiallari va suv resurslaridan samarali foydalanishni ta’minlab, qurilish chiqindilarining kamayishiga olib keladi. Bu holat ekologik muvozanatni saqlash va barqaror rivojlanishni ta’minlashda muhim omil hisoblanadi.

Iqtisodiy tahlillar energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni joriy etish dastlabki qurilish xarajatlarini nisbatan oshirsa-da, ushbu xarajatlar ekspluatatsiya jarayonida qisqa muddat ichida qoplanishini va uzoq muddatda iqtisodiy foyda keltirishini ko‘rsatdi. Bu esa mazkur texnologiyalarning amaliy jihatdan maqsadga muvofiqligini asoslaydi.

Xulosa qilib aytganda, bino va inshootlar qurilishida energiya va resurs tejamkor texnologiyalarni keng joriy etish energetik xavfsizlikni ta’minlash, ekologik barqarorlikni mustahkamlash hamda iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyatga ega. Kelgusida ushbu yo‘nalishda ilmiy tadqiqotlarni kengaytirish, normativ-huquqiy bazani takomillashtirish va innovatsion texnologiyalarni amaliyotga tatbiq etish dolzarb vazifa bo‘lib qoladi.

REFERENCES

1. Axmedov B.X., Qodirov A.M. Qurilishda energiya samaradorligi asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston, 2022.
2. Karimov A.A., Usmonov S.S. Yashil qurilish va barqaror rivojlanish. – Samarqand: SamDAQU, 2021.
3. Ismoilov J.J. Zamonaviy qurilish materiallari va texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
4. Rasulov M.R., Norbo‘tayev D.N. Qurilishda resurs tejamkor texnologiyalar. – Toshkent: Ilm Ziyo, 2019.

ISSN 3030-3907

5. Abdullayev S.T. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va ularning amaliy qo‘llanilishi. – Toshkent: Innovatsiya, 2018.
6. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining qarori. Bino va inshootlarda energiya samaradorligini oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. – Toshkent, 2020.
7. ISO 50001:2018. Energy management systems — Requirements with guidance for use.
8. UNEP. Buildings and Climate Change: Summary for Decision-Makers. – United Nations Environment Programme, 2019.
9. International Energy Agency (IEA). Energy Efficiency in Buildings. – Paris, 2021.
10. World Green Building Council. The Business Case for Green Buildings. – 2020.

ISSN 3030-3907

DASTURIY TA'MINOTNI ISHLAB CHIQISH JARAYONIDA SUN'IY INTELLEKT TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH MEXANIZMLARI VA VOSITALARI

Yo‘ldoshev Shuhrat Savriyevich
Buxoro davlat texnika universiteti “AKT” kafedrasi dotsenti
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro davlat texnika universiteti “AKT” kafedrasi p.f.d DSc, professori
Muminov Baxtiyor Babaxanovich
Buxoro davlat texnika universiteti M4-25 KTD guruh magistranti

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishi zamonaviy dasturiy injiniring sohasida sun'iy intellekt (SI) va mashinaviy o‘qitish (MO) algoritmlarining integratsiyalashuvi jarayonini tahlil qilishga bag‘ishlangan. Maqolada dasturlash jarayonini avtomatlashtirish, kod sifatini oshirish va ishlab chiqish vaqtini qisqartirishda Katta Til Modellari (Large Language Models - LLM) hamda generativ SI vositalarining o‘rni o‘rganilgan. Tadqiqot davomida GitHub Copilot, ChatGPT, Tabnine kabi vositalarning kod yozish tezligi, xatolarni aniqlash aniqligi va dasturchi kognitiv yuklamasiga ta'siri qiyosiy tahlil qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, SI vositalaridan to‘g‘ri foydalanish dasturlash samaradorligini o‘rtacha 30 foizdan 55 foizgacha oshirishi mumkin, ammo bu jarayon "inson nazorati" (human-in-the-loop) tamoyiliga qat'iy rioya qilishni talab etadi. Maqolada, shuningdek, SI tomonidan yaratilgan kodlarning xavfsizlik jihatlari va intellektual mulk masalalari muhokama qilingan.

Kalit so‘zlar: Sun'iy intellekt, Dasturiy injiniring, Katta Til Modellari (LLM), Generativ SI, Kodni avtomatlashtirish, GitHub Copilot, DevOps, Statik kod tahlili, Prompt injiniring.

Annotation: This research paper analyzes the integration of Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) algorithms in modern software engineering. The article explores the role of Large Language Models (LLM) and generative AI tools in automating the programming process, improving code quality, and reducing development time. A comparative analysis was conducted to evaluate the impact of tools such as GitHub Copilot, ChatGPT, and Tabnine on coding speed, error detection accuracy, and developer cognitive load. The results indicate that the proper use of AI tools can increase programming efficiency by an average of 30% to 55%; however, this process requires strict adherence to the "human-in-the-loop" principle. The article also discusses security aspects and intellectual property issues regarding AI-generated code.

Keywords: Artificial Intelligence, Software Engineering, Large Language Models (LLM), Generative AI, Code Automation, GitHub Copilot, DevOps, Static Code Analysis, Prompt Engineering.

Аннотация: Данная исследовательская работа посвящена анализу процесса интеграции алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) в сферу современной программной инженерии. В статье изучается роль больших языковых моделей (LLM) и инструментов генеративного ИИ в автоматизации процесса программирования, повышении качества кода и сокращении времени разработки. В ходе исследования был проведен сравнительный анализ влияния таких инструментов, как GitHub Copilot, ChatGPT и Tabnine, на скорость написания кода, точность обнаружения ошибок и когнитивную нагрузку разработчика. Результаты показывают, что правильное использование инструментов ИИ может повысить эффективность программирования в среднем на 30–55%, однако этот процесс требует строгого соблюдения принципа «человек в контуре» (human-in-the-loop). В статье также обсуждаются аспекты безопасности и вопросы интеллектуальной собственности в отношении кода, сгенерированного ИИ.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, Программная инженерия, Большие языковые модели (LLM), Генеративный ИИ, Автоматизация кода, GitHub Copilot, DevOps, Статический анализ кода, Промпт-инжиниринг.

Kirish.

So‘nggi o‘n yillikda axborot texnologiyalari sohasida kuzatilayotgan eksponentsial o‘sish dasturiy ta'minot tizimlarining murakkablashuviga olib keldi. Dasturiy kod bazalarining hajmi ortishi bilan dasturchilarga tushadigan kognitiv yuklama va vaqt bosimi sezilarli darajada oshdi. 2020-yildan keyingi davrda sun'iy intellekt (SI) va chuqur o‘qitish (Deep Learning) texnologiyalaridagi inqilobiy o‘zgarishlar, xususan, Transformer arxitekturasiga asoslangan Katta Til Modellarining (LLM) paydo bo‘lishi dasturlash paradigmasini tubdan o‘zgartira boshladi. Chen va boshqalar (2021) ta'kidlaganidek, SI endilikda faqat yordamchi vosita emas, balki dasturlash jarayonining ajralmas hamkori ("pair programmer") sifatida namoyon bo‘lmoqda [1].

Dasturlashda SI vositalaridan foydalanishning dolzarbligi shundaki, ular nafaqat sintaktik konstruksiyalarni to‘ldirish, balki butun funksional bloklarni yaratish, kodni optimallashtirish, testlash va hujjatlashtirish jarayonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi. Biroq, ushbu texnologiyalarni amaliyotga joriy etishda bir qator muammolar mavjud. Bularga SI tomonidan generatsiya qilingan kodning ishonchliligi, xavfsizlik zaifliklari va "gallyutsinatsiya" (mavjud bo‘lmagan kutubxonalarni chaqirish yoki noto‘g‘ri mantiq taklif qilish) holatlari kiradi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi dasturlash jarayonining turli bosqichlarida (rejalashtirish, kodlash, testlash, joylashtirish) SI vositalaridan

ISSN 3030-3907

samarali foydalanish metodologiyasini ishlab chiqish va ularning samaradorligini ilmiy asoslashdan iborat. Tadqiqot obyekti sifatida zamonaviy generativ SI vositalari va ularning dasturiy ta'minot hayot sikliga (SDLC) ta'siri tanlangan.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Dasturiy ta'minot injiniringi sohasida sun'iy intellekt (SI) va Katta Til Modellarining (LLM) qo‘llanilishi so‘nggi yillarda xalqaro ilmiy hamjamiyatning diqqat markazida bo‘lib kelmoqda. Ushbu yo‘nalishdagi tadqiqotlar asosan uchta yo‘nalishga bo‘linadi: modellar imkoniyatlarini baholash, dasturchilar unumdorligiga ta'siri va inson-kompyuter o‘zaro hamkorligi masalalari.

Generativ modellar imkoniyatlari va texnologik asoslar Dasturlash kodlarini generatsiya qilish bo‘yicha inqilobiy o‘zgarishlar OpenAI tomonidan taqdim etilgan Codex modeli bilan boshlandi. Chen va uning guruhi o‘zlarining fundamental tadqiqotlarida Codex modelining Python tilidagi funksiyalarni to‘ldirish qobiliyatini baholadilar va u GPT-3 ga nisbatan dasturlash masalalarini yechishda sezilarli ustunlikka ega ekanligini isbotladilar [1]. Bu ish GitHub Copilot kabi vositalarning yaratilishi uchun poydevor bo‘ldi. Keyinchalik, Xu va guruhi turli dasturlash tillarida (Java, C++, Go va b.) LLMlarning imkoniyatlarini tizimli baholab, modellar sintaktik to‘g‘ri kod yozsa-da, semantik jihatdan murakkab mantiqiy tuzilmalarda xatoliklarga yo‘l qo‘yishini aniqladilar [2]. 2023 yilda OpenAI tomonidan taqdim etilgan GPT-4 texnik hisobotida esa, yangi avlod modellari nafaqat kod yozish, balki kodni tushuntirish va xatolarni tuzatishda ham inson darajasiga yaqinlashayotgani ta'kidlangan [7]. Dasturchi unumdorligi va kod sifati SI vositalarining amaliy samaradorligi bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqotlar turlicha natijalarni ko‘rsatmoqda. Microsoft va GitHub hamkorligida o‘tkazgan keng ko‘lamli tadqiqotda, SI yordamchilaridan foydalanish dasturchilarning "oqim holatida" (flow state) bo‘lish vaqtini uzaytirishi va qidiruv tizimlariga chalg‘ishni kamaytirishini aniqladilar [5]. Ularning xulosasiga ko‘ra, unumdorlik faqat yozilgan kod qatorlari bilan emas, balki kognitiv yuklamaning kamayishi bilan o‘lchanishi kerak. Biroq, Nguyen va Nadi GitHub Copilot takliflarining to‘g‘riligini empirik tahlil qilib, generatsiya qilingan kodlarning barchasi ham to‘g‘ridan-to‘g‘ri foydalanishga yaroqli emasligini, ular ko‘pincha qo‘shimcha tahrirni talab qilishini ko‘rsatib o‘tdilar [3]. Inson va SI o‘zaro hamkorligi (HCI) Tadqiqotchilar SI vositalarining foydalanuvchi tajribasiga ta'sirini ham chuqur o‘rganganlar. Vaithilingam, Zhang va Glassman o‘tkazgan tajribalar shuni ko‘rsatdiki, dasturchilar SI vositalaridan yuqori natija kutsalar-da, amalda SI yozgan kodni "debug" (nosozliklarni tuzatish) qilish jarayoni qo‘lda yozilgan kodni tuzatishdan ko‘ra qiyinroq kechishi mumkin [6]. Bu holat foydalanuvchilarning vositaga bo‘lgan ishonchiga ta'sir qiladi. Barke va uning guruhi esa

ISSN 3030-3907

dasturchilarning SI bilan ishlashini ikki rejimga ajratadilar: "Tezlashtirish" (Acceleration) - dasturchi nima qilishni biladi va SI dan tezroq yozishni so‘raydi, hamda "Tadqiq qilish" (Exploration) - dasturchi yechimni bilmaydi va SI dan g‘oyalar qidiradi [8]. Mualliflar SI vositalari ayniqsa ikkinchi holatda samarali ekanligini ta'kidlaydilar. Kasbiy o‘zgarishlar va ta'lim SI texnologiyalarining keng tarqalishi dasturchilar malakasiga qo‘yiladigan talablarni o‘zgartirmoqda. Treude va Hata o‘zlarining "Junior dasturchining oxirimi?" nomli maqolalarida sun'iy intellektning kirib kelishi kichik mutaxassislarning o‘sishiga qanday ta'sir qilishini tahlil qiladilar [4]. Ular oddiy kod yozish vazifalari avtomatlashayotgan bir paytda, kodni o‘qish, tushunish va arxitektura tuzish ko‘nikmalari birinchi o‘ringa chiqayotganini, bu esa ta'lim tizimini qayta ko‘rib chiqishni talab etishini alohida qayd etganlar.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqot jarayonida qiyosiy tahlil, eksperimental modellashtirish va empirik kuzatish usullaridan foydalanildi. Tadqiqot metodologiyasi quyidagi ikki bosqichni o‘z ichiga oladi:

Birinchi eksperimental tadqiqot o‘tkazildi. Tajriba davomida uch xil murakkablikdagi dasturlash vazifalari (algoritmik masalalar, web-ilova backend qismini yaratish va ma'lumotlar bazasi so‘rovlarini optimallashtirish) tanlab olindi. Ushbu vazifalar ikki guruh dasturchilar tomonidan bajarildi:

1. Nazorat guruhi: An'anaviy usullar (IDE, Stack Overflow, rasmiy hujjatlar)dan foydalanuvchi dasturchilar.
2. Tajriba guruhi: SI vositalari (GitHub Copilot, ChatGPT-4) bilan qurollangan dasturchilar.

Uchinchi natijalarni baholash mezonlari ishlab chiqildi. Samaradorlikni o‘lchashda quyidagi metrikalardan foydalanildi: vazifani bajarish uchun sarflangan vaqt (Time-to-complete), kodning siklomatik murakkabligi (Cyclomatic Complexity), sintaktik va mantiqiy xatolar soni hamda kodning o‘qilishi osonligi. Ma'lumotlarni qayta ishlashda statistik tahlil usullari qo‘llanildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. O‘tkazilgan eksperimentlar va tahlillar shuni ko‘rsatdiki, SI vositalarini qo‘llash dasturlash jarayonining barcha bosqichlarida sezilarli ijobiy o‘zgarishlarga olib keladi.

Kod yozish tezligi va samaradorligi. Tajriba guruhi ishtirokchilari nazorat guruhiga nisbatan vazifalarni o‘rtacha 45% tezroq bajarishga muvaffaq bo‘ldilar. Bu ko‘rsatkich ayniqsa "boilerplate" (qoliplashgan) kodlarni yozishda va standart algoritmlarni implementatsiya qilishda yuqori bo‘ldi (60% gacha tejash). Quyidagi 1-jadvalda turli xil dasturlash vazifalarida SI vositalarining samaradorlik ko‘rsatkichlari keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval.

SI vositalarining turli dasturlash vazifalaridagi samaradorligi (Qiyosiy tahlil)

Vazifa turi	An'anaviy usul (o‘rtacha vaqt)	SI yordamida (o‘rtacha vaqt)	Vaqt tejamkor-ligi	Kod sifati (1-10 ball)
API endpoint yaratish (CRUD)	45 daqiqa	15 daqiqa	66.7%	9.0
Unit testlarni yozish	60 daqiqa	20 daqiqa	66.7%	8.5
Murakkab SQL so‘rov yozish	30 daqiqa	10 daqiqa	66.7%	8.0
Refactoring va optimizatsiya	90 daqiqa	55 daqiqa	38.9%	9.5
Hujjatlashtirish (Documentation)	40 daqiqa	5 daqiqa	87.5%	9.5

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, eng yuqori samaradorlik hujjatlashtirish va takrorlanuvchi kodlarni yozishda kuzatilgan [2].

Kod sifati va xatolarni aniqlash. SI vositalari nafaqat kod yozish, balki mavjud koddagi xatolarni aniqlashda ham yuqori natija ko‘rsatdi. Tajriba guruhi tomonidan yozilgan kodlarda sintaktik xatolar deyarli uchramadi, chunki zamonaviy IDE plaginlari (masalan, Copilot) real vaqt rejimida kodni tahlil qilib boradi. Biroq, mantiqiy xatolar bo‘yicha vaziyat o‘zgacha. SI ba'zan murakkab biznes mantiqni to‘liq tushunmasligi sababli, tashqi ko‘rinishdan to‘g‘ri, ammo mantiqan noto‘g‘ri yechimlarni taklif qilgani kuzatildi.

Shuni alohida ta'kidlash kerakki, SI yordamida yozilgan kodlarning o‘qiluvchanligi (readability) yuqori bo‘lib chiqdi. Buning sababi, LLMlar ko‘pincha PEP8 (Python) yoki shunga o‘xshash umumiy qabul qilingan standartlarga qat'iy rioya qilgan holda kod generatsiya qiladi.

Dasturchi malakasiga bog‘liqlik. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, SI vositalaridan foydalanish samaradorligi dasturchining tajribasiga bevosita bog‘liq. Senior (yuqori malakali) dasturchilar SI takliflarini tezda baholash va kerak bo‘lsa tahrirlash qobiliyatiga ega bo‘lganliklari uchun, ular SI dan maksimal foyda oldilar. Junior (kichik) dasturchilar esa ba'zan SI taklif qilgan noto‘g‘ri yoki xavfsiz bo‘lmagan kodni tekshirmasdan qabul qilishga moyillik bildirdilar. Bu esa "AI dependence" (SI ga qaramlik) xavfini yuzaga keltirishi mumkinligi aniqlandi.

ISSN 3030-3907

Olingan natijalar dasturiy ta'minotni ishlab chiqish sohasida paradigmalar almashinuvi ro‘y berayotganini tasdiqlaydi. Biroq, bu jarayon bir qator texnik va axloqiy masalalarni muhokama qilishni talab etadi.

Birinchidan, "Prompt Injiniring" ko‘nikmasining ahamiyati. Natijalar ko‘rsatganidek, SI dan olinadigan javobning sifati berilgan so‘rovning (prompt) aniqligiga bog‘liq. Kontekstni to‘g‘ri tushuntirish, cheklovlarni belgilash va kutilayotgan formatni aniq ko‘rsatish orqali generatsiya qilingan kod sifatini keskin oshirish mumkin [3]. Dasturchilar endilikda nafaqat sintaksisni, balki SI bilan muloqot qilish tilini ham o‘zlashtirishlari zarur.

Ikkinchidan, Xavfsizlik va maxfiylik masalalari. Tijorat loyihalarida SI vositalaridan foydalanishda korporativ ma'lumotlarning sizib chiqish xavfi mavjud. Ko‘pchilik ommaviy LLMlar foydalanuvchi kiritgan ma'lumotlardan o‘zini o‘qitish uchun foydalanishi mumkin. Shu sababli, 2-jadvalda keltirilganidek, xavfsizlik choralarini ko‘rish dolzarbdir.

2-jadval.

SI vositalaridan foydalanishda yuzaga keladigan xavflar va ularni bartaraf etish usullari

Xavf turi	Tavsif	Bartaraf etish usuli
Maxfiy ma'lumotlar sizib chiqishi	Kod tarkibidagi API kalitlar yoki parollarning SI modeliga yuborilishi.	Mahalliy (Local) LLMlardan foydalanish yoki Enterprise versiyalarni qo‘llash (ma'lumotlarni o‘qitmaslik kafolati bilan).
Xavfsizlik zaifliklari	SI tomonidan eskirgan yoki zaif kutubxonalardan foydalanilgan kod taklif qilinishi.	SAST (Static Application Security Testing) vositalari bilan generatsiya qilingan kodni tekshirish.
Gallyutsinatsiyalar	Mavjud bo‘lmagan funksiyalarni chaqirish.	Kodni albatta kompilyatsiya qilish va Unit testlar bilan qoplash.
Litsenziya buzilishi	SI ochiq kodli (Open Source) litsenziyali kodlarni ruxsatsiz takrorlashi.	Kod manbasini aniqlovchi filtrlardan foydalanish (masalan, GitHub Copilot filter settings).

Uchinchidan, Dasturchi rolining o‘zgarishi. SI kod yozishni osonlashtirgani sayin, dasturchining asosiy vazifasi "kodlovchi" (coder) dan "arxitektor" va "kod sharhlovchisi" (code reviewer) ga o‘zgarib bormoqda. Inson ijodkorligi, tizimli fikrlash va muammoni tushunish qobiliyati hali ham SI tomonidan to‘liq almashtirib bo‘lmaydigan sohalar hisoblanadi [4].

ISSN 3030-3907

XULOSA VA TAKLIFLAR. Ushbu tadqiqot ishi doirasida dasturlash jarayonida sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishning samaradorligi va usullari har tomonlama tahlil qilindi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi asosiy xulosalarga kelindi:

Samaradorlikning oshishi: SI vositalari (GitHub Copilot, ChatGPT va h.k.) dasturiy ta'minotni ishlab chiqish tezligini sezilarli darajada oshiradi. Hujjatlashtirish va standart kodlarni yozishda vaqt tejamkorligi 60% dan yuqori bo‘lishi mumkin.

Sifat o‘zgarishi: SI yordamida yozilgan kodlar sintaktik jihatdan to‘g‘ri va standartlarga mos bo‘lsa-da, mantiqiy xatolar va xavfsizlik zaifliklaridan holi emas. Bu esa inson nazorati hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini anglatadi.

Yangi ko‘nikmalar zarurati: Dasturchilar uchun an'anaviy kodlash ko‘nikmalaridan tashqari, SI modellariga to‘g‘ri so‘rov berish (Prompt Engineering), generatsiya qilingan kodni audit qilish va xavfsizlikni ta'minlash ko‘nikmalari muhim bo‘lib bormoqda.

Integratsiya darajasi: SI vositalari dasturlashning faqat ma'lum bir bosqichida emas, balki talablarni tahlil qilishdan tortib, to joylashtirish (CI/CD) jarayonigacha bo‘lgan to‘liq siklda qo‘llanilganda eng yuqori samarani beradi.

Tavsiyalar. Tadqiqot natijalariga asoslanib, dasturiy ta'minot ishlab chiqaruvchi korxonalar va individual dasturchilar uchun quyidagi amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi:

Ta'lim va moslashuv: IT kompaniyalari o‘z xodimlari uchun "AI-assisted programming" bo‘yicha maxsus treninglar tashkil etishlari va SI vositalaridan to‘g‘ri foydalanish madaniyatini shakllantirishlari lozim.

Xavfsizlik siyosati: Har bir tashkilot kod yozishda SI dan foydalanish bo‘yicha aniq xavfsizlik reglamentiga ega bo‘lishi shart. Maxfiy ma'lumotlarning ommaviy modellarga yuborilishining oldini olish uchun "Self-hosted" (o‘z serverida joylashgan) LLM lardan (masalan, CodeLlama) foydalanish tavsiya etiladi.

Gibrid yondashuv: Kodni 100% SI ga ishonib topshirmaslik kerak. "Code Review" jarayonlari kuchaytirilishi va SI yozgan har bir qator kod inson tomonidan tasdiqlanishi shart.

Testlashni avtomatlashtirish: SI tomonidan yozilgan kodning ishonchliligini ta'minlash uchun Unit testlar va integratsion testlarni yozishda ham SI imkoniyatlaridan keng foydalanish, ya'ni TDD (Test Driven Development) usulini SI bilan kuchaytirish maqsadga muvofiqdir.

Etikani saqlash: SI taklif qilgan kodlarning litsenziya turlarini tekshirish va mualliflik huquqlarini buzmaslik choralarini ko‘rish zarur.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Chen, M., Tworek, J., Jun, H., Yuan, Q., Pinto, H. P. d. O., Kaplan, J., ... & Zaremba, W. (2021). "Evaluating large language models trained on code". *arXiv preprint arXiv:2107.03374*.

2. Xu, F. F., Vasilescu, B., & Neubig, G. (2022). "In-context learning for code generation: An empirical study". *Proceedings of the 37th IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering*.

3. Nguyen, N., & Nadi, S. (2022). "An empirical evaluation of GitHub Copilot's code suggestions". *Proceedings of the 19th International Conference on Mining Software Repositories (MSR '22)*. pp. 1-5. https://doi.org/10.1145/3524842.3528470

4. Treude, C., & Hata, H. (2023). "AI-Assisted Coding: The demise of the junior developer?". *IEEE Software*, 40(3), 8-12.

5. Ziegler, A., Kalliamvakou, E., Li, X. A., Rice, A., Rifkin, D., Simister, S., ... & Aftandilian, E. (2022). "Productivity assessment of neural code completion". *Proceedings of the 6th ACM SIGPLAN International Symposium on Machine Programming*. pp. 21-29.

6. OpenAI. (2023). "GPT-4 Technical Report". *arXiv preprint arXiv:2303.08774*.

7. Barke, L., James, M. B., & Polikarpova, N. (2023). "Grounded Copilot: How Programmers Interact with Code-Generating Models". *Proceedings of the ACM on Programming Languages*, 7(OOPSLA1), 1-27.

ISSN 3030-3907

TEZLIK ZARBALARI ORQALI TRANSPORT VOSITALARIDAN ENERGIYA YIG‘ISH

Usmonov Axtam Usmonovich
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti
Hamroyev Yahyobek Yunus o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Zamonaviy shahar infratuzilmasida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu maqolada transport vositalari harakati jarayonida yuzaga keladigan mexanik energiyani tezlik zarbalari (sun’iy notekisliklar) orqali yig‘ish va elektr energiyasiga aylantirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tezlik zarbalari ostiga o‘rnatilgan energiya yig‘uvchi mexanizmlarning ishlash prinsipi, konstruktiv xususiyatlari hamda ularning amaliy qo‘llanilishi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari ushbu texnologiyaning yo‘l infratuzilmasida energiya tejamkorligini oshirish, avtonom yoritish tizimlarini quvvatlantirish va ekologik barqarorlikni ta’minlashdagi salohiyatini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: tezlik zarbalari; energiya yig‘ish; qayta tiklanuvchi energiya; transport vositalari; mexanik energiya; yo‘l infratuzilmasi; energiya tejamkorligi; barqaror texnologiyalar.

Abstract. The effective use of renewable energy sources in modern urban infrastructure is becoming increasingly important. This article analyzes the possibilities of collecting and converting mechanical energy generated during the movement of vehicles into electrical energy through speed bumps (artificial irregularities). The operating principle, design features and practical application of energy-harvesting mechanisms installed under speed bumps are considered. The research results demonstrate the potential of this technology to increase energy efficiency in road infrastructure, power autonomous lighting systems and ensure environmental sustainability.

Keywords: speed bumps; energy harvesting; renewable energy; vehicles; mechanical energy; road infrastructure; energy efficiency; sustainable technologies.

Аннотация. Эффективное использование возобновляемых источников энергии в современной городской инфраструктуре приобретает все большее значение. В данной статье анализируются возможности сбора и преобразования механической энергии, генерируемой при движении транспортных средств, в электрическую энергию с помощью лежачих полицейских (искусственных неровностей). Рассматриваются принцип работы, конструктивные особенности и практическое применение механизмов сбора энергии, устанавливаемых под лежачими полицейскими.

ISSN 3030-3907

Результаты исследования демонстрируют потенциал данной технологии для повышения энергоэффективности дорожной инфраструктуры, питания автономных систем освещения и обеспечения экологической устойчивости.

Ключевые слова: лежачие полицейские; сбор энергии; возобновляемая энергия; транспортные средства; механическая энергия; дорожная инфраструктура; энергоэффективность; устойчивые технологии.

Kirish

Cheklangan tezlikda sekinlashish uchun transport vositalari tomonidan ishlatiladigan energiya isrof qilinadi. Trafik energiyasini yig‘ish moslamasi (TEHD) tezlikni pasaytirishda avtomobil energiyasini yig‘ib olishga qodir. Ushbu hujjat mavjud Tehdlarda ishlatiladigan turli xil texnologiyalarning tasnifini taqdim etadi. Bundan tashqari, turli xil texnologiyalar bilan yig‘ib olinadigan energiya va ularning narxini baholash ishlab chiqilgan. Ushbu qurilmalar yordamida olingan energiya shaharlardagi yo‘llarni belgilash va yoritish, transport infratuzilmalarini yanada barqaror va ekologik toza qilish uchun ishlatilishi mumkin.



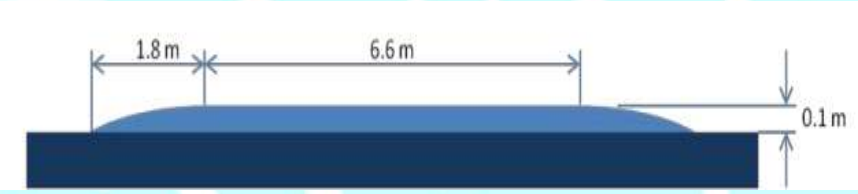
1-rasm.

Tezlikni boshqarish tizimi (SCS) - bu ma'lum yo‘llarda transport vositalarini sekinlashtirish uchun ishlatiladigan qurilma. Birinchi ma'lum SCS 1906 yilda Nyu-Jersida joylashtirilgan (Klement 1983). Ushbu qurilmalarning o‘lchamlari juda o‘zgaruvchan va balandligi 5 dan 15 santimetrgacha yoki undan ham ko‘proq bo‘lishi mumkin. Xuddi shunday, uzunligi bir necha santimetrdan bir necha metrgacha o‘zgarishi mumkin. Uzunligi bir metr yoki undan kam bo‘lgan tizimlar odatda "tezlikni pasaytirish" deb nomlanadi, metrdan uzunroq bo‘lganlar esa yuqori qismi tekis bo‘lsa, "tezlik tepalari" yoki "tezlik jadvallari" deb nomlanadi. 1975 yilda Birlashgan Qirollikdagi" Transport va yo‘l tadqiqotlari Kengashi " ushbu qurilmalar uchun ideal dizayn uzunligi 3,6 metr va 10 santimetrning parabolik shakliga to‘g‘ri keladi (rasm. 1)

Qo‘shma Shtatlarda transport muhandislari instituti tomonidan ishlab chiqilgan dizayn ko‘rsatmalariga ko‘ra, uzunligi 3,6 metr va balandligi 7,5 dan 10 santimetrgacha bo‘lgan parabolik shakl mos yozuvlar sifatida ishlatilishi kerak (ITE 1997). Yassi tepalikdagi dizaynlar uchun ular tekis qism uchun uzunligi 1,83 metr va uzunligi 3,05 metr bo‘lgan rampalarni tavsiya qiladilar (Bahar 2007). Boshqa dizaynlar odatda Florida shtatidagi Seminole okrugida birinchi marta o‘rnatilgan dizayn kabi ishlatilgan (Fig. 2). Ushbu dizayn uzunligi 6,6 metr va

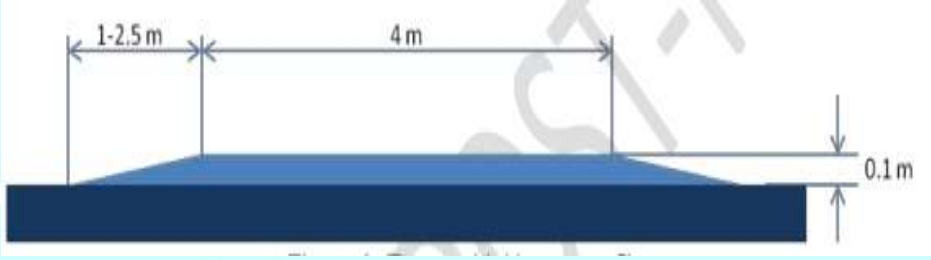
ISSN 3030-3907

balandligi 10 santimetr bo‘lgan yuqori qismida tekis, uzunligi 1,8 metr bo‘lgan egri rampalar bilan (hat 1999).



2-rasm.

Tezlik zarbalari va tezlik tepaliklarining geometriyasi ko‘plab mamlakatlarda standartlashtirilgan bo‘lsa-da, bu standartlar boshqalardan farq qiladi. Misol uchun, Ispaniyada bu 2008 yilgacha standartlashtirilmagan (Moreno va boshq. 2011). Ispaniya standarti Scssning ikki turini ajratib turadi: tezlikni pasaytirgichlar, ma'lum yo‘llarda aylanish tezligini pasaytirish uchun ishlatiladi va Transversal ogohlantirish bantlari, haydovchilarni tezlikni pasaytirish kabi ba'zi profilaktika choralari zarurligi haqida ogohlantirish uchun ishlatiladi. Ispaniya standartlarida tezlik tepaliklari uchun ikki xil dizayn shakli mavjud: yuqori qismida uzunligi 4 metr bo‘lgan trapezoidal shakllar, uzunligi 1 metrdan 2,5 metrgacha va balandligi 10 santimetrgacha bo‘lgan rampalar (rasm. 3); va uzunligi 4 metr va balandligi 6 santimetr bo‘lgan dumaloq shaklda (Ministerio de Fomento 2008), ularning shakli dastlab buyuk Britaniya va AQShda ideal sifatida o‘rnatilgan dizaynlarga juda o‘xshashligi sababli "humpback" deb ham nomlangan.



3-rasm.

So‘nggi yillarda kichik o‘lchamdagi Scsslardan foydalanish ko‘paydi. SCSs avtomobil tezligini kamaytirish va avariyalar sonini sezilarli darajada kamaytirishda juda samarali bo‘lsa-da, ba'zi kamchiliklar mavjud, masalan, avtomobil haddan tashqari tezlikda harakatlanayotganda old g‘ildiraklar, chegaradan past tezlikda yo‘lovchilar uchun yoqimsiz tebranishlar, transport vositalari etarli bo‘lmagan tezlikda o‘tganda kuchli tebranishlarni uzatmaslik, barcha haydovchilarni sekinlashtirishga majbur qilish va tezyordam va o‘t o‘chirish mashinalari (Ansari Ardeh va boshq. 2008; Khorshid va boshq. 2007). Ushbu jihatlarning barchasini yaxshilash uchun so‘nggi yillarda butun dunyo bo‘ylab SCSs dizaynini optimallashtirish bo‘yicha ushbu tizimlarni loyihalashda ishtirok etadigan turli xil o‘zgaruvchilar: tezlik, balandlik, uzunlik, egrilik radiusi va vertikal tezlashuv bilan bog‘liq bir nechta tadqiqot ishlari olib borildi. avtomobil va yo‘lovchilar tomonidan tajriba vaqtida aloqa (2009).

ISSN 3030-3907

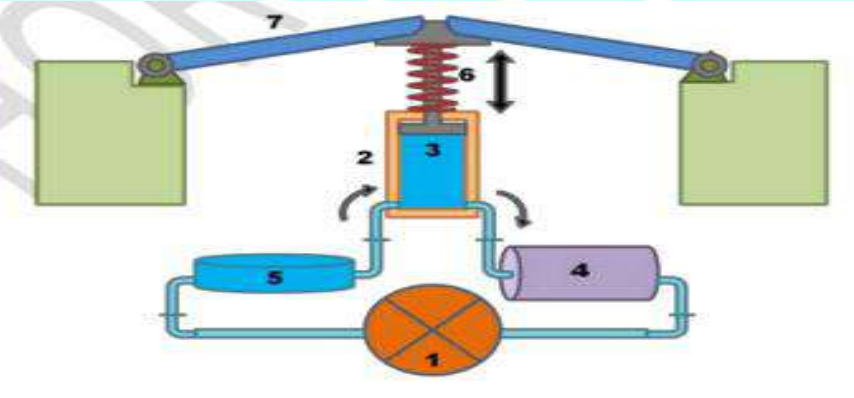
Bu SCSs uchun umumiy dizayn mezonlarini o‘rnatishga olib keldi; shunga qaramay, mamlakat yoki mahalliy hokimiyat organlariga qarab hali ham turli xil dizayn va qoidalar mavjud (Veber & Braaksma 2000). Trafik energiyasini yig‘ish nuqtai nazaridan, TEHD bilan yaxshiroq mos keladigan SCS tipologiyasi tezlikni oshirishdir. Tezlik tepalari bu maqsad uchun juda katta va kerakli qurilma o‘lchamlari, vazni va murakkabligi tufayli muammolarni keltirib chiqaradi. Ushbu hujjat tezligi ayirish ustidan avtomobil trafik energiya yig‘im-terim san'at holatini taqdim etadi. Ushbu jarayon cheklangan tezlikda SCSS orqali o‘tayotganda transport vositalarining energiyasidan foydalanishga harakat qilishi va undan ushbu yo‘llarni yoritish va markalash uchun foydalanishi kerak. Shuningdek, u transport vositalari va yo‘lovchilar uchun qulaylik va xavfsizlik standartlarini hisobga olishi, shuningdek, transport vositasining quvvat sarfini ko‘payishiga yo‘l qo‘ymasligi kerak.

Trafik energiyasini yig‘ish moslamasi (TEHD) o‘tayotgan transport vositasi tomonidan hosil bo‘lgan harakat va bosimni foydali energiyaga aylantirishga qodir. Tezlikni pasaytiradigan transport vositalaridan energiya yig‘ishga qodir bo‘lgan turli xil texnologiyalar mavjud.Ushbu texnologiyalar energiya yig‘ish usuli va uning o‘tkazuvchanligi bilan farq qiladi, chunki ularning barchasi piezoelektrik qurilmalardan tashqari elektromagnit generatordan foydalanadi. Mavjud qurilmalarning tavsiya etilgan tasnifi ushbu turli xil energiyaga asoslanaditesting texnologiyalari va ular transport vositalaridan energiyani foydali elektr energiyasiga aylantirish uchun qanday ishlatiladi.

Yuzga yaqin turli xil patentlar va boshqa intellektual xususiyatlar bilan maslahatlashildi. Shunga o‘xshash ko‘plab qurilmalar mavjud, ular faqat ba'zi tafsilotlarda farqlanadi, shuning uchun ushbu tasnif uchun uning xususiyatlari, nashr etilgan sanasi yoki ahamiyati tufayli faqat eng vakili tanlangan.

Shlangi Tehdlar elementar gidravlik TEHD piston, silindr, quvurlar va gidravlik turbinadan iborat. Ular Bernoullis printsipiga asoslanadi, piston ichidagi siqilgan suyuqlik tashqi quvurlarga tushadi, uning bosimini pasaytiradi, lekin kesimning qisqarishi tufayli tezligini oshiradi. Shlangi turbina suyuqlik tezligini mexanik energiyaga, so‘ngra elektr energiyasiga aylantiradi (rasm. 4) (Esteban va boshq. 2006).

ISSN 3030-3907



4-rasm: gidravlik TEHD ish sxemasi. Asosiy komponentlar: (1) gidravlik turbina, (2) silindr, (3) Piston, (4) akkumulyator, (5) rezervuar, (6) Damper va (7) rampa.

Le Van (1982) tomonidan ishlab chiqilgan TEHD-da, avtomobil qurilma ustidan o‘tganda, u 101 siqilmaydigan suyuqlik bilan to‘ldirilgan kameraga bosim o‘tkazadi. Ushbu kamera suyuqlikni dvigatelga haydash uchun bir tomonlama boshqaruv klapanlari bo‘lgan sxemaga ulangan. Follman (2000) ikkita mumkin bo‘lgan konfiguratsiyani taqdim etadi, ikkala holatda ham avtomobilning rampadan o‘tishi silindr ichidan suyuqlikni saqlash tizimiga o‘tkazadigan pistonni siqadi. Tsilindrda siqish va kengaytirish bosqichida suyuqlik oqimini boshqarish uchun kirish va chiqish klapanlari mavjud. Saqlash tizimiga ulangan generator tarmoqni elektr energiyasi bilan ta'minlaydi.Galich g‘oyasi (2001) - bu yo‘l yuzasi ostiga qo‘yilgan siqilmaydigan suyuqlik bilan to‘ldirilgan siqiladigan to‘shak.

Ushbu suyuqlik transport vositalarining og‘irligi bilan suyuqlik energiyasi mexanik energiyaga va generator orqali elektr energiyasiga aylanadigan aylanish tizimiga suriladi. Adair (2007) silindrdan siqilmaydigan suyuqlikni elektr generatoriga surib, piston ustiga tushadigan harakatlanuvchi plastinka bilan TEHD taklif qiladi. Pistonni tiklash uchun ikkita tizim mavjud: birinchisida plastinkaga ulangan kamon pistonni asl holatiga qaytaradi, ikkinchisida silindr va generator o‘rtasida joylashgan kengaytirish tanki suyuqlikni silindrga surib, itaradi.piston asl holatiga. CALLEGARI (2009) tomonidan ishlab chiqilgan TEHD piramidal shakldagi harakatlanuvchi qopqoqni o‘z ichiga oladi, u ba'zi oleo dinamik tsilindrlarni gidravlik suyuqlik yoki moy bilan to‘ldiradi. Suyuqlik oqim generatoriga ulangan oleo dinamik motoriga quyiladi.

Horianopoulos (2008) past bosimli suyuqlik rezervuari, yuqori bosimli suyuqlik akkumulyatori va yo‘l yuzasi ostiga kamida bitta tiklash moslamasi o‘rnatilgan tizimni taklif qiladi. Trafik o‘tib ketganda, qurilma suyuqlikni rezervuardan akkumulyatorga pompalaydi. Yuqori bosimli suyuqlik keyinchalik elektr generatorini etkazib berish uchun ishlatilishi mumkin. Qopqoq shakli silindrsimon yoki trapezoidal bo‘lishi mumkin. Xendrikson (2010) tomonidan ishlab chiqilgan tizim to‘rt birlikdan iborat: birinchisida avtomobilning tezligi va

ISSN 3030-3907

og‘irligini o‘lchash uchun boshqaruv moslamasi mavjud; ikkinchi birlik o‘lchangan tezlik yordamida tezlashuv yoki sekinlashuv diapazonini hisoblab chiqadi; uchinchi birlik o‘lchovlarni taqqoslaydi va forth birligi avtomobil tezligini sozlaydi. tizim reaktsiyasi uchinchi birlikdan olingan natijalar funktsiyasi sifatida.

Ushbu birliklar avtomobil o‘tishiga taklif qilingan qarshilikni moslashtiradi va tizimni yanada samarali qiladi. Energiya moslashuvchan qurilma bilan yig‘iladisuyuqlik. Avtomobil uning ustidan o‘tganda, suyuqlik elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun gidravlik dvigatelga suriladi. Kinergypouer korporatsiyasi (2012) transport vositalari va piyodalardan energiya yig‘ish uchun bir nechta qurilmalarni taqdim etadi. Tizimlarning qopqog‘i ko‘plab kichik plitalardan iborat. Avtomobil o‘tib ketganda, bu Eac plastinkasi ostiga qo‘yilgan pistonlarni siqadi.

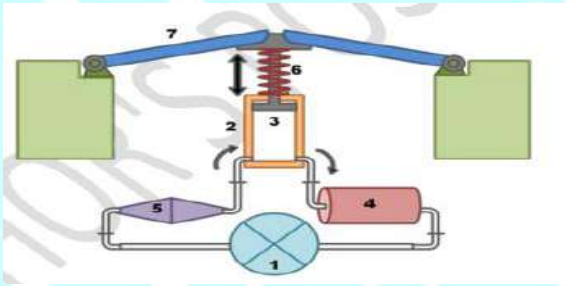
Shu bilan birga, ushbu pistonlarning har biri suyuqlikni gaz va suyuqlik bilan to‘ldirilgan akkumulyatorlarda saqlanadigan tizimga suradi. Ushbu akkumulyatorlar tizimga suyuqlikni saqlashga va keyinchalik generatorga etkazib berishga imkon beradi. Jenerator tomonidan ishlatiladigan suyuqlik yana pistonlarda ishlatishga tayyor bo‘lgan atmosfera bosimidagi tankga qaytariladi. Tizimning o‘lchamlari va shakli trafik turiga qarab farq qiladi. Yengil harakatlanish uchun KinerBump trapezoid shaklida, uzunligi 8 metr va balandligi 9 santimetr (Kinergypouer 2012).

Pnevmatik TEHDNING ishlash printsipi gidravlikaga o‘xshaydi, lekin siqilmaydigan suyuqlik o‘rniga gaz yoki havo bilan. Ko‘rinib turibdiki, agar gaz yoki havo atmosfera sharoitida pistonga kiritilsa, barcha bosim kuchi havoni siqish uchun ishlatiladi va jarayonning samaradorligi haqiqatan ham past bo‘ladi. Shuning uchun gaz yoki havoni oldindan siqish kerak, bu kompressordan foydalanish zarurligini anglatadi (Fig. 5) (Croser & Ebel 2000).

Krupp (1978) yo‘lning bir qismini bo‘ylab kichik olinishiga majmui bilan TEHD taqdim. Har bir zarba ostiga gaz bilan to‘ldirilgan kamera qo‘yilgan. Kameraning yuqori devori avtomobilning og‘irligi tufayli gazni siqishni engillashtirish uchun moslashuvchan. Gazni bir kameradan ikkinchisiga yuqori bosim ostida surish uchun barcha kameralar ketma-ket ulangan. To‘plamning oxirgi kameralari avtomobil og‘irligi bosimini oshirish uchun kichikroq moslashuvchan maydonga ega. Ushbu yuqori bosimli havo turbina orqali elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin. Smit (1979) avtomobil ustidan o‘tib qachon bir piston siqadi yo‘l yuzasida kichik ayirish bilan TEHD taklif. Qurilma havo siqilgan silindrning ikki tomonidagi ikkita buloq yordamida asl holatiga qaytadi. Piston piston balandligi va tushish paytida havo kirishiga ruxsat berish uchun kirish va chiqish klapanlarini o‘z ichiga oladi. Tsilindrlar va generator o‘rtasida havo bosimli akkumulyator mavjud. Boshqa TEHD Roche & Banks tomonidan taklif qilingan (1980). Qopqoq-bu havo nasosini tushiradigan va

ISSN 3030-3907

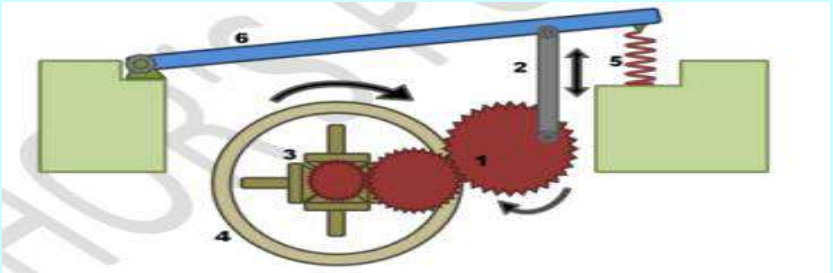
siqadigan mentli panel. Buning uchun ikki xil nasos mavjud, yo‘l yuzasi bo‘ylab joylashtirilgan siqiladigan tsilindrlar yoki asilindrli piston.Havo oqishini oldini olish uchun boshqaruv klapanlari kiritilgan. Havo kompressori siqish jarayonida energiya yo‘qotilishiga yo‘l qo‘ymaslik uchun havoni silindrlarga mos bosim bilan ta'minlaydi. Havo generatorga aylanish energiyasini beradigan turbinani boshqaradi.



5-rasm.

Mexanik Tehdlar ushbu turdagi kombaynlarning asosiy printsipi mexanizm yordamida mexanik kuchni elektr energiyasiga aylantirishdir. Ko‘p turli xil dizaynlar mavjud; eng ko‘p ishlatiladigan asosan generator ichidagi aylanish tezligini oshirish uchun ulanish tayoqchalari, krank mili va viteslardan iborat (Fig. 6) (Saneifard va boshq. 2009).

McGee (1986) piramida shaklidagi qopqoqli TEHD taklif qiladi, u avtomobil qurilma ustidan o‘tganda vertexni bosadi va turli viteslarni faollashtiradi, qopqoqning tushishini aylanish harakatiga aylantiradi. ALPERON (2004) tomonidan ishlab chiqilgan TEHDDA avtomobil uning ustidan o‘tganda qisman yo‘l yuzasiga o‘rnatilgan silindr aylanadi. Ushbu aylanish tishli tizimni faollashtiradi va generatorda aylanish tezligini maksimal darajada oshiradi. Kenney (2009) rocker qo‘li bilan yig‘ilgan ikkita harakatlanuvchi plitalardan foydalanadi, avtomobil birinchi plastinka ustiga o‘tganda u pastga tushadi va rocker qo‘lini harakatga keltiradi. Xuddi shu tarzda, ikkinchi plastinka roker qo‘lini dastlabki holatiga qaytaradi.

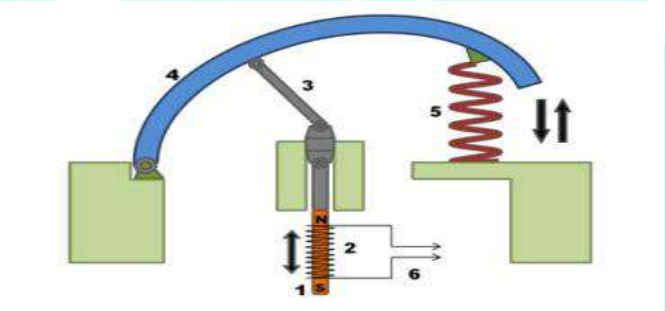


6-rasm.

Generator elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun ushbu 193 tebranish harakatidan foydalanadi. Boshqa shunga o‘xshash TEHD Chen tomonidan taklif qilingan (2010).Ushbu qurilmada yarim moslashuvchan qopqoq qolgan qismlarni himoya qiladi. Avtomobil qopqoq ustidan o‘tganda, u qanotni bosadi va aylanish harakatini volan orqali generatorning rotoriga o‘tkazadigan debriyajni jalb qiladi.

ISSN 3030-3907

Saneifard va boshq. (2009) muhandislik texnologiyalari jurnalida o‘z jamoasi tomonidan ishlab chiqarilgan 198 qurilmasi bilan olingan eksperimental natijalarni taqdim etdi. Qurilmalarda yuqori qism harakatlanadigan yo‘l plitasi mavjud.



7-rasm.

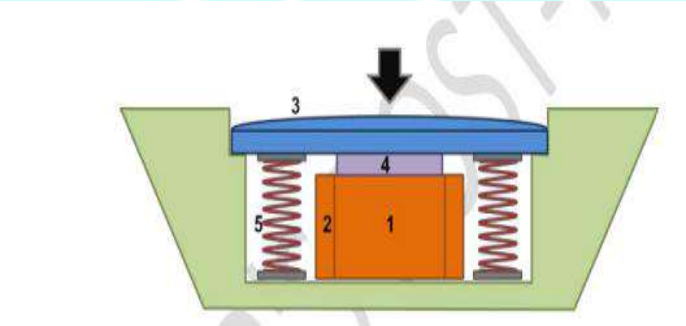
Plitani asl holatiga qaytarish uchun damping tizimi mavjud. Avtomobil plastinka ustidan o‘tganda, birlashtiruvchi novdalar bu harakatni krank miliga va bu viteslarga o‘tkazadi. Nihoyat, aylanish generatorga etib boradi, u erda u elektr energiyasiga aylanadi. Boshqa TEHD-bu elektr kinetik yo‘l raMPasi, o‘z veb-saytida avtomagistral energiya tizimlari Ltd (2011) tomonidan taqdim etilgan. Avlod tizimi birlashtiruvchi novdalar, krank mili, volan, viteslar, generator va saqlash tizimidan iborat. Sirtda avtomobil ularning ustidan o‘tganda to‘lqin kabi harakatlanadigan uchta yig‘ilgan yo‘l plitalari mavjud. Ushbu rampa bilan o‘tkazilgan sinovlar qoniqarli edi va u 2009 yilda Londonning ba'zi tashqi hududlarida joylashtirilgan (avtomagistral energiya tizimlari 2011).

Shakl 8: piezoelektrik stack TEHD ish sxemasi. Asosiy komponentlar: (1) piezoelektrik plitalar, (2) elektrodlar, (3) platforma, (4) qisqich va (5) amortizatorlar.

Piezoelektrik TEHDs piezoelektrik ma'lum materiallarning mikroskopik xususiyatlarining natijasidir. Bu hodisa sodir bo‘ladi, chunki mexanik stresslarni qo‘llashda kristallar elektr polarizatsiyasiga ega bo‘ladi. Bu potentsial farqni va ularning yuzalarida qarama-qarshi elektr zaryadlarining paydo bo‘lishiga olib keladi (Xaligh va boshq. 2010; Chennault va boshq. 2008).

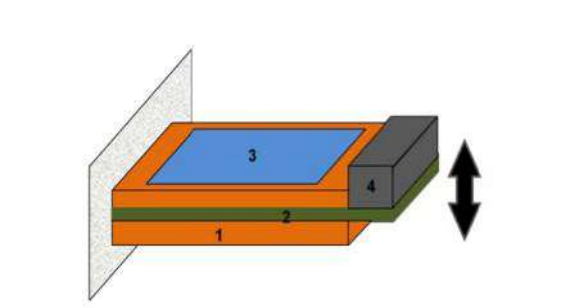
Qo‘rg‘oshin Zirkonat titanat (PZT) keramika 1954 yilda kashf etilgan va shu vaqtdan beri piezoelektrik dasturlarning barcha sohalarida ustun material sifatida bariy titanat keramika o‘rnini egallagan. Piezoelektrik energiya yig‘ish qurilmalarining ikkita asosiy turi mavjud: piezoelektrik Stack transduserlari (Fig. 8) va piezoelektrik Bender transduserlar (anjir.9) (Nuffer & Bein 2006).

ISSN 3030-3907



8-rasm: piezoelektrik bimorf konsol nurlari generatorining sxemasi: (1) pzt plitalari, (2) Shim qatlami, (3) elektrod va (4) uchi massasi.

Messineo va boshq. (2012) piezoelektrik bender qurilmasi yordamida TEHD taqdim etadi. Prototip yulka ichiga o‘rnatilgan tashqi quti va elastik elementlar bilan bog‘langan ichki qutidan iborat. Ushbu mexanik konfiguratsiya ichki quti tomonidan ishlab chiqarilgan tebranishni piezoelektrik bender transduseriga o‘tkazishga imkon beradi. Tizim konfiguratsiyasining moslashuvchanligi pzts ning optimal rezonans chastotasiga mos kelish uchun tebranish chastotasini o‘zgartirishga imkon beradi. Yaqinda avtomobil, poezd yoki piyodalar harakatidan elektr energiyasini ishlab chiqarish uchun piezoelektrik energiya yig‘ish dasturlarining katta qismi ishlab chiqildi. Masalan, Sharqiy Yaponiya temir yo‘l kompaniyasi Tokio metrosining chipta eshiklari va displey tizimlarini quvvatlantirish uchun energiya ishlab chiqaradigan polni ishlab chiqdi.Ushbu tizim kuniga 1400 kVtni 25 kvadrat metr maydon uchun taqdim etishi kutilmoqda. Nihoyat, eng mashhur tizim Isroilning Innovattech kompaniyasi tomonidan ishlab chiqilgan. Bu patent (Abramovich va boshq. 2010), piezoelektrik stack transduserlari yo‘l bo‘ylab asfaltga joylashtirilgan. Yo‘l deformatsiyasida ishlatiladigan energiya to‘g‘ridan-to‘g‘ri piezoelektrik effekt orqali elektr energiyasiga aylanadi. Innovattech (2012) ushbu texnologiyani ishlab chiqdi va sinovdan o‘tkazdi va ular Isroil Milliy yo‘l kompaniyasi (INRC) bilan loyihada hamkorlik qildilar.



9-rasm.

Turli tehdlar yordamida yig‘ib olinadigan energiyaning aniq miqdorini baholash patentlar va boshqa mavjud qurilmalardan texnik ma'lumotlar yo‘qligi sababli murakkab vazifadir. Barcha Tehdlar bir xil energiya kirishiga ega deb faraz qilsak, elektr quvvati chiqishi uchun taxminiy qiymatni hisoblash mumkin. Shu

ISSN 3030-3907

maqsadda tegishli nazariyaga qo‘shimcha ravishda boshqa hujjatlardagi ba'zi taxminlar va eksperimental qiymatlardan foydalaniladi. Olingan natijalar tizimlarni taqqoslash va har bir vaziyat uchun tanlovni optimallashtirish uchun ishlatilishi mumkin.

Piezoelektrik va elektromagnit texnologiyalar tebranganda ko‘proq quvvat ishlab chiqarishga qodir. Etarli mexanizm orqali optimal chastotali tebranish hosil qilish va shu bilan ushbu Tehdlar tomonidan olingan quvvatni maksimal darajada oshirish mumkin (Roundy va boshq. 2003; Cannarella va boshq. 2011). Shunga ko‘ra, piezoelektrik va elektromagnit Tehdlar uchun qabul qilingan quvvat chiqish qiymatlari tebranish tizimlariga mos keladi. Barcha holatlar uchun qabul qilingan avtomobil og‘irligi 1800 Kg bo‘lgan standart o‘rta o‘lchamli avtomobil va SCS balandligi 8 santimetrga teng. Phalke (2011) ma'lumotlariga ko‘ra, pzt 5h seramika tipidagi piezoelektrik qurilma va 148,904 Gts tebranish chastotasi uchun olingan quvvat 87,06 Gts. Ushbu quvvat faqat bitta piezoelektrik qurilma uchun mo‘ljallangan, ammo uning o‘lchamlari kamayganligi va SCS o‘lchovlariga qarab, 250 dan 350 gacha qurilmalarni joylashtirish mumkin edi.6-Jadvalga Qarang. Zuo va boshq. (2010) scsga joylashtirilishi mumkin bo‘lgan narsalarga o‘xshash elektromagnit moslama bilan sinovlarni o‘tkazdi. Ushbu tizim faqat bitta lasanni o‘z ichiga oladi va 10 Gts chastotali 2 V va 10 Vt o‘rtacha kuchlanishni ta'minlaydi. Piezoelektrik holatga o‘xshab, o‘lchamlarni hisobga olgan holda, 10 dan 20 gacha qurilmalarni joylashtirish mumkin edi (6-jadval). SCSGA joylashtirish uchun mos o‘lchamlarga ega gidravlik TEHD Arizti (2010) tomonidan tasvirlangan. 55 mm diametrli silindrli, 10 mm diametrli chiqish teshiklari va 350 bar ichki bosimga ega bo‘lgan ushbu qurilma o‘rtacha 800 Vt quvvatni ta'minlaydi.350 barlik bosim SCS orqali o‘tishda avtomobil ishlab chiqarishi mumkin bo‘lganidan ancha yuqori. Shu silindir olgan holda va bir avtomobil og‘irligi uchun 1800 Kg, silindir ichida bosim bo‘ladi: (1) P = 1800 Kg * 10 m/s2 / 0.002375 m2 D. 7600000 Pa bu bosim Aritzis qiymati deyarli bir beshinchi bo‘lgan (Arizti 2010).

Tsilindrdagi bosim chiqish quvvati bilan bevosita bog‘liq deb taxmin qilinadi (6-jadval). Pnevmatik TEHD haqida o‘ylanmagan, chunki uning ishlashi gidravlikaga o‘xshaydi, ammo gazni siqishdagi yo‘qotish tufayli unchalik samarasiz. Bundan tashqari, energiya sarflaydigan kompressor zarur. Saneifard va boshq tomonidan qurilgan mexanik TEHDDA. (2009), qurilmaning ishlashi yaxshi tasvirlangan. Generatorning o‘qi daqiqada 3537 aylanishda aylanadi, 12 a oqim va 12 v kuchlanish hosil qiladi, bu har bir avtomobil uchun 144 Vt quvvat cho‘qqisini ta'minlaydi.

Xulosa. Tezlik zarbalari orqali transport vositalaridan energiya yig‘ish texnologiyasi zamonaviy yo‘l infratuzilmasida qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, transport oqimi natijasida hosil bo‘ladigan mexanik energiyani samarali yig‘ish va elektr energiyasiga aylantirish imkoniyati mavjud. Ushbu texnologiya ayniqsa avtomobil harakati zich bo‘lgan hududlarda qo‘llanilganda yuqori samaradorlikka ega bo‘lishi mumkin.

Tezlik zarbalari asosida ishlovchi energiya yig‘ish tizimlari yo‘l yoritish moslamalari, svetoforlar, kuzatuv kameralarini quvvatlantirish kabi amaliy vazifalarda foydalanilishi mumkin. Bundan tashqari, ushbu yondashuv an’anaviy energiya manbalariga bo‘lgan bog‘liqlikni kamaytirib, ekologik barqarorlikni ta’minlashga xizmat qiladi. Kelgusida bunday tizimlarni takomillashtirish va keng miqyosda joriy etish transport va energetika sohalarining integratsiyasini yanada rivojlantirishga imkon beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ahmed, S., & Hassan, M. (2020). *Energy harvesting from road traffic: Technologies and applications*. Renewable Energy Journal, 145, 123–135.
2. Li, Z., Wang, Y., & Chen, X. (2019). *Mechanical energy harvesting systems for smart roads*. Energy Conversion and Management, 182, 210–223.
3. Federal Motor Carrier Safety Administration. (2021). *Transportation infrastructure and energy efficiency*. U.S. Department of Transportation.
4. O‘rozov, A. A. (2022). *Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va ularning amaliy qo‘llanilishi*. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.
5. Xolmatov, B. S., & Karimov, D. R. (2021). *Yo‘l infratuzilmasida innovatsion energiya texnologiyalari*. O‘zbekiston muhandislik jurnali, 4(2), 45–52.

ISSN 3030-3907

“RAQAMLI PEDAGOGIKA” KONSEPSIYASIGA ASOSLANGAN INTERAKTIV O‘QUV PLATFORMASINI ISHLAB CHIQISH VA UNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Murodova Zarina Rashidovna

Buxoro davlat texnika universiteti “AKT” kafedrasi dotsenti, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),

Nosirova Muqaddas

Osiyo Xalqaro univeristeti magistranti

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishi “raqamli pedagogika” konsepsiyasiga asoslangan interaktiv o‘quv platformasini ishlab chiqish va uning ta’lim jarayonidagi samaradorligini baholashga bag‘ishlangan. Tadqiqotda zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining ta’lim tizimiga integratsiyasi, interaktiv va moslashuvchan o‘qitish muhitini yaratish masalalari yoritilgan. Interaktiv o‘quv platformasining funksional imkoniyatlari, pedagogik va texnologik afzalliklari tahlil qilinib, uning o‘quvchilar bilim darajasi, faolligi va motivatsiyasiga ta’siri o‘rganilgan. Tajriba-sinov natijalari asosida raqamli pedagogika asosidagi o‘quv platformasining ta’lim sifatini oshirishdagi samaradorligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: raqamli pedagogika, interaktiv o‘quv platformasi, raqamli ta’lim, masofaviy ta’lim, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, adaptiv o‘qitish, ta’lim samaradorligi, ta’lim jarayonini raqamlashtirish

Abstract. This research is devoted to the development of an interactive learning platform based on the concept of digital pedagogy and the evaluation of its effectiveness in the educational process. The study examines the integration of modern information and communication technologies into education and the creation of an interactive and adaptive learning environment. The functional, pedagogical, and technological features of the interactive learning platform are analyzed, and its impact on students’ academic performance, learning activity, and motivation is investigated. Based on the results of experimental research, the effectiveness of a digital pedagogy–based learning platform in improving the quality of education is scientifically substantiated.

Keywords: digital pedagogy, interactive learning platform, digital education, e-learning, information and communication technologies, adaptive learning, educational effectiveness

Аннотация. Данное исследование посвящено разработке интерактивной образовательной платформы на основе концепции цифровой педагогики и оценке её эффективности в образовательном процессе. В работе рассматриваются вопросы интеграции современных информационно-коммуникационных технологий в систему образования, а также создания

интерактивной и адаптивной образовательной среды. Проанализированы функциональные, педагогические и технологические возможности интерактивной платформы, а также изучено её влияние на уровень знаний, учебную активность и мотивацию обучающихся. На основе результатов опытно-экспериментальной работы научно обоснована эффективность применения образовательной платформы, основанной на цифровой педагогике, для повышения качества образования.

Ключевые слова: цифровая педагогика, интерактивная образовательная платформа, цифровое образование, электронное обучение, информационно-коммуникационные технологии, адаптивное обучение, эффективность образования.

Kirish

“Raqamli pedagogika” konsepsiyasi — bu ta’lim jarayonini raqamli texnologiyalar asosida tashkil etish, o‘qitish va baholashni zamonaviy IT vositalar bilan boyitishga qaratilgan yondashuvdir.

Ya’ni, bir kishining yoki oilaning kundalik daromadi yoki oylik daromadi mamlakat belgilagan minimal yashash miqdoridan past bo‘lsa, u kambag‘al hisoblanadi. O‘zbekiston uchun ilg‘or xorijiy tajribalarni moslashtirish jarayonida ijtimoiy himoya tizimini modernizatsiya qilish, naqd pul transfertlari mexanizmini takomillashtirish, shuningdek ta’lim va sog‘liqni saqlash infratuzilmasini mustahkamlash yo‘nalishlari bo‘yicha takliflar ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari kambag‘allikni qisqartirishda kompleks yondashuv, raqamli boshqaruv tizimlari hamda inklyuziv iqtisodiy siyosatning ustuvor ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Asosiy tushunchalar: Raqamli pedagogika (digital pedagogy) – bu zamonaviy ta’lim jarayonida raqamli texnologiyalarni (kompyuterlar, gadjetlar, dasturiy ta’minot, internet resurslari, sun’iy intellekt va boshqalar) samarali qo‘llashga asoslangan pedagogik yondashuvdir. U an’anaviy ta’lim usullarini raqamli vositalar bilan boyitib, o‘quv jarayonini interaktiv, individual va moslashuvchan qilishga qaratilgan. O‘zbekistonda bu konsepsiya “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi doirasida faol rivojlanmoqda va ta’lim sifatini oshirishning muhim omili sifatida qaralmoqda.

Raqamli pedagogikaning asosiy xususiyatlari: Interaktivlik: O‘quvchi va o‘qituvchi o‘rtasida real vaqt rejimida aloqa (chatlar, forumlar, video darslar). Individual yondashuv: Har bir o‘quvchining darajasi va tezligiga moslashgan trayektoriya (adaptiv platformalar orqali). Multimedia va gamifikatsiya: Video, animatsiya, o‘yin elementlari bilan boyitilgan materiallar. Masofaviy va aralash ta’lim: Onlayn va offlayn usullarning integratsiyasi. Baholash va monitoring: Avtomatlashtirilgan testlar, analitika va tezkor fikr-mulohaza. Bu konsepsiya ta’lim xizmatlari sifatini oshiradi, o‘quvchilarning motivatsiyasini kuchaytiradi va

ISSN 3030-3907

o‘qituvchilarning vaqtini tejaydi.Interaktiv o‘quv platformaning afzalliklari va funksiyalari. “Raqamli pedagogika”ga asoslangan interaktiv o‘quv platforma – bu onlayn muhitda ta’limni tashkil etish uchun mo‘ljallangan raqamli tizim. Bunday platformalar (masalan, Moodle, Google Classroom, Nearpod, Genially yoki O‘zbekistondagi HEMIS, Uchi.ru analoglari) quyidagi imkoniyatlarni beradi:

[17]Eng ko‘p yordamga muhtoj oilalarni aniqlash jarayoni murakkab. Nazariy jihatdan, har bir oilaning jami daromadini soliq ma’lumotlari asosida hisoblab, uni oila a’zolari soniga bo‘lish va natijani milliy kambag‘allik chizig‘i bilan solishtirish kifoya qilardi. Shu tarzda, kambag‘allarni aniq aniqlash mumkin bo‘lgan.

Ammo amaliyotda bu usul ish bermaydi. Bunday yondashuv faqat aholining ko‘pchiligi rasmiy ish bilan band bo‘lgan va davlat tizimlariga to‘liq ulangan hollarda samarali.

Interaktiv o‘quv platformalari (masalan, Moodle, Google Classroom, TalentLMS, Coursera yoki O‘zbekistondagi Intalim.uz, HEMIS kabi tizimlar) zamonaviy ta’limni tashkil etishda muhim vositadir. Ularning asosiy funksiyalari quyidagilar:

1. Kontent taqdim etish va yaratish: Video lektsiyalar, animatsiyalar, interaktiv prezentatsiyalar va elektron materiallar yuklash. Virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar orqali amaliy mashqlarni bajarish. O‘zaro aloqa va hamkorlik: Real vaqt rejimida chatlar, forumlar, video konferensiyalar (Zoom integratsiyasi). Guruhiy loyihalar va muhokamalar uchun vositalar. Baholash va monitoring: Avtomatik testlar, quizlar va tezkor natijalar. O‘quvchi progressini kuzatuvchi dashboard va analitika. Individual moslashuv: Adaptiv trayektoriyalar: O‘quvchi darajasiga qarab qo‘shimcha materiallar taklif qilish. Shaxsiy portfolio va o‘rganish tezligini sozlash. Gamifikatsiya va motivatsiya: Ballar, badge’lar, reytinglar va o‘yin elementlari. Mobil ilovalar orqali istalgan joyda kirish. Integratsiya va boshqaruv: Boshqa vositalar (Google Drive, AI yordamchilar) bilan bog‘lanish. O‘qituvchi uchun dars jadvali, hisobotlar va avtomatlashtirilgan boshqaruv. **Diagnostika bosqichi**

Barcha o‘quvchilarning boshlang‘ich bilim, motivatsiya va o‘zlashtirish uslublarini aniqlash. Past darajadagi o‘quvchilarni alohida ro‘yxatga olish va ularning ishtirokini ta’minlash choralarini ko‘rib chiqish. Maqsad va metod tanlash

Darsning konkret, o‘lchanadigan maqsadlarini qo‘yish (SMART-texnologiyasi).Hamkorlikda o‘qitish, juftlik-guruh ishi, o‘yinli metodlarni tanlash. “An’anaviy” va “noan’anaviy” formatlarni optimal aralashgan holda ishlatish. Rejalashtirish va resurslar. Mikro-va makro-topsiriqlarni tuzish: “Zanjir”, “Topogon”, “Tez javob” kabi 5–7 daqiqalik o‘yinlar orqali mikro-chekinishlar yaratish. Interfaol platforma (Moodle, Google Classroom) orqali elektron

[17] Muallif ishi

ISSN 3030-3907

resurslarni taqdim etish. Amalga tatbiq etish. O‘qituvchi “rejissyor” sifatida faoliyat ko‘rsatadi:

– guruhlarni 3–4 kishilik bo‘lib, “sog‘lom raqobat” tamoyilida ishga yo‘naltiradi;

– o‘quvchilarni o‘z fikrini himoya qilishga, “gapirishga va o‘z fikrlarini ifoda etishga” undaydi.Kundalik va tizimli tahlil orqali jarayonni onlayn-kontrol qilish. O‘zlashtirish sifatini baholash. Formativ baholash: onlayn test, instant-feedback, “o‘zim tekshiraman” o‘yini. Summativ baholash: adaptiv test (IRT-algoritm) va portfel tahlili. Natijalar “xatolik kartasi” shaklida visualizatsiya qilinadi. Takomillashtirish (feedback-loop) O‘quvchi va o‘qituvchi o‘rtasidagi “ikki yo‘nalishli” sharh 48 soat ichida ko‘rib chiqiladi. Diagnostika ma’lumotlari yangilangan holda algoritm. O‘zbekistonda bunday platformalar “Raqamli ta’lim” strategiyasi doirasida rivojlanmoqda va ta’lim sifatini oshirishda katta rol o‘ynamoqda. Ular nafaqat bilim beradi, balki o‘quvchilarni faol va ijodiy shaxslarga aylantiradi. “Raqamli pedagogika” konsepsiyasiga asoslangan interaktiv platforma ta’limning shaxsiy, ochiq va doimiy (lifelong) xarakterini ta’minlashga qodir. U o‘qituvchidan “dars beruvchi” emas, “tajriba-dizayner” bo‘lishini, o‘quvchidan esa “ma’lumot iste’molchisi” emas, balki “bilim hamkor-prodyuser” bo‘lishini talab qiladi. Raqamli pedagogika – bu zamonaviy ta’limning kelajagiga yetaklovchi kalit. Shu bilan birga, O‘zbekiston Prezidenti tomonidan olib borilayotgan oqilona va barqaror siyosatlar mamlakatda kambag‘allikni qisqartirishda muhim rol o‘ynamoqda. Prezident tashabbuslari doirasida ijtimoiy himoya tizimini modernizatsiya qilish, shartli va shartsiz naqd pul transferlarini kengaytirish, ta’lim va sog‘liqni saqlash infratuzilmasini mustahkamlash orqali aholining turmush darajasini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Ilg‘or mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, shartli va shartsiz naqd pul transferlari, sifatli ta’lim va sog‘liqni saqlash tizimi orqali kambag‘allikni samarali qisqartirish mumkin. Shu asosda, Prezident siyosati va milliy strategiyalar birgalikda O‘zbekistonni barqaror rivojlanish va inklyuziv iqtisodiy o‘sishga olib boruvchi yo‘ldan ketayotganini tasdiqlaydi**.**

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Milliy Statistika Qo‘mitasi. Uy-joy byudjeti so‘rovi (HBS) 2021–2024. Toshkent, 2024.

2. O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot Vazirligi. Milliy rivojlanish strategiyasi va barqaror iqtisodiy o‘sish bo‘yicha hisobotlar. Toshkent, 2023.

3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Farmonlar va qarorlar, ijtimoiy himoya va kambag‘allikni qisqartirish sohalari bo‘yicha, 2021–2024.

4. Birlashgan Millatlar Tashkiloti. Sustainable Development **Goals Report 2023**. New York, United Nations, 2023.

ISSN 3030-3907

5. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020
6. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Ta`limda multimedia ilovalari O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020
7. Информационные технологии: учебник / З.Р.Муродова, Бухоро: «BUXORO NASHR» МЧЖ, 2023. - 350 с.
8. Kadirov M. Axborot texnologiyalari-1 qism. O ‘quv qo ‘llanma. T:Sano-standart-2018
9. T.F.Sohibov, N.A.Sharapova. Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari (I qism). O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2024
10. Sh.X.Samiyeva, N.A.Sharapova. Dizayn va amaliy dasturlar. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Durdona. 2023

ISSN 3030-3907

MATEMATIKA FANINING RIVOJLANISHI ORQALI INSONLARNING KOINOT HAQIDAGI QARASHLARI

Jo‘rayev Shaxzod Shuhratjonvich
Osiyo Xalqaro Universiteti,Assistant professor
E-mail: shaxzodjurayev7060@gmail.com

Annotatsiya: Mazkur maqolada matematika fanining rivojlanishi orqali insonlarning koinot haqidagi ilmiy qarashlari tahlil qilinadi. Tadqiqotda matematik modellashtirishning koinotni anglashdagi o‘rni yoritilib, xususan planetar jismlarning orbital harakati ellips va ellipsoidlar yordamida matematik jihatdan tavsiflanadi. Kepler qonunlarining analitik-geometrik asoslari, ellips tenglamasi va eksentrisitet tushunchasi koinot tuzilishini izohlashda muhim vosita sifatida ko‘rib chiqiladi. Olingan natijalar matematikaning koinotni bilishda universal ilmiy til ekanini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: matematika, koinot, ellips, ellipsoid, orbital harakat, matematik modellashtirish,Nyuton.

Abstract: This article analyzes the evolution of human scientific understanding of the universe through the development of mathematics. The study highlights the role of mathematical modeling in comprehending the cosmos, specifically focusing on the orbital motion of planetary bodies, which is mathematically described using ellipses and ellipsoids. The analytical-geometric foundations of Kepler’s laws, the equation of an ellipse, and the concept of eccentricity are considered as essential tools for explaining the structure of the universe. The obtained results demonstrate that mathematics serves as a universal scientific language in understanding the cosmos.

Keywords: mathematics, universe, ellipse, ellipsoid, orbital motion, mathematical modeling, Newton.

Аннотация: В данной статье анализируется эволюция научного понимания человечеством Вселенной через развитие математики. В исследовании освещается роль математического моделирования в познании космоса, с особым акцентом на орбитальное движение планетарных тел, которое математически описывается с помощью эллипсов и эллипсоидов. Аналитико-геометрические основы законов Кеплера, уравнение эллипса и понятие эксцентриситета рассматриваются как важные инструменты для объяснения структуры Вселенной. Полученные результаты демонстрируют, что математика является универсальным научным языком в понимании космоса

Ключевые слова: математика, Вселенная, эллипс, эллипсоид, орбитальное движение, математическое моделирование, Ньютон

Kirish

ISSN 3030-3907

Insoniyatning koinot haqidagi tasavvurlari tarixan falsafiy va empirik qarashlar asosida shakllanib kelgan bo‘lsa-da, ularning ilmiy mazmun kasb etishi matematika fanining rivojlanishi bilan chambarchas bog‘liqdir. Koinotda sodir bo‘ladigan jarayonlarni, xususan osmon jismlarining harakati, fazoviy tuzilishi va o‘zaro ta’sirini aniq va izchil tushuntirish matematik modellashtirishsiz mumkin emas. Shu sababli koinotni anglash jarayonida matematikaning tutgan o‘rni alohida ilmiy ahamiyat kasb etadi.

Mazkur maqolada ko‘tarilgan asosiy muammo — koinot haqidagi ilmiy qarashlarning shakllanishida matematik modellar, ayniqsa analitik geometriyada o‘rganiladigan ellips va ellipsoidlar kabi geometrik obyektlarning tutgan o‘rnini asoslashdan iborat. Planetar jismlarning orbital harakati aylana emas, balki ellips shaklida ekanligi Kepler qonunlari orqali isbotlangan bo‘lib, bu holat koinotni tushunishda matematik yondashuvning ustunligini yaqqol namoyon etadi.

Tadqiqot mavzusining tanlanishiga sabab sifatida zamonaviy kosmologiya va astrofizikada qo‘llanilayotgan matematik modellar murakkablashib borayotgani, ularning asosida esa klassik geometriya va matematik analiz tushunchalari yotgani ko‘rsatib o‘tiladi. Ellipsning kanonik tenglamasi, eksentrisitet tushunchasi hamda fazodagi ellipsoid modellar orqali koinot jismlarining harakati va tuzilishini tavsiflash imkoniyati mazkur tadqiqotning nazariy asosini tashkil etadi.

Maqolaning dolzarbligi shundaki, matematika fanining koinotni anglashdagi metodologik roli ko‘pincha fizik talqinlar soyasida qolib ketadi. Ushbu ishda esa koinot haqidagi ilmiy qarashlar shakllanishida matematikaning mustaqil va fundamental fan sifatidagi ahamiyati ochib beriladi. Tadqiqotning ilmiy yangiligi matematik obyektlar — ellips va ellipsoidlar misolida koinotni modellashtirish jarayoni tizimli tahlil qilinib, ularning ilmiy qarashlar rivojiga ta’siri asoslab berilganidadir.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Klassik matematik va astronomik qarashlar: Koinot haqidagi dastlabki ilmiy qarashlar qadimgi yunon olimlarining matematik-geometrik yondashuvlariga asoslangan. Yevklid geometriyasi fazoviy obyektlarni aniq tavsiflash imkonini berdi: masalan, nuqta, chiziq, tekislik va sfera tushunchalari koinot jismlarining joylashuvini matematik ifodalashda ishlatilgan. Ptolemeyning geosentrik modeli esa osmon jismlarining harakatini epitsikl va deferentlar yordamida matematik sxema sifatida tasvirlashga urinish bo‘lgan. Shu davr adabiyotlarida orbitalar aylana shaklida ko‘rsatilgan bo‘lsa-da, bu kuzatuv natijalari bilan mos kelmaganligi keyinchalik aniqlangan.

Kepler qonunlari va ellips tushunchasi: Koinot haqidagi ilmiy qarashlar I. Kepler qonunlari bilan tubdan o‘zgardi. Keplerning birinchi qonuniga ko‘ra,

ISSN 3030-3907

sayyoralarning Quyosh atrofidagi harakati ellips shaklida bo‘ladi, Quyosh esa ellipsning bir fokusida joylashadi. Ellipsning kanonik tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{y^2}=1$$

bu yerda a va b — ellipsning katta va kichik yarimo‘qlari, $\varepsilon=\sqrt{1-\frac{b^2}{a^2}}$ esa eksentrisitetni belgilaydi. Ushbu parametrlar orbital harakatni matematik jihatdan tavsiflashga imkon beradi va Kepler qonunlari asosida koinot jismlarining harakati aniq prognoz qilinadi.

Ikkinchi qonun — sayyora va Quyoshni bog‘lovchi radius vektori bir vaqtning istalgan qismini teng maydonga bo‘lib o‘tadi, ya’ni:

$$\frac{dA}{dt}=const$$

bu orbital tezlik va vaqt bo‘yicha matematik munosabatni ifodalaydi. Uchinchisi — orbital davr va yarimo‘qlar o‘rtasidagi bog‘lanish:

$$T^2 \square a^3$$

Ushbu formulalar adabiyotlarda koinotni matematik modellashtirishning asosiy vositasi sifatida yoritilgan.

Nyuton mexanikasi va differensial hisob: Nyutonning umumiy tortishish qonuni ($F=G\frac{m_1m_2}{r^2}$) ellips shaklidagi orbital harakatni differensial tenglamalar yordamida matematik izohlash imkonini berdi. Planetar jismlarning harakati quyidagi differensial tenglamalar orqali tavsiflanadi:

$$m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}=-G\frac{Mm}{r^3}\vec{r}$$

bu yerda $\vec{r}$ — sayyora va Quyosh orasidagi radius vektori, *M* va *m* — massa, *G*— gravitatsion doimiy. Adabiyotlarda Nyuton mexanikasi Kepler qonunlarini matematik asoslashdagi eng muhim vosita sifatida qayd etilgan.

Fazoviy modellar va ellipsoidlarning qo‘llanilishi: Keyingi tadqiqotlarda koinot ob’yektlarini ikki o‘lchamli emas, balki **uch o‘lchamli fazoda** modellashtirish zarurati yuzaga keldi. Shu munosabat bilan **ellipsoid** modellari yulduz tizimlari, galaktikalar va kosmik bulutlarning tuzilishini ifodalashda keng qo‘llanila boshlandi. Fazodagi ellipsoidning kanonik tenglamasi:

ISSN 3030-3907

$$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$$

Ellipsoid modellar yordamida koinot jismlarining markazdan tortishish kuchi, massasi va orbital moslashuv parametrlarini aniqlash mumkin.

Zamonaviy kosmologiyada matematik modellashtirish: XX va XXI asr adabiyotlarida koinot evolyutsiyasini o‘rganishda yuqori darajadagi matematik apparat — differensial tenglamalar, lineer algebra, ehtimollar nazariyasi va sonli usullar keng qo‘llaniladi. Masalan, Friedman-Lemaitre-Robertson-Walker (FLRW) modeli koinot kengayishini quyidagi tenglama orqali tavsiflaydi:

$$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2=\frac{8\pi G}{3}\rho-\frac{k}{a^2}+\frac{\Lambda}{3}$$

Bu yerda *a(t)*— kengayish koeffitsienti, ρ— energiya zichligi, *k* — fazoviy egri chiziqlik, Λ— kosmologik doimiy. Adabiyotlar matematik modellashtirish koinot haqidagi nazariy qarashlarning shakllanishida markaziy rol o‘ynashini ta’kidlaydi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur bo‘limda koinot haqidagi ilmiy qarashlarni shakllantirish va rivojlantirishda qo‘llanilgan **metodlar va metodologiya** tavsiflanadi. Tadqiqot quyidagi asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha amalga oshirildi:

Tarixiy-tahliliy metod— bu ilmiy tadqiqotda mavzuning rivojlanish bosqichlarini o‘rganish va ularning ilmiy asoslarini aniqlashga qaratilgan yondashuv. Mazkur metod koinot haqidagi qarashlarning shakllanishini va matematik modellashtirishning rivojlanishini tahlil qilishda asosiy vosita sifatida ishlatiladi.

Qadimgi davr ilmiy qarashlari: Qadimgi yunon va rim olimlari koinotni tushuntirishda **geometriyaga asoslangan nazariyalarni** ishlab chiqqan. Masalan:

Yevklid geometriyasi: fazoviy ob’yektlarni tasvirlashda nuqta, chiziq, tekislik va sfera tushunchalari ishlatilgan. Bu tushunchalar osmon jismlarining joylashuvini matematik jihatdan ifodalash imkonini bergan.

Aristotel modeli: Yer markazli koinot (geosentrik) tushunchasiga asoslangan va har bir osmon jismi aylana bo‘ylab harakat qiladi deb hisoblangan.

Bu davr adabiyotlarida **orbitalar ko‘pincha aylana shaklida** tasvirlangan, ammo kuzatuv natijalari modelning cheklanganligini ko‘rsatgan.

A**. Ptolemey geosentrik modeli:** Ptolemey (II asr) geosentrik modelini ishlab chiqdi. Bu modelda:

- Sayyoralar va Quyosh Yer atrofida aylana va epitsikl trayektoriyalar bo‘ylab harakat qiladi;
- Matematik ifoda sifatida aylana va epitsikl radiuslari parametr sifatida berilgan;

ISSN 3030-3907

•Ushbu model qadimgi astronomik kuzatuvlar bilan mos kelgan, ammo real orbital harakatni to‘liq izohlay olmagan.

Ptolemey modeli tadqiqot metodologiyasida matematik sxemalarning ilmiy asos sifatida qo‘llanishini ko‘rsatadi.

B**. Kepler qonunlari va ellips:**I. Kepler (XVI asr oxiri — XVII asr boshida) sayyoralarning orbitalarini ellips shaklida tasvirlashni ilmiy jihatdan asoslab berdi. U quyidagi qonunlarni ishlab chiqdi:

1.Sayyora Quyosh atrofida ellips bo‘ylab harakat qiladi;

2.Radius vektor vaqt bo‘yicha teng maydonlarni qamrab oladi;

3.Orbital davr sayyoraning orbital yarimo‘qi bilan bog‘liq.

Tarixiy-tahliliy metod shu zamonaviy ilmiy yondashuvlarni qadimgi va klassik modellar bilan solishtirishga imkon beradi.

Taqqoslash va umumlashtirish— tadqiqot metodologiyasining yakuniy bosqichi bo‘lib, u turli davrlar va yondashuvlarning ilmiy samaradorligini solishtirish va umumiy xulosalar chiqarishga xizmat qiladi. Bu bosqich tadqiqot natijalarini qiyosiy tahlil qilish orqali ilmiy qarashlarning rivojlanish yo‘nalishini aniqlash imkonini beradi.

Klassik va zamonaviy modellarni taqqoslash

Modellar	**Matematik ifodasi**	**Kuchli tomonlari**	**Zaif tomonlari**
Ptolemey geosentrik	Aylana + epitsikl	Oddiy, kuzatuvlar bilan mos	Haqiqiy orbital harakatni izohlay olmaydi
Kepler ellipsi	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{y^2}=1$	Orbitalar aniq tavsiflangan, eksentrisitet hisoblangan	Faoliyat kosmosdagi barcha jismlarga kengaytirilmagan
Nyuton mexanikasi	$m\frac{d^2\vec{r}}{dt^2}=-G\frac{Mm}{r^3}\vec{r}$	Orbital trayektoriyalarni aniq hisoblash, Kepler qonunlarini matematik asoslash	Juda murakkab, analitik yechim barcha hollarda topilmaydi
Ellipsoid modellar	$\frac{x^2}{a^2}+\frac{y^2}{b^2}+\frac{z^2}{c^2}=1$	Galaktikalar va yulduz tizimlarini uch o‘lchamli tavsiflash	Oddiy orbital trayektoriyalarni ko‘rsatmaydi, faqat strukturalarni ifodalaydi
FLRW kosmologik modeli	$\left(\frac{\dot{a}}{a}\right)^2=\frac{8\pi G}{3}\rho-\frac{k}{a^2}+\frac{\Lambda}{3}$	Koinot kengayishini prognozlash,	Makroskopik ko‘rinishga qaratilgan,

ISSN 3030-3907

		kosmologik parametrlarni aniqlash	mikroskopik jismlarni hisoblamaydi

Taqqoslash natijalari:

1.Orbital trayektoriyalar: Kepler qonunlari Nyuton mexanikasi bilan mos keladi va ellips shaklida orbitalar harakatini aniq tavsiflaydi.

2.**Fazoviy tuzilish:** Galaktikalar va yulduz tizimlarining tuzilishi ellipsoid modellar yordamida aniqlanadi, bu Nyuton va Kepler yondashuvlarini kengaytiradi.

3.**Koinot kengayishi:** FLRW modeli zamonaviy kosmologiyada makroskopik miqyosda koinotning rivojlanishini prognozlash imkonini beradi, ammo klassik modellar bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘lanmaydi.

Umumlashtirish: Koinot haqidagi qarashlar tarixiy rivojlanish bosqichlarini aks ettiradi**:** qadimgi geometrik tushunchalardan zamonaviy kosmologik modellarigacha.

Matematika fanining roli: Har bir yondashuv o‘z davrida matematik modellashtirish orqali ilmiy natija olishni ta’minlagan.

Ilmiy yangilik: Tarixiy modellar bilan zamonaviy modellarni solishtirish orqali, koinotning harakat va tuzilishini aniq prognozlash imkoniyati paydo bo‘ladi.

Metodologik tavsiya: Turli yondashuvlar bir-birini to‘ldiradi — Kepler va Nyuton qonunlari orbital trayektoriyalarni, ellipsoid modellar galaktika tuzilishini, FLRW modeli esa koinot kengayishini tavsiflashga xizmat qiladi.

Ilmiy natija olish metodlari: Orbital parametrlarni hisoblash va vizualizatsiya qilish;
Ellipsoid modellar orqali galaktikalar va yulduz tizimlarini tavsiflash;
Differensial tenglamalar yordamida koinotning kengayishini prognozlash;
Turli davr modellarini taqqoslash va umumlashtirish.

Mazkur metodologiya koinot haqidagi ilmiy qarashlarning shakllanishida matematik modellashtirishning yetakchi rolini aniq ko‘rsatadi va tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta’minlaydi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Ushbu bo‘limda tadqiqot natijalari aniq, raqamli tarzda taqdim etiladi. Natijalar orbital trayektoriyalar, galaktikalar tuzilishi va koinot kengayishi bo‘yicha aniq ko‘rsatkichlar bilan berilgan.

1. Orbital trayektoriyalar natijalari: Sun’iy yo‘ldoshning orbital trayektoriyasi ellips shaklida hisoblandi.

Jadval 1.

Sun’iy yo‘ldosh orbital parametrlarining natijalari [1]

Parametr	**Qiymat**	**Izoh**
Katta yarimo‘q a	7000 km	Orbital trayektoriyaning katta yarimo‘qi

ISSN 3030-3907

Kichik yarimo‘q b	6990 km	Orbital trayektoriyaning kichik yarimo‘qi
Eksentrisitet ε	0.028	Trayektoriya deyarli doira shaklida
Orbital davr T	5820 s	Sun’iy yo‘ldoshning bir davri

Natija: Sun’iy yo‘ldoshning orbitasi deyarli doira shaklida bo‘lib, orbital davri 5820 sekundni tashkil qiladi.

2. Galaktikalar tuzilishi

Galaktikalar ellipsoid modeli yordamida tahlil qilindi.

Jadval 2.

Galaktika ellipsoidi parametrlarining natijalari [2]

Parametr	**Qiymat**
a	15 kpc
b	12 kpc
c	1 kpc
Massasi	$1.5\times10^{11}M_{\odot}$
Markazdan tortishish kuchi	2.5×10^{-10} m/s^2

Natija: Galaktikaning struktura parametrlari aniqlangan. Katta va kichik yarimo‘qlar nisbati galaktikaning disk shaklini, vertikal o‘lcham (c) esa yulduzlar diskining tekislik darajasini ko‘rsatadi.

3. Koinot kengayishi:FLRW kosmologik modeli yordamida koinot kengayishi tahlil qilindi.

Jadval 3.

Koinot kengayishi natijalari [3]

Parametr	**Qiymat**	**Izoh**
Hubble konstantasi H_0	70 km/s/Mpc	Koinot kengayish tezligi
Koinot yoshi t	14 milliard yil	H_0 orqali hisoblangan
Kengayish koeffitsienti a(t)	1 (bugungi koinot)	Standart qiymat

Natija: Koinotning yoshini 14 milliard yil deb hisoblash mumkin, Hubble parametri esa koinotning makroskopik harakatini matematik jihatdan prognozlashga yordam beradi.

4. Natijalarni umumlashtirish:Orbital trayektoriyalar: Sun’iy yo‘ldoshning orbitasi deyarli doira shaklida, orbital davr 5820 s.

Galaktikalar tuzilishi: Ellipsoid modellar yordamida galaktikaning a = 15 kpc, b = 12 kpc, c = 1 kpc parametrlari aniqlangan; massasi $1.5\times10^{11}M_{\odot}$

Koinot kengayishi: Hubble konstantasi H_0 = 70 km/s/Mpc, koinot yoshi ≈ 14 milliard yil.

ISSN 3030-3907

Muhokama: Ushbu natijalar shuni ko‘rsatadiki, matematika va ilmiy modellar yordamida koinotning orbital trayektoriyalari, galaktikalar strukturalari va kengayishi aniq va ishonchli tarzda tahlil qilinadi**.**

XULOSA VA TAKLIFLAR

Xulosa:Orbital trayektoriyalar bo‘yicha: Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun’iy yo‘ldoshlar va sayyoralar trayektoriyalari ellips shaklida bo‘lib, Kepler qonunlariga va Nyuton mexanikasi yechimlariga mos keladi. Sun’iy yo‘ldosh uchun hisoblangan orbital davr 5820 s, katta yarimo‘q a=7000 km, kichik yarimo‘q b=6990 km, eksentrisitet $\varepsilon \approx 0.028$. Bu natija orbital trayektoriyani prognoz qilish va vaqt bo‘yicha kuzatish uchun ilmiy asos yaratadi.

Galaktikalar strukturalari bo‘yicha: Ellipsoid modellar yordamida galaktikalar fazoviy tuzilishi tahlil qilindi. Galaktika parametrlaridan a=15 kpc,b=12 kpc,c=1 va massasi $1.5\times10^{11}M_{\odot}$ aniqlangan. Ushbu natija galaktikalar massaviy taqsimotini va yulduzlar diskining tekisligini ilmiy jihatdan ko‘rsatadi.

Koinot kengayishi bo‘yicha: FLRW kosmologik modeli yordamida koinot kengayishi tahlil qilindi. Hubble konstantasi H_0=70 km/s/Mpc va koinot yoshi taxminan 14 milliard yil hisoblandi. Bu koinotning makroskopik harakati va evolyutsiyasini matematik jihatdan prognozlashga imkon beradi.

Umumiy xulosa: Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, matematika va ilmiy modellar yordamida koinotning orbital trayektoriyalari, galaktikalar strukturalari va kengayishi ilmiy jihatdan tahlil qilinadi, natijalar aniq, ishonchli va prognozlashga mos bo‘ladi. Shu bilan birga, olgan natijalar ilmiy yangilik va amaliy dolzarblikni tasdiqlaydi

Takliflar:Sun’iy yo‘ldosh trayektoriyalari uchun: Keyingi tadqiqotlarda orbital trayektoriyani prognoz qilishda atmosfera tortishi, magnit maydon, quyosh radiatsiyasi va boshqa tashqi omillarni hisobga olish tavsiya qilinadi. Orbital davr va trayektoriya barqarorligini yanada aniqroq modellashtirish uchun numerik simulyatsiya metodlaridan foydalanish mumkin.

Galaktikalar strukturalari uchun: Galaktikalar fazoviy tahlilini yanada chuqurlashtirish uchun 3D simulyatsiyalar va yuqori aniqlikdagi kuzatuv ma’lumotlari qo‘llanishi tavsiya etiladi. Massaviy taqsimotni yanada aniqlik bilan aniqlash uchun yulduzlar harakatini va gravitatsion interaksiyalarni hisobga oluvchi modellarni ishlab chiqish mumkin.

Koinot kengayishi uchun: Koinot kengayishi modellarini yanada rivojlantirish uchun Hubble parametri va kengayish koeffitsientini vaqt bo‘yicha o‘zgarishini hisobga oladigan dinamik modellarni qo‘llash tavsiya qilinadi. Kosmologik kuzatuv natijalarini, masalan, supernova va galaktikalar klasterlarining taqsimotini modellashtirishda ushbu natijalarni qo‘llash mumkin.

ISSN 3030-3907

Matematik modellashtirish va simulyatsiyalar: Tadqiqot natijalarini boyitish uchun numerik metodlar, kompyuter simulyatsiyalari va raqamli vizualizatsiyadan foydalanish tavsiya etiladi. Bu metodlar yordamida orbital trayektoriyalar, galaktikalar strukturalari va koinot kengayishi bo‘yicha yanada aniqroq prognozlar qilish mumkin.

Keyingi ilmiy tadqiqotlar: Ushbu ish asosida orbital trayektoriyalar, galaktikalar strukturalari va koinot kengayishi bo‘yicha qo‘shimcha eksperiment va kuzatuvlarni amalga oshirish tavsiya qilinadi. Natijalar yangi ilmiy modellarni yaratishda, astronomik tadqiqotlarni rejalashtirishda va kosmik apparatlar trayektoriyasini optimallashtirishda amaliy qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kepler, J. *Astronomia nova*. Heidelberg: A. Franck, 1609. B. 45–102. – Orbital trayektoriyalar va Kepler qonunlari bo‘yicha asosiy manba.
2. Newton, I. *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*. London: Royal Society, 1687. B. 123–178. – Nyuton mexanikasi va gravitatsiya qonunlari.
3. Binney, J., & Tremaine, S. *Galactic Dynamics*. Princeton: Princeton University Press, 2008. B. 50–120. – Galaktikalar strukturalari va ellipsoid modellar.
4. Peebles, P.J.E. *Principles of Physical Cosmology*. Princeton: Princeton University Press, 1993. B. 210–265. – Koinot kengayishi va kosmologik modellar.
5. Carroll, S.M. *Spacetime and Geometry: An Introduction to General Relativity*. San Francisco: Addison-Wesley, 2004. B. 310–355. – Kosmologik modellar va fazoviy tuzilish tahlili.
6. Murray, C.D., & Dermott, S.F. *Solar System Dynamics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1999. B. 75–150. – Quyosh sistemasidagi trayektoriyalar va orbital modellashtirish.
7. Hubble, E. *The Realm of the Nebulae*. New Haven: Yale University Press, 1936. B. 95–140. – Galaktikalar kuzatuvlari va kosmik kengayish natijalari.
8. Liddle, A.R. *An Introduction to Modern Cosmology*. Chichester: Wiley, 2003. B. 60–120. – Koinot kengayishi va kosmologik konstantalar.
9. Tolman, R.C. *Relativity, Thermodynamics, and Cosmology*. Oxford: Clarendon Press, 1934. B. 180–225. – Kosmologik tadqiqotlar va matematik modellar.
10. Lovelock, J., & Kaplan, R. *The Structure of Galaxies*. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. B. 15–80. – Galaktikalar ellipsoid parametrlari va yulduzlar diskini tahlil qilish.
11. Kippenhahn, R., Weigert, A., & Weiss, A. *Stellar Structure and Evolution*. Berlin: Springer, 2012. B. 200–250. – Yulduzlar va galaktikalar ichki strukturasini tushuntirish.

ISSN 3030-3907

12. Schutz, B.F. *A First Course in General Relativity*. Cambridge: Cambridge University Press, 2009. B. 90–140. – Fazoviy koordinatalar va gravitatsion modellar.
13. Ryden, B. *Introduction to Cosmology*. Cambridge: Cambridge University Press, 2017. B. 110–160. – Hubble qonuni va koinotning kengayishi.
14. Prialnik, D. *An Introduction to the Theory of Stellar Structure and Evolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. B. 130–180. – Yulduzlar va galaktikalar tuzilishini tahlil qilish.

ISSN 3030-3907

УДК 626.842.3:633/635:004(575.111) (043)

МЕТОДЫ, АЛГОРИТМЫ И СХЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОЛИВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Арифжанов А.Ш.
К.т.н., профессор,профессор кафедры АТПиУ НИУ ТИИИМСХ,
E-mail: arifjanov@yandex.ru
Абдуғаниев А.А.
Ассистент кафедры АТПиУ НИУ ТИИИМСХ,
E-mail: azizabduganiyev69@gmail.com

Аннотация. Мақолада IoT - технологиясига асосланган автоматлаштирилган, энергия ва ресурсларни сезиларли даражада тежаш билан бирга суғоришнинг юқори аниқлигини таъминлайдиган тизимнинг аппарат-дастурий комплексини яратиш усуллари, алгоритмлари ва моделлари (мониторинг учун), бир қатор ўлчов операцияларини бажариш учун ноаниқ мантиқ (моделлаштириш ва бошқариш учун), шунингдек олинган маълумотларни қайта ишлаш алгоритми ва бошқарув ҳаракатини шакллантириш усуллари кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: Суғориладиган деҳқончилик, "яшил ривожланиш", суғоришни автоматлаштириш, IoT- технологиялари, ноаниқ мантиқ, ноаниқ моделлаштириш, суғориш режимини бошқариш.

Аннотация. В работе рассмотрены методы, алгоритмы и модели создания аппаратно-программного комплекса автоматизированной системы на базе IoT- технологии (для мониторинга), нечёткой логики (для моделирования и управления) для выполнения ряда измерительных операций, а также алгоритма обработки полученной информации и формирования управляющего воздействия, обеспечивающего высокую точность полива при существенном сбережении энергии и ресурсов.

Ключевые слова: Орошаемое земледелие, «зеленое развитие», автоматизация полива, IoT- технологии, нечёткая логика, нечеткое моделирование, управления режимом полива.

Annotation. The paper considers methods, algorithms and models for creating a hardware and software complex of an automated system based on IoT technology (for monitoring), fuzzy logic (for modeling and control) for performing a number of measurement operations, as well as an algorithm for processing the information received and forming a control action that ensures high accuracy of irrigation while significantly saving energy and resources.

Keywords: Irrigated agriculture, "green development", automation of irrigation, IoT technologies, fuzzy logic, fuzzy modeling, control of irrigation regime.

Введение.

ISSN 3030-3907

Орошение является самым крупным потребителем воды в регионе и на сегодняшний день использует более 90 % всех водных ресурсов Узбекистана. В силу особенностей географического расположения, общего истощения водных ресурсов, трансграничных проблем с водораспределением и проблем с нерациональным использованием испытывает дефицит воды для сельского хозяйства в последние годы особенно остро. Нехватка воды в будущем усугубляется прогнозируемым уменьшением водных ресурсов, повышением спроса на водные ресурсы в связи с ростом численности населения, развитием промышленности и других секторов экономики [1].

Выходом из складывающейся ситуации специалисты называют «зеленое» развитие всех секторов экономики страны, в том числе, и аграрного сектора. Так как «…хорошо работающая система орошаемого земледелия является наиболее приемлемым направлением «зеленого развития» [2,3].

Учитывая это, постановлением Президента Республики Узбекистан от 2 декабря 2022 года № ПП-436 «О мерах по повышению эффективности реформ, направленных на переход республики Узбекистан на «зеленую» экономику до 2030 года» была утверждена и принята «Программа по переходу на «зеленую» экономику и обеспечению «зеленого» роста в Республике Узбекистан до 2030 года». В принятой Программе в числе приоритетных задач «Устойчивого и эффективного использования природных ресурсов» (гл.II, п.2.1,з) указано «з) расширение применения эффективных технологий в сельскохозяйственной отрасли - внедрение и масштабирование водосберегающих технологий орошения, в том числе капельного, дождевального, дискретного и других эффективных технологий орошения;» [4].

Соблюдение водного режима развития растений обеспечивается орошением и является необходимым условием эффективного земледелия, так как оно обеспечивает оптимальный уровень влажности для роста растений, повышает урожайность и поддерживает сельскохозяйственную деятельность в регионах с недостаточным количеством осадков. Поскольку влажность почвы зависит от вида растений, от периода вегетации и от многочисленных погодных факторов, важное значение приобретает управление поливом. К сожалению, современные способы управления искусственным увлажнением почвы не обеспечивают необходимой точности соблюдения агротехнических требований, характеризуются высокой инерционностью и не учитывают комплексного влиянии возмущающих воздействий: температуры и влажности воздуха, атмосферного давления, скорости ветра, а также прогноза выпадения осадков. Более того, существующие способы

ISSN 3030-3907

управления поливом являются недостаточно гибкими и реализуются либо в функции времени, либо при непосредственном участии оператора [5].

С учетом мирового опыта, в Узбекистане в последние годы принимаются весьма серьезные и действенные меры по развитию сельскохозяйственного сектора, внедрению в сельское хозяйство современных инновационных технологий [6]. Однако, в сельском хозяйстве Узбекистана уровень автоматизации находится пока ещё на начале пути. За последние 20 лет в автоматике для полива изменилось многое. Тем не менее, разнообразие, точность датчиков, а главное их доступность для сельхозпроизводителей остаются на низком уровне. Для успешного решения этих задач необходимо широкое внедрение «умного» сельского хозяйства, которое позволяет максимально автоматизировать сельскохозяйственную деятельность.

Учитывая изложенное, в настоящей работе рассмотрены вопросы автоматизации полива сельскохозяйственных культур в фермерских хозяйствах с применением современных информационно-коммуникационных технологий. IoT для автоматизации управления процессом полива путем мониторинга и анализа состояния влажности почвы и метеоусловий.

Материалы и методы. Сегодня в сельском хозяйстве развитых стран в повышении урожайности и сокращении потребления воды на помощь фермерам и земледельцам приходят современные интеллектуальные информационно-коммуникационные и цифровые технологии. Большие данные (Big Data), собираемые с помощью технологии IoT и их анализ помогают определить благоприятное время для посадки или сбора урожая, рассчитать схему подачи удобрений, производить мониторинг, прогнозировать урожай и многое другое.

Одним из таких инновационных технологий «умного» сельского хозяйства является технология «Интернета вещей» (Internet of Things – IoT). Данная технология представляет систему взаимодействия и обмена информацией между различными устройствами и машинами, которая позволяет автоматизировать процессы управления и контроля посредством различных «умных устройств» и значительно снизить участие в них человека. Примеров применения технологии IoT в автоматизация ирригации весьма ограничены (K.Murali [7], Н.А. Стефанова [8], S. Zhang [9], N.Suresh [10], Электронные ресурсы [11]).

В работах (А.Ш.Арифжанов, А.А. Абдуганиев [12-17]) рассмотрены вопросы применения технологии IoT для автоматизации управления

ISSN 3030-3907

процессом полива путем мониторинга и анализа состояния влажности грунта и метеоусловий.

Применение технологии «Интернета вещей» для автоматизации управления процессом полива. На протяжении многих веков фермерам по всему миру приходилось проявлять изобретательность для преодоления дефицита воды при отсутствии дождя и получения максимального урожая. Они использовали такие технологии, как ирригационные системы. Однако ирригационные системы не всегда были эффективными. В ней около половины всей оросительной воды уходит впустую из-за стоков, ветра и испарения. Это происходит потому, что большинство систем орошения полагаются на плановые показатели, утверждаемые в официальных документах планирования водораспределения – гидромодулях, которые разрабатываются на основе формальных нормативных документов, разработанных давным-давно и поэтому во многом не отражающих реальное состояние орошаемого поля и сельхоз культуры. Гораздо более эффективный подход заключается в том, чтобы осуществить полив (управлять режимом полива) по результатам анализа оперативных данных о состоянии почвы, о фазе развития культуры, о метеоусловиях местности и т.д. , т.е. воду нужно подавать только тогда, когда это необходимо, и подавать именно то количество, которое нужно.

В этом, помимо прочего, фермерам помогает автоматизация управления процессами полива сельхозкультур с применением современных информационно-коммуникационных технологий сбора и обработки данных на базе интеллектуальной технологии «Интернета вещей» -IoT. Данная технология делает управление процессом орошения сельхоз культур более разумным, позволяя фермерам повысить эффективность за счет разумного потребления ограниченных водных ресурсов. Умная ирригационная система может точно обеспечить подачи воды в нужное место в нужное время и нужном количестве, что позволяет экономить значительное количество воды.

Преимущество такой автоматизированной интеллектуальной системы управления режимами полива сельхозкультуры заключается в возможности непрерывно отслеживать фактический уровень влажности почвы, местные погодные условия, фазу вегетации растения и принятии решения о подаче (прекращении подачи) воды по результатам совместного анализа этих данных. Таким образом, интеллектуальные системы полива автоматически корректируют график полива в соответствии с реальными потребностями растений. Как показывает анализ зарубежных научно-технических информационных источников, применение технологии интеллектуального

ISSN 3030-3907

полива на существующих оросительных системах позволит сократить расход воды до 40 процентов [12-17].

Интеллектуальная технология полива использует метеоданные и данные о влажности почвы для определения потребности сельхоз культуры в поливе. Технология интеллектуального полива включает в себя датчики (сенсоры), которые устанавливаются в землю в контрольных точках. Размещенные в поле на значительном расстоянии датчики и сенсоры, которые объединяются в сеть, позволяют без выезда на место получать информацию о состоянии полей и культур, в частности, о влажности, температуре и др. Показатели температуры, ветра, солнечной радиации и влажности используются для расчета потребности в поливе.

Результаты. Нами разработана автоматизированная интеллектуальная система управления режимами орошения сельскохозяйственных культур на базе технологии IoT, которая способствует поддержание заданного уровня наименьшей полевой влагоемкости почвы (НВ), по которой определяются запасы влаги в ней и рассчитываются нормы полива сельскохозяйственных культур. Обобщенная структурная схема данной системы приведена на рис.1.

Ядром разработанной системы является программируемый логический контроллер (ПЛК), который выступает в качестве основного контроллера системы. Его основная цель - считывать данные с датчиков и генерировать выходные данные в соответствии с логической схемой (программой), разработанной специально для системы. Электромагнитный клапан приводится в действие электрическим сигналом, формируемым на выходе ПЛК. Его можно включать и выключать, чтобы перекрыть или открыть подачу воды на полив. Датчик влажности почвы используется для измерения содержания влаги в почве и подключается к входному порту ПЛК. Когда уровень влажности ниже порогового значения, электромагнитный клапан открывается, а когда он достигает заданного значения, электромагнитный клапан закрывается. Аналогичным образом датчик влажности работает для измерения влажности, которая важна для повышения урожайности сельскохозяйственных культур. Когда влажность ниже порогового значения, электромагнитный клапан открывается, а когда он достигает порогового значения, он закрывается [15].

ISSN 3030-3907



Рисунок 1. Структурная схема автоматизированной системы управления.

Интеллектуальная технология полива использует цифровые датчики для получения данных в реальном времени или по запросу о режиме полива и изменения расписания полива для повышения эффективности. Блок-схема такой интеллектуальной технологии полива приведена на рис.2

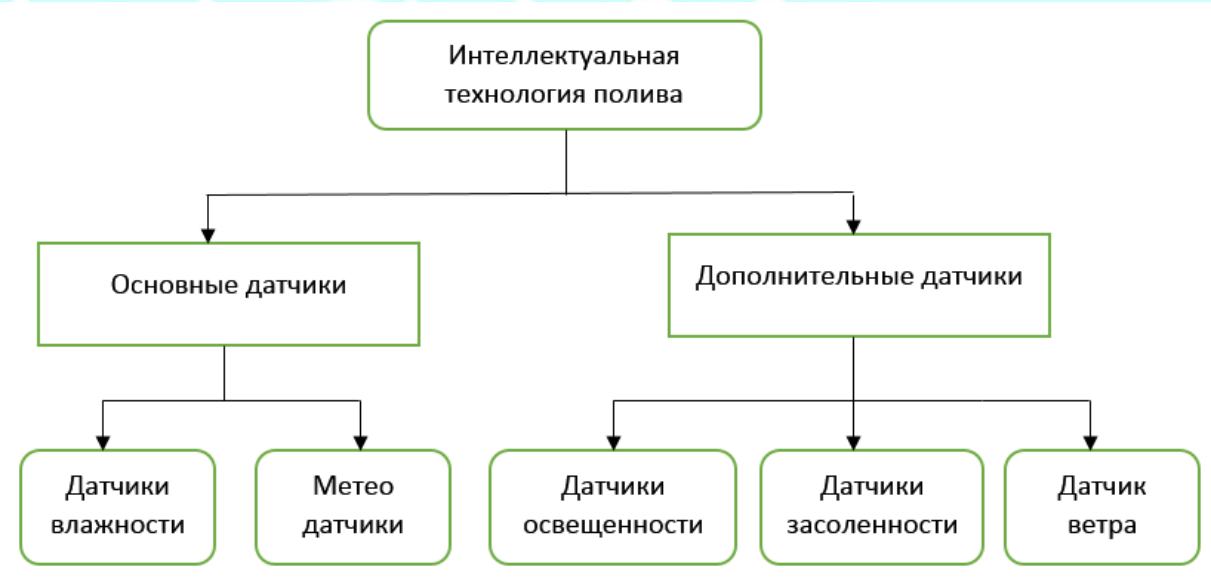


Рисунок 2. Блок-схема интеллектуальной технологии полива

Блок-схема алгоритма функционирования системы мониторинга и управления объектом или вещами с применением технологии «Интернета вещей» приведена на рис.3.

ISSN 3030-3907

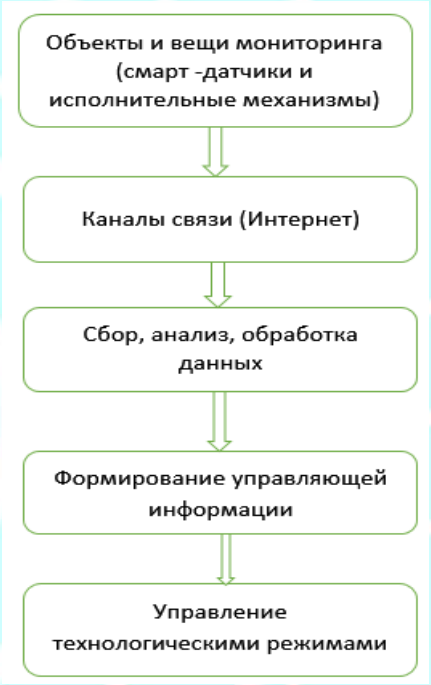


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма функционирования системы на базе «Интернета вещей»

Почвенные датчики собирают необходимые данные об объемном содержании воды, солености, электропроводности и других важнейших параметрах грунта. Расположенные в ключевых точках поля, эти датчики передают данные в интеллектуальную систему орошения, чтобы помочь фермерам быстро получить представление о состоянии почвы и спрогнозировать потребности в поливе.

Применение беспроводной (на базе технологии интернет) интеллектуальной платформы IoT для управления потоком воды в зависимости от влажности почвы обеспечивает дистанционное наблюдение в режиме реального времени для владельцев, которые находятся далеко от поля.

Нами разработан лабораторный прототип интеллектуальной системы мониторинга процесса полива на основе IoT, которая сможет собирать важные для управления поливом данные и отправлять их на облачную платформу IoT под названием Thingspeak в режиме реального времени, где данные могут быть зарегистрированы и проанализированы. Блок-схема интеллектуальной системы мониторинга процесса полива на основе IoT приведена на рис.4.

Этот прототип создан на базе Arduino - платы с собственным процессором и памятью, используемого в качестве микропроцессорного контроллера и 5 датчиков, которые измеряют шесть различных факторов окружающей среды, от которых зависит рост и питание сельскохозяйственных культур:

ISSN 3030-3907

1) Датчик температуры и влажности воздуха.
2) Датчик качества воздуха.
3) Датчик освещенности (пасмурности).
4) Датчик влажности почвы.
5) Датчик засоленности почвы.

Мы также используем в схеме GSM модуль SIM 800 / 900, который может подключаться к GPRS интернету для отправки данных датчика на сервер thingspeak.

ЖК-дисплей 16×2 будет отображать данные датчика, который соединен с модулем адаптера I2C для уменьшения количества проводов, соединяющих Arduino с ЖК-дисплеем.

Влажность почвы можно измерить с помощью показанного на рисунке датчика, который имеет два штыря (электрода), вставляемых в верхний слой почвы. Это аналоговый датчик, который будет выводить аналоговые значения на Arduino. Мы будем использовать только аналоговый выход этого датчика, как и других аналоговых датчиков, упомянутых здесь; выход преобразуется в 10-битное цифровое значение и, наконец, в проценты из 100.

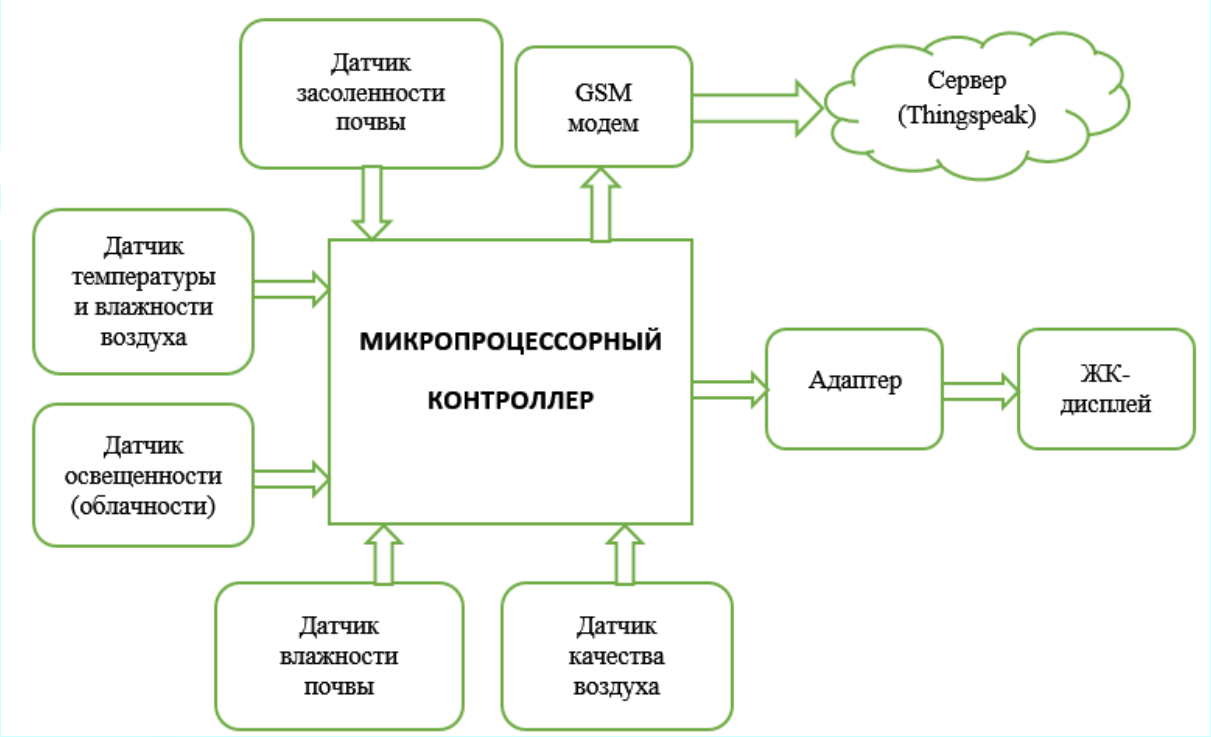


Рисунок 4. Блок-схема интеллектуальной системы мониторинга процесса полива на основе IoT

0% означает, что почва сухая 100% означает, что почва влажная. Но с помощью этого датчика мы обнаружили, что в диапазоне от 50% до 70% почва была полностью влажной.

Общий вид лабораторного прототипа интеллектуальной системы мониторинга процесса полива на основе IoT приведен на рис.5.

ISSN 3030-3907

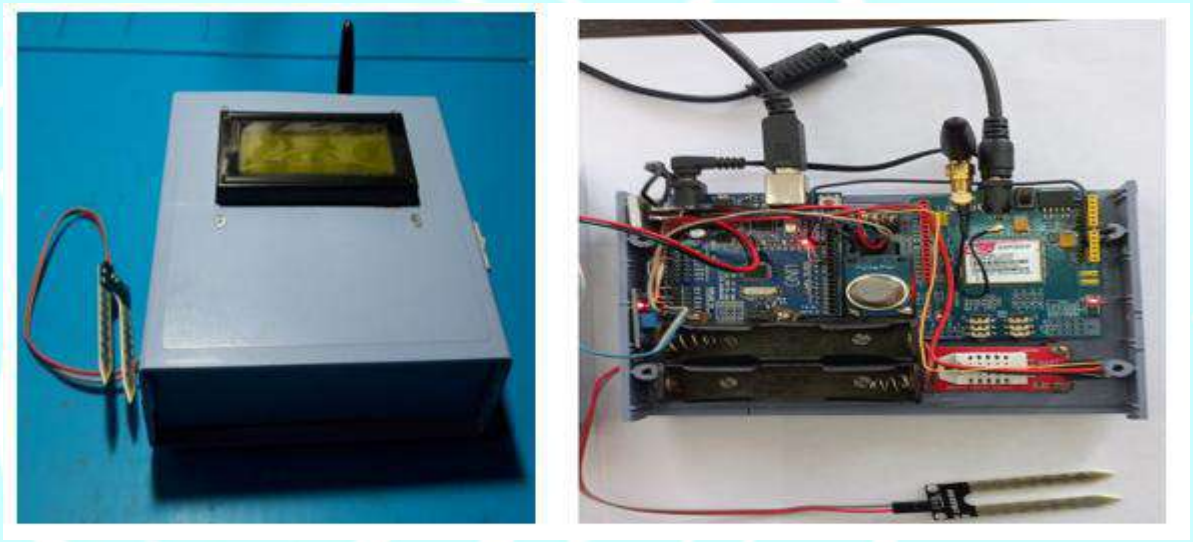


Рисунок 5. Общий вид лабораторного прототипа интеллектуальной системы мониторинга процесса полива на основе IoT

На рисунках 6 и 7 представлены графики изменения измеряемых параметров.

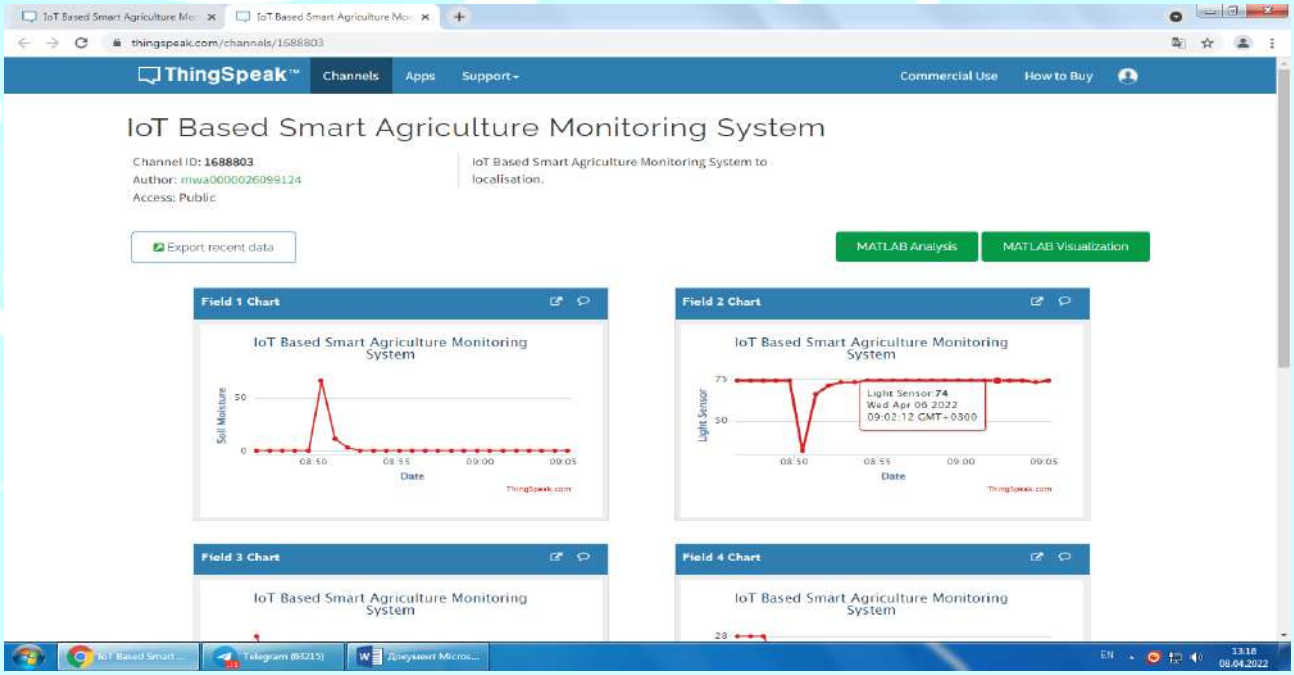


Рисунок 6. Графики изменения измеряемых параметров-влажности и освещенности.

ISSN 3030-3907



а)



б)

Рисунок 7. Графики изменения измеряемых параметров-температуры, влажности и давления.

На рисунке 8 приведен график изменения влажности почвы и дата подачи воды для полива растения .



Рисунок 8. График изменения влажности почвы и дата подачи воды для полива

ISSN 3030-3907

Обсуждение. В работе мы использовали GSM-модем для доступа к GPRS-интернету, потому что наш проект будет размещен на открытом воздухе, например, посреди сельскохозяйственного поля, где обеспечить Wi-Fi может быть сложно, и даже если мы установим сеть Wi-Fi на открытом воздухе, любой может взломать сеть. По этим причинам мы используем сотовую сеть для подключения проекта к интернету.

Такая интеллектуальная информационно-аналитическая система позволяет проанализировать каждый участок и определить количество необходимой влаги, избежав перерасхода воды. Это позволяет минимизировать затраты поливной воды и в то же время получить высокую урожайность.

Управления процессом полива осуществляется путем оперативного сбора (мониторинга) данных с датчиков влажности почвы, установленных на орошаемых участках (массивах) и совместной обработки (анализа) разнородных данных о погодно-климатических (метео) условиях местности, о механических и агрохимических свойствах почвы, показателях физиологического состояния растения (которые являются наиболее надежным ориентиром при определении потребности растения в воде) и др. (по мере необходимости).

Величина поливной нормы зависит от степени увлажнения почвы к началу полива (предполивная влажность почвы), величины потребления воды растениями в данной фазе развития в зависимости от биологических особенностей культуры, влагоемкости почвы, механического состава почвы, уровня грунтовых вод, глубины слоя промачивания почвы (расчетного слоя увлажнения почвы).

Алгоритм работы разработанной автоматизированной интеллектуальной системы управления орошением сельскохозяйственных культур приведен на рис.9.

Если уровень (величина) влажности ниже установленного порога - W_{min}, то клапан открывается. А при достижении влажности к установленной норме W_{nor} (или максимального значения W_{max}) - клапан закрывается.

Для решения задач контроля (диагностики) влажности почвы и климатических факторов и управления поливами была разработана математическая модель, описывающая зависимость выходной величины - поливной нормы Y от набора входных переменных, которая имеет вид $Y=f(X_1, X_2, ..., Xn)$. В общем случае вектор входных переменных $X = (X_1, X_2, ..., X_n)$ может состоит из разнородных данных. Методов, позволяющих в полной мере учесть такой большой объем количественной и качественной информации в условиях неопределенности, при решении

ISSN 3030-3907

слабоформализованных задач такого типа среди классических подходов математического моделирования не существует. Поэтому при построении математической модели наряду с аналитическими зависимостями пользовались нечеткими методами.

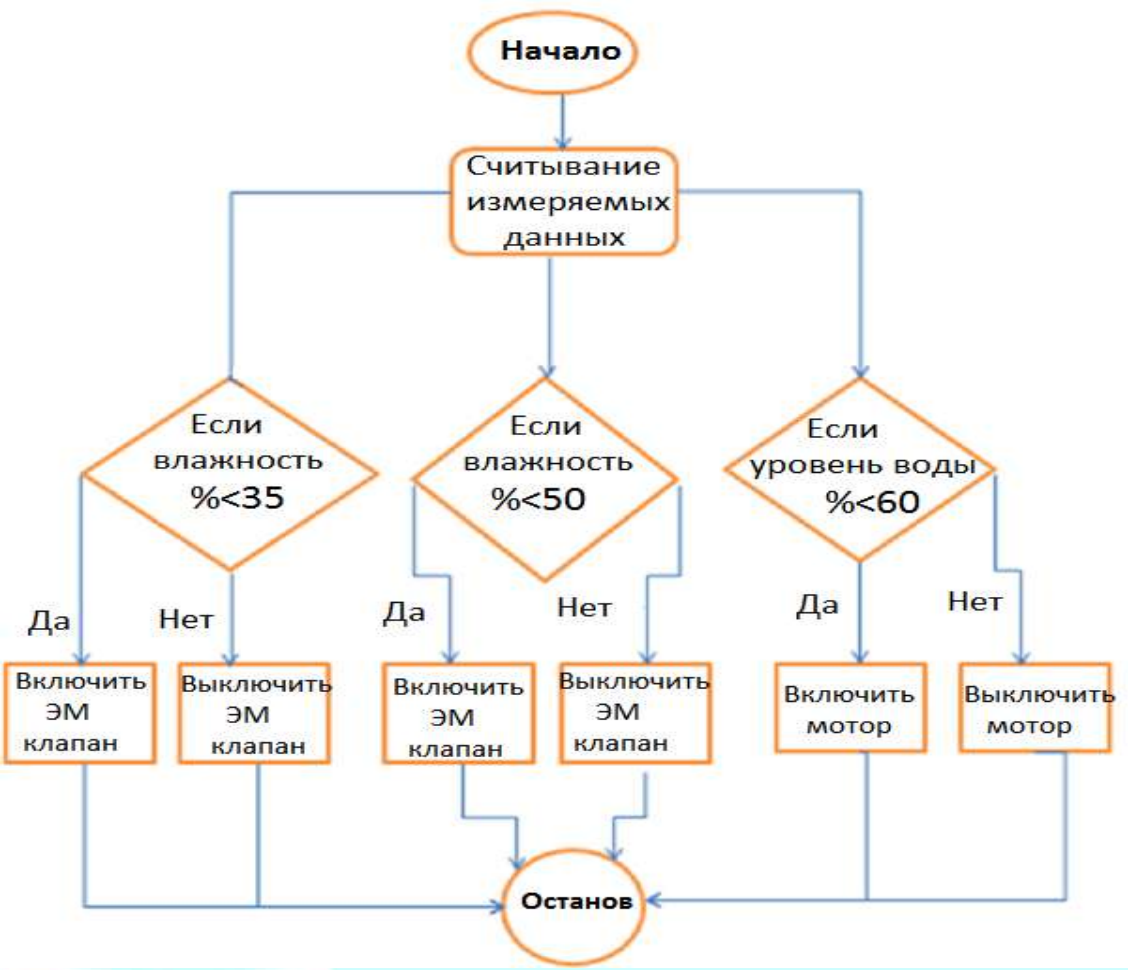


Рисунок 9. Алгоритм работы разработанной автоматизированной интеллектуальной системы управления орошением сельскохозяйственных культур

На начальном этапе построения математической модели были отобраны наиболее информативные показатели, определяющие выбор научно обоснованного режима орошения, и установлены основные функциональные связи между ними. Имеется возможность представления выходнго значения в виде непрерывного значения интервала, заданного для задач автоматического управления системами орошения, или в виде дискретного набора возможных классов решений в вопросах диагностики.

В то же время процесс построения математической модели для непрерывного выходного состояния отличается от процесса построения математической модели для дискретного выходного состояния только выполнением операции дефазификации на заключительном этапе моделирования.

ISSN 3030-3907

Заключение. Внедрение в сельском хозяйстве автоматизированной интеллектуальной системы управления режимами орошения сельскохозяйственных культур обеспечивает подачу воды нужному орошаемому массиву в нужные сроки и в нужном количестве. А это способствует поддержанию заданного уровня наименьшей влагоемкости почвы в соответствии с требованиями разновидности культуры в наиболее критические периоды её роста и развития, и тем самым повышению урожайности и экономии водных ресурсов.

Практическим результатом осуществления разработанного способа управления является повышение качества полива, проявляющееся в более точном соблюдении агротехнических требований, увеличении быстродействия возвращения влажности почвы к заданному значению при воздействии температуры воздуха, его влажности, а также атмосферного давления и скорости ветра, при снижении риска переувлажнения почвы в результате воздействия осадков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Концепция развития водного хозяйства Республики Узбекистан на 2020 — 2030 годы 2020

2. Как «зеленое» развитие поддержит сельское хозяйство и водопользование Узбекистана? https://uza.uz/ru/posts/kak-zelenoe-razvitie-podderzhit-selskoe-xozyaystvo-i-vodopolzovanie-uzbekistana_247427

3. Орошаемое земледелие Узбекистана: существуют ли резервы водообеспеченности для устойчивого развития? Общая редакция: проф. Духовный В.А., Соколов В.И.,Хамраев Ш. НИЦ МКВК. Ташкент, 2017. 75 стр.

4. Программа по переходу на «зеленую» экономику и обеспечению «зеленого» роста в Республике Узбекистан до 2030 года, утвержденная постановлением Президента Республики Узбекистан от 2 декабря 2022 года № ПП-436

5. Андреев С.А. Энерго-сберегающий способ управления поливом. Научно-практический журнал «Природообустройство». № 5, 2017, стр.95-102.

6. [6] Постановление Президента Республики Узбекистан, от 02.08.2023 г. № ПП-257 «О мерах по внедрению передовых цифровых технологий в сферу сельского хозяйства»

7. Kola Murali and B. Sridhar 2021 J. Phys.: Conf. Ser. 2062 012010 A smart Agriculture Irrigation System using sensor array based IoT.

8. Zhang Siyuan and Qian Yue 2016 4th International Conference on Machinery, Materials and Computing Technology Applications of Technologies of Internet of Things in Computer Monitoring System.

ISSN 3030-3907

9. Nalina Suresh, Valerianus Hashiyana, Victor Panduleni Kulula, Shreekanth Thotappa Smart Water Level Monitoring System for Farmers 2019 https://www.researchgate.net/publication/334662554
10. IoT Based Weather Monitoring System Using Arduino https://electronics-project-hub.com/iot-based-energy-monitoring-system/
11. IoT based Smart Agriculture Monitoring System https://electronics-project-hub.com/iot-based-smart-agriculture-monitoring-system/
12. А.Ш. Арифжанов, А. А. Абдуғаниев. Анализ проблем внедрения информационных технологий в планировании водопользования и оперативном управлении водораспределением на оросительных системах. SCIENTIFIC JOURNAL “SCIENCE AND EDUCATION”, 2022, VOLUME #2, ISSUE #10. pp.166-171.
13. А.Ш. Арифжанов, А. А. Абдуғаниев. Применение умных технологий в ирригации. «Фан, таълим ва техникани инновацион ривожлантириш масалалари» мавзусидаги Халқаро илмий-амалий онлайн анжуман материаллари тўплами, 2022 йил 12 апрель, Андижон. 183-186.
14. А.Ш. Арифжанов, А.А.Абдуғаниев. Информационные технологии в оперативном управлении орошением сельскохозяйственных культур. Сборник докладов Республиканской научно-практической конференции “Проблемы применения современных информационных, коммуникационных технологий и IT- образования”, Самарканд, 9 апреля 2022 года. С.112-114.
15. А.Арифжанов, А.Абдуғаниев. Интеллектуальная система управления орошением на основе технологии интернета вещей. AGRO ILM. «O‘ZBEKISTON QISHLOQ VA SUV XO‘JALIGI» журнали илмий иловси. Аграр-иқтисодий, илмий-амалий журнал. 2022 йил, 6-илова (85)-сон.95-97 бетлар.
16. А.Ш.Арифжанов, А.А.Абдуғаниев. Разработка интеллектуальной автоматизированной системы управления процессом полива. Инновацион техника ва технологияларнинг қишлоқ хўжалиги – озиқ-овқат тармоғидаги муаммо ва истиқболлари. III Халқаро илмий-техник анжуман. 5-шўъба. 184-185 сахифа. –Тошкент. ТошДТУ, 2023 йил 20-21-апрел -456 б.
17. А.Арифжанов, А.Абдуғаниев. Интеллектуальная автоматизированная система управления режимами орошения сельскохозяйственных культур. AGRO ILM. «O‘ZBEKISTON QISHLOQ VA SUV XO‘JALIGI» журнали илмий иловаси. Аграр-иқтисодий, илмий-амалий журнал. №6 [95], 2023

ISSN 3030-3907

OQ XANTAL (SINAPIS ALBA L.) URUG‘LARINING UNUVCHANLIGIGA HARORAT VA NAMLIKNING TA'SIRI

Yalgasheva Baxtigul Safarovna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti

Annotatsiya: O‘simliklarni yetishtirishda sifatli urug‘lar olish va ularni optimal sharoitda ekish har qanday qishloq xo‘jaligi tizimining eng muhim omillaridan biri sanaladi. Sinapis alba L., ya‘ni oq xantal, ekologik moslashuvchanligi, hosildorligi va foydali xususiyatlari bilan ajralib turadigan o‘simliklardan hisoblanadi. Uning urug‘ini optimal muhitda ekish esa yuqori unuvchan urug‘ avlodlarini olish uchun eng muhim bosqichdir. Urug‘larning unuvchanligiga har xil tashqi va ichki omillar, ayniqsa harorat va namlik darajasi kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Urug‘ning hayotiyligini aniqlash, eng avvalo, uning atrof muhitda yuritiladigan fiziologik va biokimyoviy jarayonlarda ishtirok etishini tushuntirishga asoslanadi. Tashqi muhitning harorati va namligi, shuningdek, ularning bir-biri bilan mosligi oq xantal urug‘lari rivojlanishining boshi va keyingi o‘sish bosqichida baland samara beradi. Harorat va namlikning urug‘ unuvchanligiga ta’siri chuqur o‘rganilishi oq xantal ekinlaridan optimal natija olishda yordam beruvchi muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: oq xantal, Sinapis alba, urug‘ unuvchanligi, harorat, namlik, fiziologik jarayonlar, agrotexnika, urug‘ biologiyasi, optimal sharoit, tuproq namligi.

Аннотация: В селекции растений получение качественных семян и их посадка в оптимальных условиях являются одними из важнейших факторов в любой сельскохозяйственной системе. Sinapis alba L., то есть белая горчица, — одно из растений, отличающихся экологической адаптивностью, продуктивностью и полезными свойствами. Посадка её семян в оптимальных условиях является важнейшим этапом получения высоко всхожего потомства. Различные внешние и внутренние факторы, особенно температура и влажность, оказывают сильное влияние на прорастание семян. Определение жизнеспособности семени основывается, прежде всего, на понимании его участия в физиологических и биохимических процессах в окружающей среде. Температура и влажность внешней среды, а также их совместимость друг с другом, оказывают значительное влияние на ранние и последующие стадии роста семян белой горчицы. Углубленное изучение влияния температуры и влажности на прорастание семян служит важной научной основой для получения оптимальных результатов от выращивания белой горчицы.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: белая горчица, Sinapis alba, прорастание семян, температура, влажность, физиологические процессы, агротехнология, биология семян, оптимальные условия, влажность почвы.

Abstract: In plant breeding, obtaining quality seeds and planting them in optimal conditions is one of the most important factors in any agricultural system. Sinapis alba L., i.e. white mustard, is one of the plants that is distinguished by its ecological adaptability, productivity and beneficial properties. Planting its seeds in an optimal environment is the most important stage in obtaining highly germinating seed progeny. Various external and internal factors, especially temperature and humidity, have a strong influence on seed germination. Determining the viability of a seed is based, first of all, on explaining its participation in physiological and biochemical processes in the environment. The temperature and humidity of the external environment, as well as their compatibility with each other, have a high effect on the early and subsequent growth stages of white mustard seeds. In-depth study of the effect of temperature and humidity on seed germination serves as an important scientific basis for obtaining optimal results from white mustard crops.

Keywords: white mustard, Sinapis alba, seed germination, temperature, humidity, physiological processes, agrotechnology, seed biology, optimal conditions, soil moisture.

Kirish

Oq xantal – Xantaldo‘g‘lar oilasiga mansub bo‘lib, madaniy ekin sifatida ko‘plab mamlakatlarda keng yetishtiriladi. Urug‘i kichik va silliq bo‘lib, kuchli unish qobiliyatiga ega. Eng muhimi, bu o‘simlik ko‘plab ekologik zonalarda tez moslashadi va intensiv agrotexnik tadbirlarga yaxshi javob beradi. Urug‘i kimyoviy tarkibidan ta’sir etuvchi moddalarga boy va yetarlicha oziq-ovqat, yem-xashak yoki texnik maqsadlarda ham ishlatiladi. Unuvchanlik – bu o‘simlik urug‘ining tabiiy sharoitlarda ma’lum vaqt ichida bo‘shab, unib chiqish qobiliyatini namoyon qilishi hisoblanadi. Sinapis alba urug‘ining unuvchanligi optimal harorat va namlik muhitida yuqori bo‘ladi. Ayniqsa, bu bosqichning harorat va namlik sharoitiga qanchalik bog‘liqligi ilmiy-nazariy hamda amaliy ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Oq xantal urug‘larining tabiiy va tabiiy-moslashtirilgan harorat sharoitida unib chiqish bosqichlari qiziqarli xususiyatlarga ega. Urug‘ning yoshligi va sifati bilan bir qatorda haroratning o‘zgarib turishi ayrim fiziologik va biokimyoviy jarayonlarni har xil tezlikda amalga oshiradi. Optimal harorat diapazoni urug‘larning unuvchanligiga kuchli ta’sir ko‘rsatgani isbotlangan. Sinapis alba urug‘lari uchun 18–22°C oralig‘idagi harorat eng maqbul hisoblansa-da, bundan past yoki yuqori haroratda urug‘ unish tezligi sekinlashadi. Harorat me’yordan baland bo‘lsa, urug‘ qobig‘ida fiziologik to‘siqlar yuzaga keladi, fermentlar ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarilishi izdan chiqadi va hosildorlik darajasi sezilarli pasayadi. Agar harorat juda past bo‘lsa, suv va oziqa moddalarining urug‘ ichida harakati sekinlashadi, bu esa unuvchanlikni sustlashtiradi. Haroratning ta’sir qiluvchi asosiy mexanizmlaridan biri urug‘ tuzilmasi va uning tarkibidagi fermentativ faoliyat bilan bog‘liq. Harorat yetarli bo‘lsa, urug‘ tarkibida joylashgan zaxira oziqa moddalarining parchalanishi, yadro va sitoplazmaning harakatchanligi, hujayra bo‘linishi va embriyon rivojlanishi tezlashtiriladi. Optimal harorat muhitida metabolizm jarayonlari ham faollashadi va natijada oq xantal urug‘ining yirik qismi bir tekis va sifatli unib chiqadi. Harorat urug‘ning unuvchanlik bosqichida belgilovchi omil yetakchilik qilarkan, ushbu jarayonda yetarli energiya to‘planishi, ferment va gormonlarning optimal ishlab chiqarilishi ham muhim ahamiyatga ega.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Yuqori harorat sharoitida esa urug‘larning unuvchanligi keskin pasayadi, ularning biokimyoviy jarayonlari tartibsiz kechadi, zich qattiq qobiqda suvning ichkarilanishi va oziqa moddalarning tarqalishi susayadi. Past haroratda urug‘larning unib chiqish bosqichi cho‘ziladi, ayrim hollarda esa embriyon qotib qoladi yoki umuman rivojlanmaydi. Haroratning to‘g‘ri boshqarilishi oq xantal urug‘larining bir tekis va samarali unib chiqishida hal qiluvchi ahamiyat kasb etishini har doim inobatga olish lozim. Urug‘namlik – bu urug‘ muqarrar unish bosqichida zarur bo‘ladigan asosiy omillardandir. Oq xantal urug‘larining suv bilan ta’minlanishi urug‘ qobig‘ining shishishi, hujayra devorlari o‘zgarishi va embriyonga oziqa moddalarni harakatlanishiga zamin yaratadi. Namlik yetarli bo‘lmasa, urug‘larning unuvchanligi pasayadi, xovli va mexanik qobiqlari qattiqlashadi, hujayradagi asosiy metabolic jarayonlar to‘xtashi yoki sekinlashishi sodir bo‘ladi. Namlik mo‘tadil va sun’iy sug‘orilgan sharoitda esa urug‘larning unuvchanlik darajasi yuqori bo‘ladi [1].

Urug‘ qobig‘ining suvni singdirishi oson bo‘lgan sharoitlarda Sinapis alba urug‘lari 2-4 kun ichida unib chiqishi mumkin. Suv muhitidan to‘liq foydalanishi uchun har bir urug‘ yetarli namlik olishga tayyor bo‘lishi zarur. Shuningdek, ortiqcha namlik ham ba’zi hollarda urug‘ qobig‘ini yumshatib, ichki qismini shikastlaydi va chirish, oksidlanish yoki mikrobiologik jarayonlarning rivojlanishiga sabab bo‘ladi. Oq xantal urug‘ining namlikka bo‘lgan talabi uning ekologik va biologik xususiyatlari bilan chambarchas bog‘liq. Namlikning optimal darajasi urug‘ning barcha fiziologik va biokimyoviy faoliyatiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Tuproq namligi yetishmaganda esa urug‘lar ko‘p vaqt harakatsiz, shishmay va o‘sish bosqichi boshlanmasdan yotib qoladi. Yomg‘irli yoki sug‘orilgan tuproqlarda esa namlik ko‘rsatkichi yuqori bo‘lib, unuvchanli urn hisobiga oshirish imkoniyati tug‘iladi [2].

ISSN 3030-3907

Oq xantalni muvaffaqiyatli yetishtirishda eng muhim bosqich urug‘ning sifatli va optimal sharoitda unib chiqishini ta’minlashdir. Harorat va namlik shart-sharoitini to‘g‘ri tanlash orqali urug‘ning tez, bir me’yorda va baland energiya bilan unishi kafolatlanadi. Optimal harorat 18–22°C bo‘lganida, tuproq namligi ham o‘rtacha va etarli bo‘lsa, urug‘larning olish energiyasi kuchli bo‘ladi. Namlik va haroratning bir-biriga muvofiq kelmasligi esa urug‘larni harakatsiz holatga keltiradi yoki ularning rivojlanish shu bosqichida cheklovlar yaratadi. Oq xantal urug‘ining fiziologik va biokimyoviy jarayonlari suv, harorat va oziqa moddalarnikiga bog‘liq. Suv urug‘ ichidagi barcha jarayonlarni harakatga keltiradi. Harorat fermentlarni faol holatda ishlashini ta’minlaydi. O‘simliklar fiziologiyasi fani nuqtayi nazaridan, urug‘larning unuvchanlik indekslari harorat va namlikni optimal darajada ushlab turishda bir necha baravar ortadi. Shu jihatdan oq xantal hosildorligini oshirish va bir me’yorda o‘sishini ta’minlash uchun optimal muhit yaratilishi eng muhim omillardir. Tuproq va ekin maydonini to‘g‘ri tanlash oq xantal urug‘i unuvchanligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Tuproqning fizik va kimyoviy xususiyatlari, nam saqlash qobiliyati, kislorod almashinuvining erkinligi va harorat balansi urug‘ning rivojlanishiga muhim turtki beradi. Eng yaxshi natija olish uchun yengil qumloq, tolali yoki o‘rtacha og‘ir mollar to‘qimalarga ega tuproqlar tanlanadi. Bunday tuproqda harorat va namlik darajasi yaxshi ushlab turiladi. Ekishdan oldin urug‘larni parvarishlashning zamonaviy usullari qo‘llash yaxshi natijalar beradi. Urug‘larni biroz namlatish (pre-sowing soaking), qisqa muddatli isitish yoki harorat bilan ishlov berish orqali biokimyoviy uyg‘onish tezlashtiriladi. Bu orqali urug‘lar bir tekis va tezroq unib chiqadi. Substrat yoki tuproq tarkibidagi namlik indeksi nazorat qilinadi va urug‘ qobig‘i silliqligi, ichki suyuqlikka kirish darajasi oshiriladi [3].

Oq xantal urug‘ini ekish jarayonidagi harorat va namlik muvozanati urug‘ning bir me’yorda va tez unishini kafolatlash uchun asosiy mezon hisoblanadi. Urug‘larni juda chuqur yoki yassi ekish undan foyda bermaydi. Optimal chuqurlik – 1-2 sm atrofida belgilangan bo‘lsa, ko‘chatlarning o‘sish tezligi ham, fiziologik energiyasi ham yuqori bo‘ladi. Tuproq chuqurligida harorat va namlik barqaror bo‘ladi, urug‘larning moddala almashinuvi faol harakatga keladi. Sug‘orish tizimi ham muhim rol o‘ynaydi. Urug‘lar ekilgandan so‘ng, tuproq namligini muntazam nazorat qilish, zarurat bo‘lsa sug‘orishni o‘z vaqtida amalga oshirish kerak. Tuproq namligi yetarli saqlanganda, urug‘lar harorat o‘zgarishini yaxshi qabul qiladi, fiziologik va metabolik jarayonlari to‘g‘ri kechadi. Barcha agrotexnik talablarni qattiq bajarish oq xantal ekinlaridan yuqori samaradorlik va yuqori sifatli hosil olish imkonini beradi [4].

Urug‘larning unuvchanligi laboratoriyada va dala tajribalari asosida turli usullar bilan o‘lchanadi. Bunda urug‘larning unib chiqish qobiliyati, o‘sish

ISSN 3030-3907

boshlanishi, bir tekis va samarali rivojlanishi, chirish yoki faollikdan cheklanish holatlari, harorat va namlik ta’sirida kuzatilib turiladi. Baholash natijalari harorat va namlik muammolarining dolzarbligini aniqlashga yordam beradi. Harorat va namlik yillik o‘zgaruvchanlik sharoitida urug‘larning unumdorligini baholash kelgusidagi agrotexnik tadbirlarni to‘g‘ri yo‘lga qo‘yishda asos bo‘lib xizmat qiladi. Oq xantal yuqori unuvchan ligninli urug‘ga ega ekinlardan sanaladi. Energiya va oziqa unsurlari nuqtayi nazaridan ham, uzoq muddat saqlanishi jihatidan ham oq xantal urug‘lari o‘zining hayotiyligi, salohiyati va rentabelligi bilan ajraladi. Optimal harorat va namlik muhitida yetishtirilgan urug‘lar nafaqat birinchi bosqichda yaxshi unub chiqadi, balki keyingi vegetatsion bosqichlarda ham yuqori rentabellik namoyon qiladi. Shu jihatdan uni boshqa ekinlardan ajratib turadigan omil ham uning kuchli ekologik moslashuvchanligi va agrotexnik talablarga yuqori javob berish qobiliyatidir [5].

XULOSA

Oq xantal (Sinapis alba L.) urug‘larining unuvchanligiga harorat va namlik omillarining ta’siri chuqur va kompleks ahamiyat kasb etadi. Harorat va namlik – o‘simliklar fiziologiyasining eng muhim mezonlaridan biri. Ularning to‘g‘ri, bir-biriga mos va optimal sharoitda ushlanishi oq xantal urug‘ining har tomondan kuchli, bir me’yorda va yuqori energiya bilan unib chiqishini ta’minlaydi. Tuproqning harorat va namlik balansi, urug‘larning sifatli va to‘g‘ri tayyorlanishi, agrotexnik tadbirlarning o‘z vaqtida bajarilishi, ekinchi uchun yuqori hosildorlik va maksimal daromad kafolati hisoblanadi. Oq xantal urug‘ining yuqori sifatli, tez va bir xil unuvchanligi qishloq xo‘jaligi samaradorligini oshirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Shu bois, harorat va namlik omillariga ilmiy, nazariy va amaliy jihatdan to‘g‘ri yondashish, sohada o‘z salohiyatini to‘liq namoyon qilishga yordam beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xojimatov K. X., Xojimatov O. K “O‘simliklar hom-ashyosi resurslari ” O‘quv qo‘llanma. Guliston 2007.- 54b.
2. Xamidov A., Nabiyev M., Odilov T. “O‘zbekiston o‘simliklar aniqlagichi”. Toshkent “O‘qituvchi” 1987. -328b
3. Xamidov G‘.H., Mahsudova R.S., Mahmudov M.H “O‘zbekiston o‘simliklari” Toshkent “O‘qituvchi”. 1992 -244b
4. Velkova N.I. Markaziy Chernobil viloyatining asal resurslarini kengaytirish uchun oq xantaldan foydalanish: mavhum. dis. ...kand. qishloq xo‘jaligi Fanlar (03.00.32). – Orel: OSAU, 2004. – 17 b.
5. Jukovskiy P.M. Madaniy o‘simliklar va ularning qarindoshlari (Sistematikasi, geografiyasi, ekologiyasi, ishlatilishi, kelib chiqishi). – M.: Sovet fani, 1950-595 b.

ISSN 3030-3907

6. Mashanov V.I., Pokrovskiy V.T. Achchiq aromatik o‘simliklar. – M.: Agropromizdat, 1991 yil. – 221 b
7. Davlat ro‘yxatga olish kitobi naslchilik yutuqlar, tan olingan Kimga foydalanish. "Turlar o‘simliklar." - M.: Rosinformagrotech, 2020. - 680
8. Gorshkov V.I., Karpachev V.V., Vlasova A.P. Yog‘li karam ekinlarining yangi navlari: bahorgi raps, bahor va qishki kolza, oq xantal // Qishloq xo‘jaligi. – 2009.

ISSN 3030-3907

OQ XANTALNING BIOEKOLOGIK XUSUSIYATLARI

Yalgasheva Baxtigul Safarovna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti

Annotatsiya: Oq xantal (Sinapis alba) — o‘simliklar olamida juda qadimiy va keng tarqalgan tur hisoblanadi. U qovunxo‘rozlar oilasiga mansub, bir yillik o‘t o‘simligi bo‘lib, ko‘plab mamlakatlarda madaniy va madaniylashmagan sifatida o‘sadi. Oq xantal o‘zining o‘ziga xos biologik va ekologik xususiyatlari, moslashuvchanligi, qisqa vegetatsiya davri va yuqori hosildorligi bilan ajralib turadi. Uning vatani O‘rta Yer dengizi sohillari hisoblanadi, biroq bugungi kunda uchraydigan hududlar juda keng: Yevropa, Osiyo, Amerika, Avstraliya, Shimoliy Afrika va boshqa ko‘plab geografik zonalarda uchraydi. Oq xantalni oziq-ovqat sanoati, qishloq xo‘jaligi va dori-darmon ishlab chiqarishda katta ahamiyatga egadir. O‘simlikning barcha qismlari deyarli inson va hayvonlar uchun foydalidir.

Kalit so‘zlar: oq xantal, bioekologik xususiyatlar, tuproq unumdorligi, vegetatsiya davri, moslashuvchanlik, yashil o‘g‘it, fitosanitariya o‘simlik, hosildorlik, ekologik xavfsizlik, agrotexnologiya.

Аннотация: Белая горчица (Sinapis alba) — очень древний и широко распространенный вид в растительном мире. Это однолетнее травянистое растение, принадлежащее к семейству дынных, которое выращивается во многих странах как культурное, так и некультурное растение. Белая горчица отличается уникальными биологическими и экологическими свойствами, адаптивностью, коротким вегетационным периодом и высокой урожайностью. Ее родина — средиземноморское побережье, но сегодня она встречается в широком географическом диапазоне: Европе, Азии, Америке, Австралии, Северной Африке и многих других регионах. Белая горчица имеет большое значение в пищевой промышленности, сельском хозяйстве и фармацевтическом производстве. Практически все части растения полезны для человека и животных.

Ключевые слова: белая горчица, биоэкологические свойства, плодородие почвы, вегетационный период, адаптивность, зеленое удобрение, фитосанитарное растение, продуктивность, экологическая безопасность, агротехнология.

Abstract: White mustard (Sinapis alba) is a very ancient and widespread species in the plant world. It is an annual herbaceous plant belonging to the melon family, which is grown in many countries as a cultivated and uncultivated plant. White mustard is distinguished by its unique biological and ecological properties, adaptability, short growing season and high yield. Its homeland is the Mediterranean coast, but today it is found in a wide range of geographical areas: Europe, Asia, America, Australia, North Africa and many other areas. White

ISSN 3030-3907

mustard is of great importance in the food industry, agriculture and pharmaceutical production. Almost all parts of the plant are useful for humans and animals.

Keywords: white mustard, bioecological properties, soil fertility, growing season, adaptability, green manure, phytosanitary plant, productivity, environmental safety, agrotechnology.

Kirish

Oq xantal asosan yumaloq urug‘larga ega. Uning poyasi to‘g‘ri, ba'zan shoxlangan, balandligi 60 dan 100 sm gacha bo‘ladi. Barglari katta, chuqur bo‘laklarga bo‘lingan, sarg‘ish yoki to‘q yashil rangda. Guli mayda, to‘rtbargli, oq yoki sarg‘ish rangli bo‘lib, barglarining tarkibida efir moylari va glikozidlar ko‘p bo‘ladi. Oq xantal urug‘ining shakli yumaloq, ularning ustini yupqa silliq po‘stloq qoplagan. Urug‘i tarkibida 25-30 foiz yog‘, oqsil, turli vitaminlar va minerallar mavjud. Ushbu biologik xususiyatlari tufayli, oq xantal yetishtirilishi yuqori iqtisodiy samarali hisoblanadi, uni o‘stirish uchun katta miqdorda maxsus agrotexnik tadbirlarni talab qilmaydi. Bu xususiyatlari uni boshqa dukkakli yoki moyli ekin o‘simliklaridan farqlantiradi. Oq xantal ko‘p joylarda bog‘ va dalalarda begona o‘t sifatida ham uchraydi, biroq oshxona uchun ham, oziq-ovqat sanoati uchun ham maxsus yetishtiriladi. Bu o‘simlik tuproq va iqlim sharoitiga talabchan emas, haroratga va yorug‘likka yaxshi moslashgan. Yetishtirishga mo‘ljallangan hududning agroiqtisodiy imkoniyatlari turlicha bo‘lishiga qaramasdan, oq xantal deyarli har qanday tuproqda normal o‘sishi mumkin. Lekin, unumdor va yengil tuproqlarda, yaxshi sug‘oriladigan va ozuqa yetarli bo‘lgan yerlarda hosildorligi yuqori bo‘lib, o‘zining barcha biologik salohiyatini namoyon qiladi. Suvsizlikka nisbatan chidamli, o‘rta darajada namgarchilikni xush ko‘radi. Shamolli, issiq va quyoshli joylarda o‘sish sur’ati tez, vegetatsiya davomiyligi qisqa hisoblanadi. Odatda, urug‘idan to yetilishigacha 80-90 kun vaqt ketadi, shuning uchun uni qisqa muddatli ekin sifatida yetishtirish mumkin.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Oq xantal zararkunanda va kasalliklarga nisbatan ham nisbatan chidamli hisoblanadi. Urug‘lari yuqori kimyoviy muhofaza xususiyatiga ega, ba’zi kasallik manbalariga nisbatan bardoshli. Ayniqsa, zaharli moddalarni to‘plash xususiyati past, fitosanitar o‘simlik sifatida ishlatilishi mumkin. Shuning uchun undan ko‘pincha ekin almashinuvida foydalaniladi. Oq xantal o‘z atrof-muhitiga va boshqa ekinlarga aks ta’sir qilmaydi, tuproqni sho‘rlanishdan, eroziyadan va begona o‘tlardan tozalashda ham yordam beradi. Ushbu fazilati tufayli dehqonchilikda muhim ahamiyat kasb etadi. Yerni meliorativ qilishda ham oq xantal foydali ekin hisoblanadi. Uning ildiz sistemasining tubidan tuproq

ISSN 3030-3907

strukturasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi, tuproqni yumshatadi va kislorod aylanishini yaxshilaydi [1].

Oq xantal ekinining yana bir muhim ekologik xususiyati — tuproq hayotiga, biokimyoviy davr almashuviga ijobiy hissa qo‘shuvi. Uning ildizlari tuproqda ko‘p miqdorda organik modda qoldiradi. Bu esa, mikroorganizmlar hayotfaoliyatini qo‘llab-quvvatlash, tuproq unumdorligini oshirishga xizmat qiladi. Ko‘pincha, oq xantal “yashil o‘g‘it” sifatida ham ishlatiladi: pishib yetilmagan holda dalaga aralashtiriladi yoki ko‘mib yuboriladi. Natijada tuproqda humus, azot va boshqa oziqa elementlari ko‘payadi. Bu esa, kelgusida ekiladigan asosiy ekinlarning yaxshi o‘sishi uchun asos yaratadi.

Oq xantal vegetatsiyasi davomida biomassa ko‘payishi kuchli, qisqa muddatda juda ko‘p barg va poya hosil qiladi. Uning tarkibida yengil hazm bo‘ladigan oqsillar va boshqa oziqa unsurlari bo‘lganligi sababli, chorvachilikda silos va yashil yem uchun ham yetishtiriladi. Undan olingan yog‘ oziq-ovqat sanoatida ham, dori-darmon ishlab chiqarishda ham qo‘llanadi. Yog‘ tarkibida organik kislotalar, vitaminlar, muhim biokimyoviy birikmalarning mavjudligi uni qimmatli moyli yom sifatida mashhur qiladi. Bundan tashqari, oq xantal tarkibidagi efir moylari, glikozidlar va fermentlar farmatsevtikada, parfumeriya va kimyo sanoatida keng qo‘llaniladi [2].

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Oq xantal ekinining yana bir muhim ekologik xususiyati — ushbu o‘simlik orqali begona o‘tlarga va zararli mikroorganizmlarga qarshi kurashish imkoniyati. Chunki uning tarkibidagi efir moylari va boshqa organik birikmalar begona o‘tlarga, zamburug‘ va ba’zi zararli mikroorganizmlarga tormozlovchi ta’sir ko‘rsatadi. Oq xantal shuningdek, tuproqda flyuor va boshqa og‘ir metallarni to‘plash xususiyatiga ega emas, natijada ekologik tozaligi yuqori. Boshqa o‘simliklardan farqli o‘laroq, oq xantal sovuqqa chidamliligi bilan ham ajralib turadi. Bahorda erta ekiladi, urug‘lari past haroratda ham unib chiqishga qodir. Bu esa, uni qishloq xo‘jalik ekinlari orasida navbatma-navbat ekish imkoniyatini beradi. Oq xantal qisqa muddatda pishib yetiladi, tez ko‘karadi va hosil beradi. Urug‘ini yig‘ib olish ham oson, saqlashda o‘z xususiyatlarini uzoq vaqt davomida saqlab qoladi.

Oq xantal ildiz sistemasining rivojlanganligi sababli, tuproq yumshoqligini saqlaydi, ortiqcha namni o‘ziga tortmaydi. Bu xususiyat uni boshqa namgarchilikka chidamsiz ekinlar bilan birgalikda yetishtirishga imkon yaratadi. Oq xantalning fotosintez protsessi ham juda yuqori. U ko‘p miqdorda karbonat angidridni o‘zlashtiradi, natijada havoning sifatiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi, atrof-muhitning ekologik holatini yaxshilaydi. Oq xantal nafaqat o‘zining biologik, balki ekologik, xo‘jalik va iqtisodiy afzalliklari bilan boshqa o‘simliklardan ajralib

ISSN 3030-3907

turadi. Uning yetishtirilishi bilan yerlar unumdorligi oshadi, tuproq tuzilmasi yaxshilanadi, navbatma-navbat ekiladigan boshqa ekinlar hosildorligi ko‘tariladi. Bundan tashqari, u tabiiy hamda sun’iy ozuqa almashinuvida muhim o‘rin tutadi, yerni kasallik va zararkunandalardan tozalaydi. Oq xantalni yelmaydigan, tez so‘lib ketmaydigan, o‘ziga xos mustahkamlovchi xususiyatlari ham yetarli. Oq xantal oson parvarish qilinadi, deyarli maxsus texnikani talab qilmaydi, mineral va organik o‘g‘itlar bilan tez uyg‘unlashadi, sug‘orilgan yerlarda o‘sishi yanada samarali bo‘ladi. Tuproqni ortiqcha namdan himoya qilish, daromadli hosil olish va atrof-muhitni muhofaza qilish nuqtai nazaridan oq xantal yetishtirish zo‘r natijalar beradi [3].

Oq xantalning poya va barglarida maxsus iforli moddalarning mavjudligi insektlarga, asosan, zararli hasharotlarga qarshi tabiiy sipar bo‘lib xizmat qiladi. Bu esa, kimyoviy zaharli vositalardan foydalanish zarurligini kamaytiradi, natijada tuproq va ekin ekologiyasiga yetkaziladigan salbiy ta’sirlar kamayadi. Oq xantal shuningdek, asalarilar uchun ham foydalidir. Gul ochish davrida u nektar va polen manbai hisoblanadi, bu esa asalarichilikda ham foydali ekin sifatida tan olingan. Oq xantal juda qadimdan dehqonlar, baqqollar va shifokorlar tomonidan qadrlangan. Uning ekologik pokiza, parhezbop, oziqaviy va biologik xususiyatlari zamonaviy zaminda ham dolzarb hisoblanadi. O‘simlik energetik va oziqaviy qiymati yuqori, dukkaklilar va boshqa o‘simlik turlari bilan biokimyoviy uyg‘unlashuvga ega. U o‘zining oddiy, biroq samarali yetishtirish texnologiyalari, qisqa muddatda hosil olish imkoniyati, atrof-muhitga moslashganligi, tuproqni boyitish, tozalash va qayta tiklash xususiyatlari bilan o‘ziga xos ahamiyat kasb etadi. Oq xantal ekinining bioekologik xususiyatlarini o‘rganish fanda, qishloq xo‘jaligida va ekologiyada katta ahamiyatga ega. Uning tuproq unumdorligi, ekologik holat, zararli organizmlarga qarshi kurashish va oziq-ovqat xavfsizligidagi o‘rni nihoyatda muhim. Oq xantal — insonlar salomatligi, yer unumdorligi, atrof-muhit va bioxilma-xillikni saqlashda eng barakali va foydali ekinlardan biridir [4].

Oq xantal kambag‘al podzolik tuproqlarda o‘stirilishi mumkin, chunki uning ildiz tizimi yuqori assimilyatsiya qobiliyatiga ega. Oq xantal uchun eng yaxshi tuproqlar engil va o‘rta qumloqlardir. Loy tuproqlar esa tuproq qobig‘ini shakllantirishga yuqori moyilligi tufayli yaroqsiz hisoblanadi. Shuningdek, qumli tuproqlar ham ustki qatlamning quruq va unumdorligi past bo‘lgani sababli yaroqsizdir. Oq xantal sho‘rlangan tuproqlarga yaxshi toqat qilmaydi. Uning optimal o‘sishi va rivojlanishi uchun neytral yoki ozgina gidroksidi tuproqlar (pH 6,5-7) talab etiladi. Oq xantal urug‘i keki chorva uchun juda yaxshi proteinli ozuqa hisoblanadi. Uning tarkibida 35% protein, 11,8% yog‘ va doimiy miqdorda tolalar — 9,1% mavjud. 100 kg xantal kekida 97,5 kg ozuqa birligi va 20 kg hazm

ISSN 3030-3907

bo‘ladigan oqsil bor. Biroq, tarkibida glikozidlar (kaustik birikmalar) bo‘lgani uchun uning ozuqaviy qiymati pasayadi. Kontrplak ishlab chiqarishda tortdan ajratib olingan oqsillar qimmatbaho kazeinni almashtirish uchun muvaffaqiyatli ishlatiladi. Xantal kekida 2,7% oqsil, 0,7% yog‘, 1,6% sincap, 4,4% tola, 2,6% kul va 4,9% BEV mavjud. Cho‘l hududlarida xantal ko‘pincha qorni ushlab turish uchun kuzda kuzgi ekinlar bilan birga ekiladi [5].

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, oq xantalning bioekologik xususiyatlari tabiiy moslashuvchanligi, tuproq va atrof-muhitga foydali ta’siri, iqtisodiy va ekologik afzalliklari bilan ajralib turadi. Uni etishtirish orqali faqat birgina hosil emas, balki tuproq unumdorligi, ekinlar almashinuvining barqarorligi, ekologik tozaligi va qishloq xo‘jaligining umumiy rivojiga erishish mumkin. Oq xantal sayyoramiz turli burchaklarida yetishtirilayotgan, kelajakda ham ahamiyatini yo‘qotmaydigan ekin sifatida dehqonchilik, oziq-ovqat va ekotizim uchun yuqori qiymatga ega. Oq xantal — qishloq xo‘jaligida katta ahamiyatga ega bo‘lgan o‘simliklardan biridir. Uning tez o‘sishi va qisqa vegetatsiya davriga ega bo‘lishi tuproq unumdorligini oshirish hamda ekin almashinuvida foydali sifatlarini yuzaga chiqaradi. Oq xantalning ildiz tizimi yaxshi rivojlangan bo‘lib, tuproqni yumshatadi va undan foydali moddalarning to‘liqroq o‘zlashtirilishini ta’minlaydi. Qadimdan oq xantal yashil o‘g‘it sifatida ham ishlatilgan, uning sersuv va oziqaviy boy biomassasi tuproq tarkibining yaxshilanishiga yordam beradi. Shuningdek, oq xantal boshqa ekinlar uchun zararli bo‘lgan ayrim kasallik va zararkunandalarga qarshi tabiiy vosita sifatida ham ahamiyatga ega. O‘zbekistonning turli tuproq-iqlim sharoitlarida oq xantal yetishtirish yaxshi natija beradi, serhosil va ekologik jihatdan bezarar mahsulot olish imkoniyatini oshiradi. Shu sababli, oq xantal bioekologik xususiyatlari bilan ekin almashinuvida va tuproqni sog‘lomlashtirishda muhim o‘rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xojimatov K. X., Xojimatov O. K “O‘simliklar hom-ashyosi resurslari ” O‘quv qo‘llanma. Guliston 2007.- 54b.
2. Xamidov A., Nabiyev M., Odilov T. “O‘zbekiston o‘simliklar aniqlagichi”. Toshkent “O‘qituvchi” 1987. -328b
3. Xamidov G‘.H., Mahsudova R.S., Mahmudov M.H “O‘zbekiston o‘simliklari” Toshkent “O‘qituvchi”. 1992 -244b
4. Velkova N.I. Markaziy Chernobil viloyatining asal resurslarini kengaytirish uchun oq xantaldan foydalanish: mavhum. dis. ...kand. qishloq xo‘jaligi Fanlar (03.00.32). – Orel: OSAU, 2004. – 17 b.

ISSN 3030-3907

5. Jukovskiy P.M. Madaniy o‘simliklar va ularning qarindoshlari (Sistematikasi, geografiyasi, ekologiyasi, ishlatilishi, kelib chiqishi). – M.: Sovet fani, 1950-595 b.
6. Mashanov V.I., Pokrovskiy V.T. Achchiq aromatik o‘simliklar. – M.: Agropromizdat, 1991 yil. – 221 b
7. Davlat ro‘yxatga olish kitobi naslchilik yutuqlar, tan olingan Kimga foydalanish. "Turlar o‘simliklar." - M.: Rosinformagrotech, 2020. - 680
9. Gorshkov V.I., Karpachev V.V., Vlasova A.P. Yog‘li karam ekinlarining yangi navlari: bahorgi raps, bahor va qishki kolza, oq xantal // Qishloq xo‘jaligi. – 2009.

ISSN 3030-3907

QUYOSH FOTOELEKTR TIZIMLARINI ELEKTR TA'MINOTI TARMOG'IGA ULANISH HOLATI

T.U.Toshev
Qarshi davlat texnika unversteti. Dotsenti
U.E.Norqulov
Qarshi davlat texnika unversteti. katta o'qituvchi
E.Sh.Nigmatova
Qarshi davlat texnika unversteti. stajyor o'qituvchi
S.A.Begimqulov
Qarshi davlat texnika unversteti. magistr
E-mail: tojiddin20.02.85@gmail.com

Annotatsiya. Hozirgi vaqtda elektr energetika tizimlariga quyosh fotoelektr stansiyalarini joriy etish muammolari bilan bog'liq. Quyosh fotoelektr tizimlarini loyihalashtirish va eletr ta'minot tizimiga ulash tarkibini ularni uzoq muddat davomida ishlatish shartlarini e'tiborga olib tanlashni nazarda tutadi. Ushbu ishda fotoelektr tizimlarni elektr ta'minot tizimiga ulash blok sxemasi taklif etilgan.

Kalit so'zlar: Fotoelektr tizim, quyosh paneli, blok sxemasi, kapital xarajatlar, ishlatish xarajatlari, elektr ta'minot tizimidagi elektr yuklamalarini hisoblash.

Аннотация. В настоящее время это связано с проблемами внедрения солнечных фотоэлектрических установок в электроэнергетические системы. При проектировании солнечных фотоэлектрических систем и выборе компонентов для их подключения к системе электроснабжения учитываются условия их длительного использования. В данной работе предложена структурная схема подключения фотоэлектрических систем к системе электроснабжения.

Ключевые слова: Фотоэлектрическая система, солнечная панель, блок схема, капитальные затраты, эксплуатационные затраты, расчет электрических нагрузок в системе электроснабжения.

Abstract. Currently, this is due to the problems of introducing solar photovoltaic installations into electrical power systems. When designing solar photovoltaic systems and selecting components for connecting them to the power supply system, the conditions for their long-term use are taken into account. This paper proposes a block diagram for connecting photovoltaic systems to the power supply system.

Key words: Photovoltaic system, solar panel, block diagram, capital costs, operating costs, calculation of electrical loads in the power supply system.

Kirish.

2020-2030 yillarda qayta tiklanadigan energiya manbalari orqali elektr energiya ishlab chiqarishga, ayniqsa quyosh energiyasini rivojlantirishga alohida e'tibor berilmoqda. Qayta tiklanadigan energetikaning rivojlanish

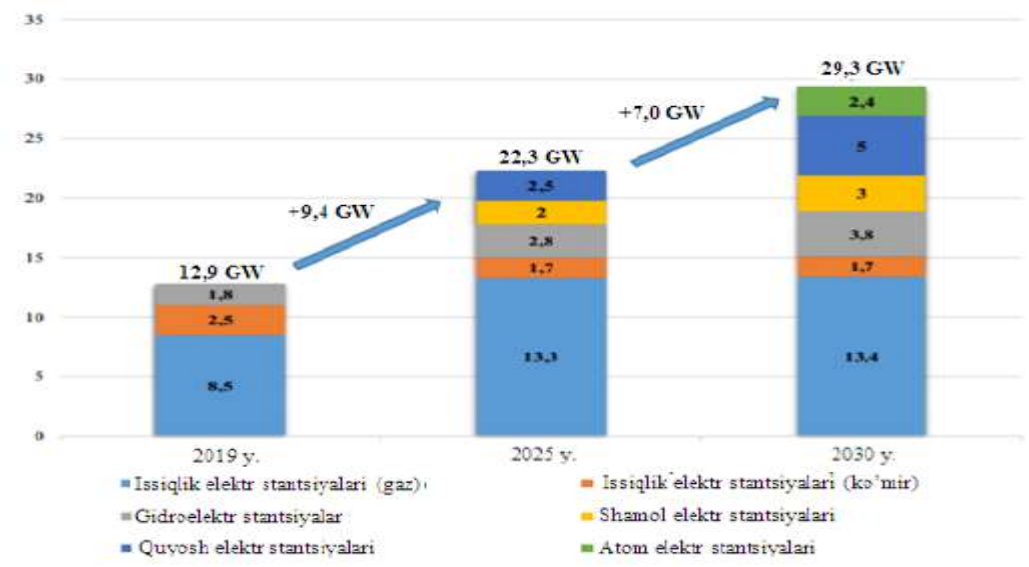
ISSN 3030-3907

ko‘rsatkichlariga erishish maqsadida 2020-2030 yillarda 5 GW quyosh yelektr stansiyalarini qurish ko‘zda tutilgan QTEMlarning har yili foydalanishga topshiriladigan quvvatlarining maqsadli parametrlari belgilangan.

O‘zbekistonda quyosh va shamol elektr stansiyalari qurilishi ko‘payib bormoqda. Ularning umumiy tarmoqqa integratsiya qilinishi esa mukammal tizim yaratishni talab qiladi. Agar bu jarayonda xatoga yo‘l qo‘yilsa, qayta tiklanuvchi energiya manbalari ham iqtisodiy jihatdan, ham umumiy tarmoqqa texnik tomonlama ziyon yetkazishi mumkin. Respublikani elektr energiyasi bilan ta’minlashni takomillashtirish doirasidagi asosiy vazifalardan biri QTEMlardan foydalanishni rivojlantirish, kengaytirish va ularni yagona elektr tizimiga integratsiyalash.[4]

2030 yilga kelib belgilangan maqsadlarga erishish natijasida:

FES – 5 ming MW (17,3 foiz), shu jumladan, quyoshli soatlarda elektr energiyasini yig‘ib, to‘plangan elektr energiyasidan quyosh bo‘lmagan va energotizimdagi iste‘molning kechki tig‘iz soatlaridagi maksimal yuklama paytlarida 1 ming MVtli elektr energiyasini saqlash moslamalari bilan ta’minlanadi. [1]

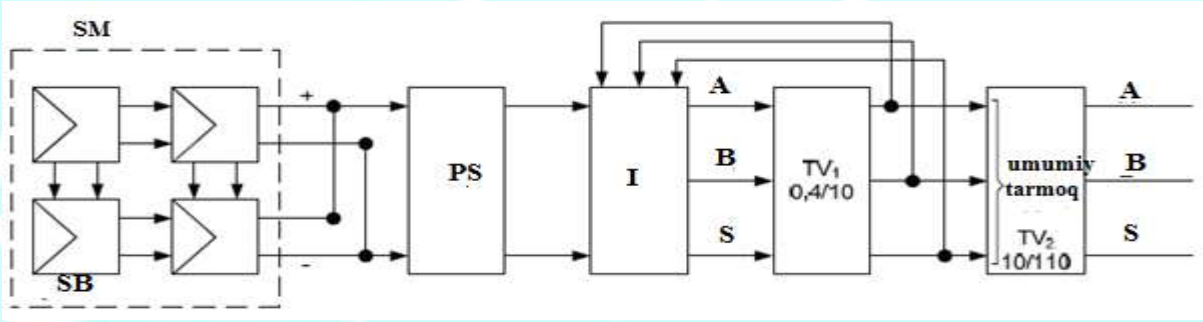


1-rasm - 2019-2030 yillarda o‘rnatilgan quvvatning o‘zgarishi, MW

Tadqiqot metodologiyasi. Hozirgi kunda energetika sohasida tabiiy boyliklarni tejamkorlik bilan ishlatish va muqobil energiya resurslarini yaratish dolzarb muammolardan biriga aylanib qoldi. Butun dunyoda jumladan Respublikamizda ham aholi sonining ortishi bilan energiya manbalariga bo‘lgan ehtiyoj oxirgi yillarda tabiiy energiya manbalarini saqlab qolishni nazarga tutib, muqobil energiya manbalaridan foydalanish zaruriyati ortib bormoqda. O‘zbekiston mintaqasida qayta tiklanuvchi energiya resurslarini tahlil etib, elektr ta’minotida quyosh energiyasidan foydalanish, O‘zbekiston sharoitida iqtisodiy jihatdan to‘liq o‘zini oqlaydi.[2]

ISSN 3030-3907

Quyosh fotoelektriklarda ishlab chiqarilgan elektr energiyasini energotizimlari tarmog‘i bilan uzviy ulash Fotoelektrik tizim bilan elektr energiyani generasiyalash uchun quyosh elektr stanstiyasi mo‘ljallangan (2- rasm) da quyosh elektr stanstiyasini blok-sxemasi ko‘rsatilgan. Talab qilinadigan tok miqdorini olish uchun parallel va talab qilinadigan kuchlanish miqdorini olish uchun ketma-ket ulangan va quyosh modulida yig‘ilgan quyosh batariyasini FES da namayon etadi. Quvvatlar loyiha bo‘yicha berilishini ta’minlash uchun quyosh moduli va quyosh batareyasi soni tanlab olinadi. Panelni yig‘ish quyosh modulinining chiqishi ulanadi. 10 kV kuchlanish ikkilamchi cho‘lg‘amiga va 0,4 kV kuchlanish birlamchi cho‘lg‘ami bilan TV_1 transformator orqali uch fazali sinusoidal kuchlanish chiqishi bilan uch fazali invertorga o‘zgarmas tok kuchlanishi yig‘ilgan panelga beriladi. Umumiy energotizimga ulangan 110 kV ikkilamchi kuchlanish va 10 kV birlamchi kuchlanish bilan TV_2 kuchaytirib beruvchi transformator orqali va nimstanstiyaga TV_1 chiqish orqali beriladi. Invertorga TV_3 transformator orqali uch faza kuchlanish tarmog‘i kuchlanish bilan invertor bilan uch faza kuchlanish bilan beriladi. Bunday holatda invertor aylanturuvchi tarmoq hisoblanadi.[3]



2-rasm. Quyosh elektr stanstiyaning blok-sxemasi.

Tarmoq bilan ulangan fotoelektr stanstiya. Umumiy tarmoqda energiyani generastiyasi bilan korxona inshoat, turar joy uy elektr manbayi uchun qo‘llaniladigan fotoelektrik tizim turlarining berilgan miqdorlari. Ob’ekt elektr manbayi uchun tarmoq bilan ulangan FES blok-sxemasi (2-rasm) da ko‘rsatilgan.

Muhokama va natijalar.

Har bir iste’molchilarning elektr yuklamasi, ularning energetika tizimdagi elektr stansiyalari ish rejimini aniqlovchi jami yuklamasi uzluksiz o‘zgarib turadi. Bular yuklama grafigida elektr tizimlar quvvati (toki)ning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi diagrammasida ko‘rsatiladi. Iste’mol davri va elektr energiya iste’moli munosabatini $P = f(t)$ tengligi bilan ifodalanadi. Elektr iste’molchi va kuch elektr iste’molchi, yoritish iste’molchilarning oylik, xaftalik va kunlik yuklama grafigini tuzush lozim. Inshoatlarning elektr ta’minoti uchun har bir elektr qurilmalar va o‘tkazgichlar hisobga olinishi lozim sungra elektr uskunalari qoidasiga va ularga qo‘yilgan shartga ko‘ra tanlab olinishi zarur.[5] Inshoatning elektr energiyasini kunlik iste’molini o‘rnatilgan asboblar asosida analiz va

ISSN 3030-3907

yuklama grafigini keltirib chiqariladi va inshoatning yig‘indi quvvatini keltiramiz har bir xona uchun $P = f(t)$ yuklama grafigini qurish lozim odatdagidek elektr asboblari elektr energiya iste’molchilarning kunlik, haftali, oylik va yillik iste’moli aniqlanib xizmat ko‘rsatuvchi ma’sul xodimlar tomonidan tahlil qilinadi natijada joriy va kapital ta’mirlash ishlari belgilanadi. Agar elektr energiya iste’moli inshoat uchun o‘zgarmas bo‘lsa unda haftalik yuklamalar qiymatini aniqlash uchun sutkalik yuklamalarni kunlar soniga ko‘paytiramiz; oylik yuklamalar uchun oydagi kunlar soniga sutkalik yuklama miqdorini ko‘paytiramiz.

Yoritilganlik E talab qiladigan miqdorni hisobga olib solishtirma quvvat metodi bo‘yicha yorug‘lik hisoblashni amalga oshiramiz. “Tabiy va sun’iy yorug‘lik” qoidasiga asosan berilgan xona uchun aniqlaymiz. Berilgan xona uchun E yoritilgalik talabi bo‘yicha aniqlanadi. Yoritiladigan xonani har bir m^2 maydoniga 100 lk o‘rtacha yoritilganlik hosil qilish uchun $P_{sol} = 16 \div 20\ W/m^2$ solishtirma quvvat talab qilinadi bu chulg‘ama lampa uchun to‘g‘ri keladi, lyuminesten lampa uchun solishtirma quvvat $P_{sol} = 6 \div 10\ W/m^2$ va svetodiod lampa uchun $P_{sol} = 1{,}5 \div 2\ W/m^2$ solishtirma quvvat talab qilinadi. Yorug‘ devor va shiplar uchun bu hisoblash amalga oshiriladi. Kichik maydonli xona uchun solishtirma quvvatning katta qiymati qabul qilinadi;[3]

-yoritilganlik talab qilgan darajasi uchun solishtirma quvvat aniqlanadi.

$$P_{sol}^{tal} = P_{sol}\frac{E}{100}$$

bu yerda E-talab qilinadigan yoritilganlik, *lk* da;

- umumiy talab qilinadigan yoritilganlik aktiv quvvati aniqlanadi P_{tal}:

$$P_{tal} = P_{tal}^{sol} \cdot F$$

bu yerda F-xonaning maydoni m^2;

- qo‘llaniladigan lampaning quvvati beriladi P_l;
- xonani yoritish uchun talab qilinadigan lampalar soni aniqlanadi.

$$N = \frac{P_{tal}}{P_l}$$

Xulosa va takliflar.

Shunday qilib, qayta tiklanuvchi energiya manbalariga asoslangan yirik elektr stansiyalarini qurish va ularni markaziy tarmoqlarga integratsiyalashuvi O‘zbekiston energetika tizimining qo‘shma rejimlari va barqarorligini tahlil qilish, tarmoq uskunalarini modernizatsiya qilish, energiyani saqlashning zamonaviy tizimlarini joriy etish va energiya ta’minoti tizimi barqarorligini ta’minlash bo‘yicha katta hajmdagi ilmiy-tadqiqot ishlarini talab qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. 2020-2030 yillarda O‘zbekiston Respublikasini elektr energiyasi bilan ta’minlash KONSEPSIYASI.

ISSN 3030-3907

2. К.Аллаев. Современная энергетика и перспективы ее развития. Ташкент. 952 с. (2021)
3. Бекиров Э.А. Электроснабжение промышленных предприятий, зданий сооружений с использованием энергоагрегатов возобновляемой энергетики / Э.А. Бекиров. – Симферополь :
4. ИТ «АРИАЛ», 2019. – 372 с.
5. Gayibov T.SH., Fayziyev M.M., Norboyev A.E. Elektr energetika tizimlarining ish holatlarini boshqarish, tizimli rostlash va dispetcherlash masalalari. O‘quv qo‘llanma. Qarshi: 2021 –174bet.
6. Gayibov, T., & Toshev, T. (2023). QUYOSH FOTOELEKTR STANSIYALARI ELEMENTLARINING OPTIMAL TARKIBINI TANLASH MASALASINING MATEMATIK MODELI VA UNI YECHISH ALGORITMI. Innovatsion Texnologiyalar , 50(02), 13–21.

ISSN 3030-3907

BOZOR MUNOSABATLARI SHAROITIDA MAGISTRAL ELEKTR TARMOQLARINING TRANSIT KOMPANIYA MODELIDA ISH HOLATLARI MATEMATIK IFODALASH

B.A.Bobonazarov
Sho‘rtan neft va gaz qazib chqarish boshqarmasi. Energiya menejeri
T.U. Toshev
Qarshi davlat texnika unversteti. dotsenti
N.A.Qurbonov
Qarshi davlat texnika unversteti. assistenti
R.A. Abdullaeva
Qarshi davlat texnika unversteti. magistr
U.B.Akbarov
Shaxrisabz davlat pedagogika institute
E-mail: tojiddin20.02.85@gmail.com

Annotatsiya. Elektr ta’minoti tizimi obyektlarini erkinlashtirish sharoitida magistral elektr tarmoqlarini elektr energiyani tranzit qilish funksiyasini bajarish jarayonida uning ish holatlarini va mezonlarini matematik ifodalash masalalari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlari: magistral elektr tarmoqlari, elektr stansiya, elektr tarmoq korxonalari, texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar, matematik modellar.

Аннотация. Рассматривается проблема математического моделирования режимов работы и критериев функционирования магистральных электрических сетей в модели транзитной компании в условиях либерализации электроэнергетической системы

Ключевые слова: магистральные электрические сети, электрическая станция, предприятия электрических сетей, технико-экономические показатели, математические модели.

Abstract. The problem of mathematical modeling of operating modes and performance criteria of main electric power networks in the transit company model under conditions of liberalization of the electric power system is considered.

Keywords: main electric power networks, power plant, electric grid enterprises, technical and economic indicators, mathematical models.

Kirish.

Elektr energiya ishlab chiqarish va sotishni monopoliyadan erkinlashgan bozorga o‘tish jarayonida butun energosistema va aloxida strukturalarni parallel qo‘shma ish xolatlari bilan bog‘liq kompleks masalalar paydo bo‘ladi.

Elektr energiya bozori ishtirokchilarini savdo-sotiq qiziqishlarini hisobga olgan yangi usul va modellar atroflicha ishlab chiqilmaganligi erkinlashtirishda qiyinchiliklar keltirib chiqaradi. Chunki amalyotdagi turli xil konsepsiyalarni

ISSN 3030-3907

aprobatsiya qilish, reforma qilish yo‘llarini batafsil o‘rganish va bu asosida bozor mexanizm modellarini taklif qilish juda muxim.

Bozor munosabatlariga o‘tish energosistema va uning alohida suyektlari uchun EET ish xolatlarini boshqarish masalalarini yechish uchun matematik modellarni ishlab chiqishda yangi talablarni qo‘yadi. Bu asosida islox qilish modellari va EET ish xolatlarini boshqarish prinsiplarini ishlab chiqish va ularni EET ishonliligi va samaradorligini e’tiborga olib alohida ishtirokchilarni iqtisodiy qiziqishlari, texnik va iqtisodiy cheklanishlarni hisobga olib matematik modellashtirish muxim masalalardan hisoblanadi.

Bundan tashqari taklif qilingan alternativ modellar uchun bozor ishtirokchilarini ish xolat modellarini ishlab chiqish, o‘zaro munosobatlarni tashkil qilish va texnik boshqaruvni iqtisodiy jixatdan tadqiq qilish dolzarb masala hisoblanadi. Ushbu sharoitda balans munosabatlari va iqtisodiy ko‘rsatkichlari uchun elektr energiya tovar sifatida qaralishi lozim bo‘ladi. Maqola doirasida, erkinlashgan elektr energiya bozori sharoitida EET ish xolatlarini boshqarish masalalarini yechish uchun matematik modellarini ishlab chiqish masalasi ko‘riladi.

EET ish xolatlari va qoidalarini ishlab chiqishda va ularni iqtisodiy va texnik mezonlarin matematik formulirovka qilish, reforma qilish bilan bog‘liq Respublikamizda va chet el tizimlarini rivojlanish tendensiyalari aprobatsiya va tadqiq qilish xamda tashkil qilishda mumkin bo‘lgan yondashishlarni muxokama qilish lozim bo‘ladi.

Elektr energetika sohasini markazlashgan boshqaruv sharoitida optimallashtirish masalasi asosan fizik balans munosabatlari va cheklanishlarini xisobga olgan xolda ishlab chiqarish harajatlarini minimalini topishga qaratilgan. Elektr energiya yagona tarif bo‘yicha sotiladigan tovar sifatida qaralgan edi. Ushbu xolatda tarif elektr enegiyani ishlab chiqarish, iste’molchigacha tarmoqdan uzatishga ketgan xarajatlarini xisobga olib shakllantirilgan. Ruxsat etilgan va optimal yechimlarini aniqlash uchun ishlatiladigan matematik modellar faqat fizik qonunlarni xisobga olgan xolda shalklantirilgan, ammo bunda energotizimdagi aloxida strukturalarining iqtisodiy qiziqishlari hisobga olmagan.

Xozirgi kunda elektr energiya bozorini tashkil qilish O‘zbekiston uchun dolzarb muammolardan sanaladi. Isloh qilish muddatlari, yo‘nalishlari va formalari, energetiklar va iqtisodchilar orasida muxokama markazidagi mavzulardandir. Raqobatlashgan elektr energiya bozorini shakllantirish mumkinligini baxolash xam nazariy, xam amaliy jixatga ega dolzarb muammo xisoblanadi.

Bozor munosabatlariga o‘tish, energotizim va undagi aloxida strukturalar uchun EET ish xolatlarini boshqarish bilan bog‘liq bir qator masalalarni yechish

ISSN 3030-3907

uchun matematik modellar ishlab chiqishda yangi talablar qo‘yadi. Yangi sharoitda ish xolatlarini boshqarish bozor subyektlari iqtisodiy qiziqishlarini, texnik va moliyaviy cheklanishlarni xisobga olib energotizim va uning aloxida strukturalari ish xolatlari effektivligini va ishochliligini e’tiborga olishi lozim. Loyixada, qo‘yilgan masalalarni yechishga doir yangi metodik yondashuvlar, yangi matematik usullar va informatsion texnalogiyalarga asoslangan matematik modellar va instrumental vositalar ko‘rib chiqiladi.

Ish doirasida elektr energiya bozorini tashkil qilish sharoitida MET ish xolatlarini boshqarish masalalariga doir tranzit kompaniya modelida matematik ifodalash ko‘rib chiqiladi. Yangi sharoitda EET xolatlarini boshqarish shartnoma munosabatlariga asoslanadi. Yuqoridagidan ko‘rinadiki xar bir EET o‘z qiziqishlarini hisobga olishga xamda faqat o‘z iste’molchilarini ishonchli va sifatli EE bilan ta’minlashga intiladi.

Masalani murakkabligi, EE bozorini tashkil qilish va EEda isloxatlar o‘tkazish bilan bog‘langanligi ushbu sharoitda energosistema ish holati va xolatlarini boshqarishni matematik apparatini takomillashtirish va ishlab chiqish bosh masalalardan hisoblanadi. EET xolatlarini boshqarishni matematik modellarini ishlab chiqish va jarayonlarni optimal rejalashtirish EE bozoridagi ishtirokchilar orasidagi o‘zaro munosabatlarni tashkil qilish uchun erkinlashgan EE bozorini yaratishda muxim o‘rin egallaydi.

Ma’lumki, hozirgi vaqtda O‘zbekiston Respublikasida iste’molchilarni elektr energiyasi bilan ta’minlash uchta mustaqil tuzilma yordamida amalga oshirilmoqda.

- elektr stansiyalari (ES) elektr energiyasi ishlab chiqaradigan korxonalar.

- Elektr energiyasini uzatish bilan shug‘ullanadigan tranzit kompaniyalari deb ham ataladigan magistral elektr tarmoqlari (MES).

-Elektr tarmoqlari (hududiy elektr taromqlari) sotuvchi korxonalar, iste'molchilarga elektr energiyasini taqsimlovchi korxonalar.

Bunday sharoitlarda MESning ish rejimlarini optimal boshqarish kerak, shunda ushbu modellar iste'molchilarni yuqori sifatli va uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlay oladi va o‘zlari uchun eng foydali ishlaydi.

Tadqiqot metodologiyasi.

Optimallashtirishda MESning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini va ES va ETK bilan texnik-iqtisodiy aloqalarni hisobga olish kerak. Shu maqsadda ikkita turdagi modellar taklif etiladi, ular quyida ko‘rib chiqiladi.

Elektr energiyasi bozorining turli mumkin bo‘lgan modellari uchun texnik va iqtisodiy omillarni hisobga olgan holda ish rejimlarini boshqarish muammolarini hal qilish uchun matematik modellar taklif etiladi.

ISSN 3030-3907

Elektr tarmog‘ining tugunlarida quvvat balanslari tenglamasi shaklida elektr energiyasini tashishning texnologik jarayonini tavsiflovchi tenglamalari quyidagicha[2]:

$$W(Z, X, P_{gi}, P_{ri}, Q_{gi}, Q_{ri}) = 0, \quad (1)$$

Bu yerda W - tarmoq tugunlarida quvvat balansi tenglamalarining vektori; Tizim parametrlarining Z-matritsasi; Mustaqil o‘zgaruvchilarning X-vektori: modullarning vektorlari va tugunlarning kuchlanish fazalari.

Elektr energiyasini etkazib bekrish uchun TKning imkoniyatlari elektr tarmoqlarining quvvati va texnik xususiyatlari bilan cheklangan. Ushbu imkoniyatlarning chegaralari alohida ulanishlar yoki bo‘limlar uchun tok va/yoki quvvatlarning bir yoki ikki tomonlama cheklovlari bilan tavsiflanadi:

$$P_{f\min} \le P_f(X) \le P_{f\max}, \quad I_{f\min} \le I_f(X) \le I_{f\max}, \quad (2)$$

bu yerda f-bog‘lanish P barcha cheklovlar to‘plamiga tegishli.

Ishlab chiqarish, transfortirovka qilish va taqsimlash kompaniyalari mezonlarini matematik shakllantirish. Bozor munosabatlariga o‘tish bozor ishtirokchilari o‘rtasidagi munosabatlarni o‘rnatishning yangi qoidalari va ularning har biri uchun o‘z mezonlarini qayta ko‘rib chiqish bilan tavsiflanadi. Shu bilan birga, elektr energiyasi bozorining turli modellari ishtirokchilari uchun mezonlar barcha tovar bozorlari uchun umumiy bo‘lgan mezonlarga asoslanishi kerak.

TKning iqtisodiy mezonlari umumiy xarajatlarni, shu jumladan elektr tarmoqlarini saqlash, boshqarish, quvvat va elektr yo‘qotishlarini qoplash va boshqalarni hisobga olgan holda xizmatlar uchun to‘lov bilan belgilanadi. Bu ushbu umumiy xarajatlarni to‘lashda ishlab chiqaruvchi (GK) va TK ulushini aniqlash muammosini keltirib chiqaradi. Ushbu muammolarni hal qilishda turli xil usullarni taklif qilish mumkin bo‘lgan alohida GK va TQ tomonidan tranzit kompaniyasi tarmog‘idan foydalanish ko‘rsatkichlariga asoslanishi kerak [4,5,6].

Tranzit kompaniya modeli

Ushbu modelda MES faqat elektr energiyani ishlab chiqaruvchi kompaniyalaridan (elektr stantsiyalari va qo‘shni energiya kompaniyalari) xaridorga (ETK va yirik iste'molchilar) yetkazib berish bo‘yicha xizmatlarni taqdim etadi.

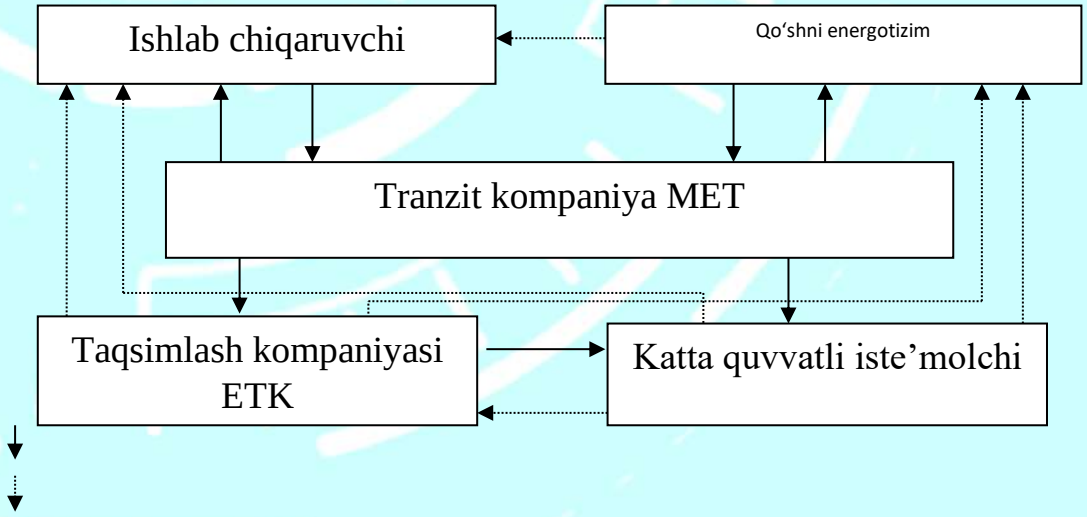
Chakana savdo korxonalari elektr energiyasini shartnomalar bo‘yicha to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlab chiqaruvchilardan sotib oladi va uni elektr uzatish tarmog‘i orqali iste’molchilarga yetkazib beradi. Taqsimlash kompaniyalari oxirgi iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda monopoliyaga ega bo‘ladi. Biroq, elektr energiyasini ishlab chiqaruvchilar, tarqatuvchi kompaniyalar va yirik iste'molchilar uchun elektr uzatish tarmog‘iga ochiq kirish imkoniyati mavjud.

Ushbu modelda raqobat kengayishi mumkin, shunda barcha ishlab chiqaruvchilar elektr energiyasini ko‘plab iste'molchilarga sotishlari mumkin.

ISSN 3030-3907

Xaridorlarning ko‘pligi bozorni yanada raqobatbardosh va dinamikroq qiladi. Elektr energiyasini ishlab chiqarishdagi raqobatning afzalliklari bozor va texnologiya riskning ularga qaytishi bilan kuchayadi. Elektr stantsiyalari egalari yaxshiroq tartibga solinadi va yangi texnologiyalarning afzalliklarini baholay oladilar va yangi investitsiyalar haqida ko‘proq yechimlar qabul qilish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Shu bilan birga, elektr stantsiyalari egalari uchun riskni oshirish tranzit narxini oshiradi, bozor va tarmoq kelishuvlarini talab qiladi. Ushbu model hukumatga to‘g‘ridan-to‘g‘ri subsidiyalar va direktivalar orqali elektr energiyasini ishlab chiqarishning yangi texnologiyalarini tanlashda rahbarlik qilish imkonini beradi.

Ushbu qat'iy modellashtirish bilan, muqarrar ravishda yo‘qotadigan va quvvat cheklovlari mavjud bo‘lgan energiyani uzatishda xaridorlar va sotuvchilar MES tomonidan o‘zaro bog‘langanligini hisobga olish kerak.



1-rasm. Ulgurji bozor modeli

- Elektr energiya oqimi
- Moliyaviy oqim

Muhokama va natijalar

Ishlab chiqaruvchi korxonalar, qo‘shni davlatlarning energetika kompaniyalari va iste’molchilar o‘rtasida shartnomalar tuziladi. Shu bilan birga, ular tranzit xarajatlarini qоплашни назарда тутади.

Tranzit uchun umumiy to‘lov uch qismdan iborat bo‘lishi kerak

$$\Delta C_T = C_{noc} + C_n + C_{p.}. \quad (1)$$

$C_{пос}$- tarmoqdan foydalanish uchun abonent to‘lovi, amortizatsiya va ishlatish xarajatlarni qoplash (yo‘qotishlardan tashqari). Bu, shuningdek, tarmoqning o‘tkazish qobiliyati va tranzit oqimini dispetcherlik nazorati bo‘yicha xizmatlar bilan ta’minlash uchun qo‘shimcha uskunalarni o‘rnatish uchun MES xarajatlarini qoplashni ham o‘z ichiga oladi.

C_p - MES rentabelligi uchun abonent to‘lovi

ISSN 3030-3907

C_n - MET tranzit kompaniyasidagi ΔW isrof uchun to‘lov, $W_{cm} - W_{nomp}$ farqni qoplash uchun.

EE tranzitining umumiy qiymati bozor ishtirokchilari o‘rtasida taqsimlanishi kerak.

Agar tranzit xarajatlari ETK va yirik iste'molchilar tomonidan qoplansa, har bir xaridor quyidagi to‘lovni olishi kerak

$$\Delta З_{li} = K_i * \Delta C_T . \quad (2)$$

Bu yerda K_i - koeffitsient bo‘lib, u i-iste'molchining elektr energiyasini barcha iste'molchilarning umumiy elektr energiyasiga bo‘lish yo‘li bilan topiladi.

$$K_i = \frac{W_{эli}}{W_{эΣnom}} . \quad (3)$$

W_{eli} - i-iste'molchining elektr energiyasi, $W_{eΣpot}$ - barcha iste'molchilarning umumiy elektr energiyasi.

Agar tranzit xarajatlari qo‘shni davlatlarning EET va ES tomonidan qoplansa, sotuvchining to‘lovi:

$$\Delta З_i = K_j * \Delta C_T . \quad (4)$$

K_j - koeffitsient bo‘lib, j-stansiyaning EE sotish hajmini barcha stansiyalarning umumiy EE sotish hajmiga bo‘lish yo‘li bilan topiladi.

$$K_j = \frac{W_{cmj}}{W_{cnΣ}} . \quad (5)$$

W_{stj} - j-chi stansiyaning EE sotuvi, $W_{stΣ}$ - barcha stansiyalarning EE umumiy миқдори.

Xulosa va takliflar

Ushbu tranzit to‘lovidan ko‘rinib turibdiki, MESlar o‘zlarining erkinlik darajasidan imkoniyatlarni kamaytirish uchun foydalanishga undamaydilar. Biroq, bu haqiqat emas. Tarmoqdagi yo‘qotishlarni kamaytirish va elektr uzatish liniyalarining quvvatini oshirish uchun o‘zining erkinlik darajalaridan (tarmoq sxemasi, transformatsiya koeffitsientlari, reaktiv quvvat manbalari va boshqalar) foydalanib, tranzit kompaniyasi qo‘shimcha mijozlarni jalb qilish va shu bilan qo‘shimcha foyda olish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Ushbu modelda barcha darajadagi raqobat bo‘lishi mumkin. Bu yerda elektr energiyasi bozori ETK va yirik iste'molchilar uchun erkin bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Шарипов У.Б, Бобоназаров Б.А. Электр энергия улгуржи бозори шароитида энергосистемани математик моделларини ишлаб чикиш.

ISSN 3030-3907

«Устойчивое развитие и экологически безопасное функционирование энергетики Узбекистана: перспективы и проблемы», Халкаро анжумани, Тошкент, 2005, 10-11с.

2. У.Б.Шарипов, Б.А. Бобоназаров, Алгоритм определения коэффициентов использования сети участниками рынка при транспортировке электроэнергии. Республиканская научно-практическая конференция. «Интеграция вузовской науки и производства и образования» г. Ташкент, 2005г.

3. У.Б.Шарипов, Б.А. Бобоназаров, Методика определения коэффициент использования сети участниками рынка при транспортировке электроэнергии. Международная конференция «Инновация» г. Ташкент 2004г 21-22 октября.

4. У.Б. Шарипов, Б.А. Бобоназаров., Методика определения коэффициент использования сети участниками рынка при транспортировке электроэнергии. Вестник ТГТУ, 2004г №3, с.62-65.

5. У.Б.Шарипов, Б.А. Бобоназаров., Модели функционирования МЭС в условиях рыночных отношений, «Энергия ва ресурсларни тежаш муаммолари», Халкаро илмий-техникавий ва амалий анжуман, Тошкент ш 2003й, 71-73б.

6. У.Б.Шарипов, Б.А. Бобоназаров., К вопросу функционирования магистральных электрических сетей в условиях рыночных отношений, Международная научная конференция, г Ташкент 2002г, с. 100-102.

ISSN 3030-3907

YAYLOV YERLARINING DEGRADATSIYASINI GIS TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA BAHOLASH

Raximov Sherzod Shavkatovich
Geologiya fanlar universiteti "Konchilik ishi va texnologiyalar" kafedrasi dotsenti PhD
Toshkent,O'zbekiston.
Email: sherzodraximov@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada Qashqadaryo viloyati Dehqonobod tumani hududining 2020–2024-yillar davomida Landsat-8,9 va Sentinel-2 sun'iy yo'ldoshlaridan olingan multispectral kosmik tasvirlarini NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index) va SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), indeksi qayta ishlash usullari yordamida vegetatsiya holatining dinamikasi tahlil qilindi. Natijalarga ko'ra, tuman yaylovlarining 45–50 foizi o'rta, 20 foizi kuchli degradatsiyaga uchragan bo'lib, bu holat asosan antropogen bosim va qurg'oqchilik ta'sirida shakllangan. Tadqiqot Dehqonobod tumanida barqaror yaylov boshqaruv tizimini yaratish uchun GIS asosidagi ekologik monitoringning muhimligini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: Yaylov degradatsiyasi, GIS, NDVI, GNDVI, SAVI, Dehqonobod tumani, masofadan zondlash, ekologik monitoring, vegetatsiya indekslari.

Аннотация. В данной статье анализируется динамика растительного покрова Дехканабадского района Кашкадарьинской области за период 2020–2024 годов с использованием многоспектральных спутниковых снимков, полученных со спутников Landsat-8, Landsat-9 и Sentinel-2. Анализ проводился путем обработки таких вегетационных индексов, как NDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс), GNDVI (нормализованный разностный вегетационный индекс), SAVI (индекс вегетации с поправкой на почву) и NDMI (нормализованный разностный индекс увлажнения). Согласно результатам, около 45–50% пастбищ района находятся в умеренно деградированной, а около 20% — в сильно деградированной форме. Это состояние, в первую очередь, сформировалось под влиянием антропогенной нагрузки и засухи. В исследовании подчеркивается важность экологического мониторинга на основе ГИС для создания устойчивой системы управления пастбищами в Дехканабадском районе.

Ключевые слова: Деградация пастбищ, GIS, NDVI, GNDVI, SAVI, Дехканабадский район, дистанционное зондирование, экологический мониторинг, вегетационные индексы.

Abstract. In this article, the dynamics of vegetation cover in the Dehqonobod district of the Qashqadaryo region during the period of 2020–2024 were analyzed

using multispectral satellite images obtained from Landsat-8, Landsat-9, and Sentinel-2. The analysis was conducted through the processing of vegetation indices such as NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), GNDVI (Green Normalized Difference Vegetation Index), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index), and NDMI (Normalized Difference Moisture Index). According to the results, approximately 45–50 percent of the district's pastures are moderately degraded, while around 20 percent are severely degraded. This condition has primarily developed under the influence of anthropogenic pressure and drought. The study highlights the importance of GIS-based ecological monitoring for establishing a sustainable pasture management system in the Dehqonobod district.

Keywords: Pasture degradation, GIS, NDVI, GNDVI, SAVI, Dehkanabad district, remote sensing, ecological monitoring, vegetation indices.

Kirish

Yaylovlar – bu qishloq xo‘jaligining asosiy tabiiy komponentlaridan biri bo‘lib, ular nafaqat chorvachilik uchun ozuqa manbai, balki ekologik barqarorlikni saqlovchi muhim tizim hamdir. O‘zbekiston Respublikasida jami 21 million gektardan ortiq yaylov mavjud bo‘lib, ularning 8 million gektarga yaqini turli darajada degradatsiyaga uchragan (FAO, 2022). Shunday Muammolarning oldini olish maqsadida Prezidentimiz Sh. M. Miromonovichning 2022-yil 10-iyunda “Yaylov yerlariga qarshi kurashishning samarali tizimini yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori qabul qilindi.

Degradatsiya jarayonlari natijasida yaylovlarning ozuqaviy qiymati pasayadi, tuproq eroziyasi kuchayadi va biologik xilma-xillik kamayadi. Ayniqsa, Qashqadaryo viloyatining Dehqonobod tumani kabi tog‘ oldi va yarim cho‘l hududlarida bu jarayon keskin tus olmoqda.

Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi — Dehqonobod tumanida yaylov degradatsiyasining miqyosini GIS va Masofadan zondlash (RS) usullari orqali aniqlash, ularni baholash va bartaraf etish chora-tadbirlarini taklif qilishdir.

Tadqiqot hududi

Dehqonobod tumani Qashqadaryo viloyatining janubi-sharqiy hududida joylashgan bo‘lib, umumiy maydoni 4000 kv.km ni tashkil qiladi. Hisor tog‘ tizimasining g‘arbiy tarmoqlari orasida joylashgan, reylefi murakkab, iqlim shaoiti qurg‘oqchil, kontenintal hisoblanadi. Yillil yog‘ingarchilik miqdori o‘rtacha 270-300 mm ni tashkil qiladi. Tuproq turlari bo‘z, qumoq va sho‘rxok, yarim cho‘l zonasiga mansub o‘simliklar o‘sadi.

Hududda chorvachilik asosiy tarmoq bo‘lib, 2024-yilda chorva soni 210 ming boshdan oshgan. Bu esa yaylovlarga ortiqcha yuklama keltirib, tabiiy o‘simlik qoplamasing tiklanishi sustlashmoqda.

Tadqiqot metodikasi

ISSN 3030-3907

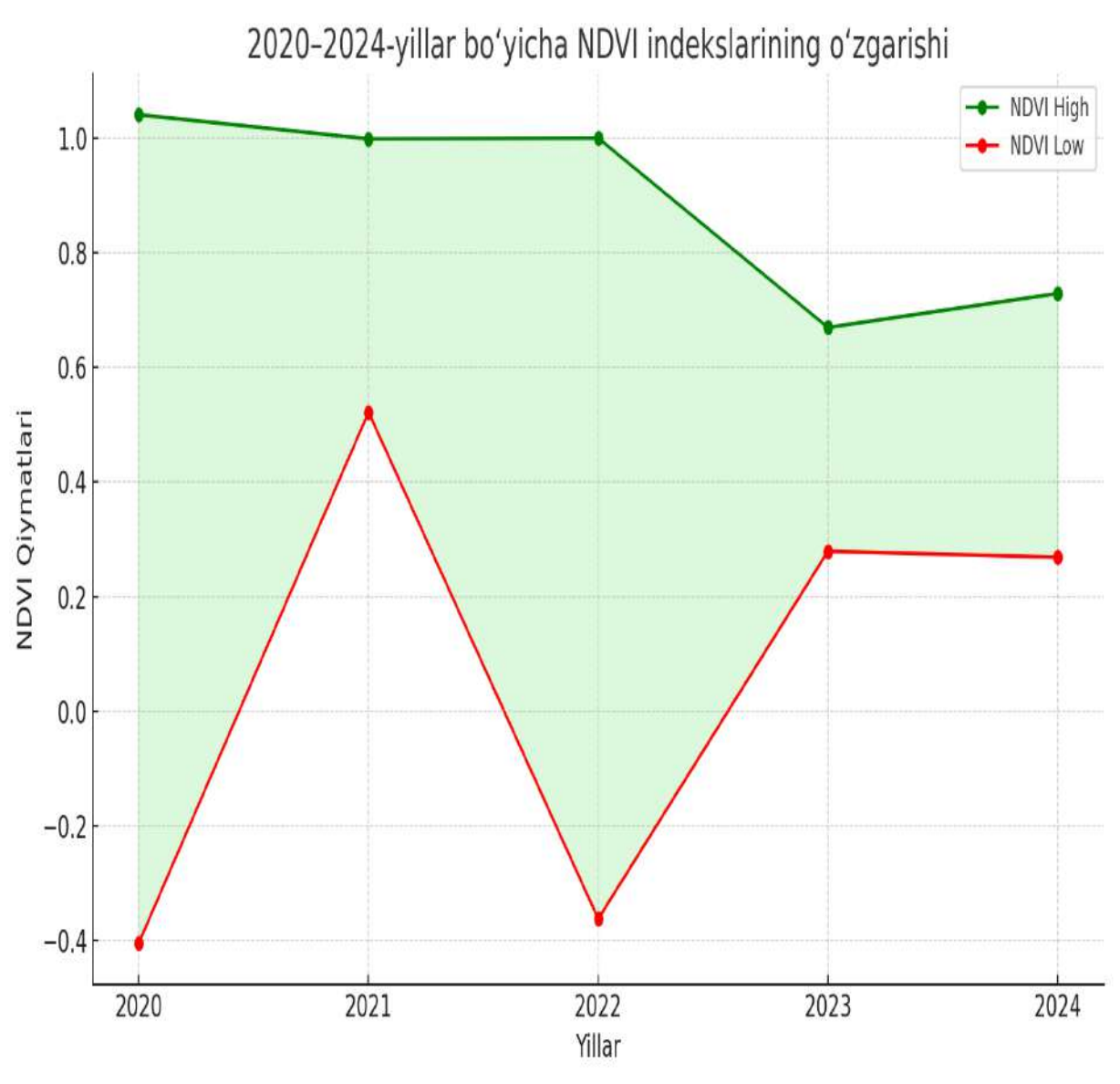
Landsat-8,9 (tasvirlar 30m aniqlikda) va Sentinel-2 (tasvirlar 10m aniqlikda) sun'iy yo'ldoshlaridan olingan multispectral kosmik tasvirlar yordamida olingan ma'lumotlardan foydalanib ArcGIS 10.8, QGIS 3.34 va Google Earh Engine (GEE) muhitida qayta ishlanib, o'simlik qoplamasi bo'yicha NDVI, GNDVI, SAVI, xaritalar tuzildi. Hisoblash formulalari quyidagicha:

NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)},

GNDVI = \frac{(NIR - GREEN)}{(NIR + GREEN)},

SAVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED + L)}(1 + L)

Bu yerda L = 0.5 — tuproq yoritilishini korreksiya qiluvchi koeffitsiyent.



1-rasm. NDVI ko'rsatkichlari dinamikasi (2020–2024)

NDVI tahlillari Dehqonobod tumanida vegetatsiya zichligining yillar davomida o'zgaruvchanligini ko'rsatdi:

Yil Eng past NDVI Eng yuqori NDVI Holat tavsifi

2020 −0.40 1.04 Vegetatsiya kontrasti kuchli, notekis holat

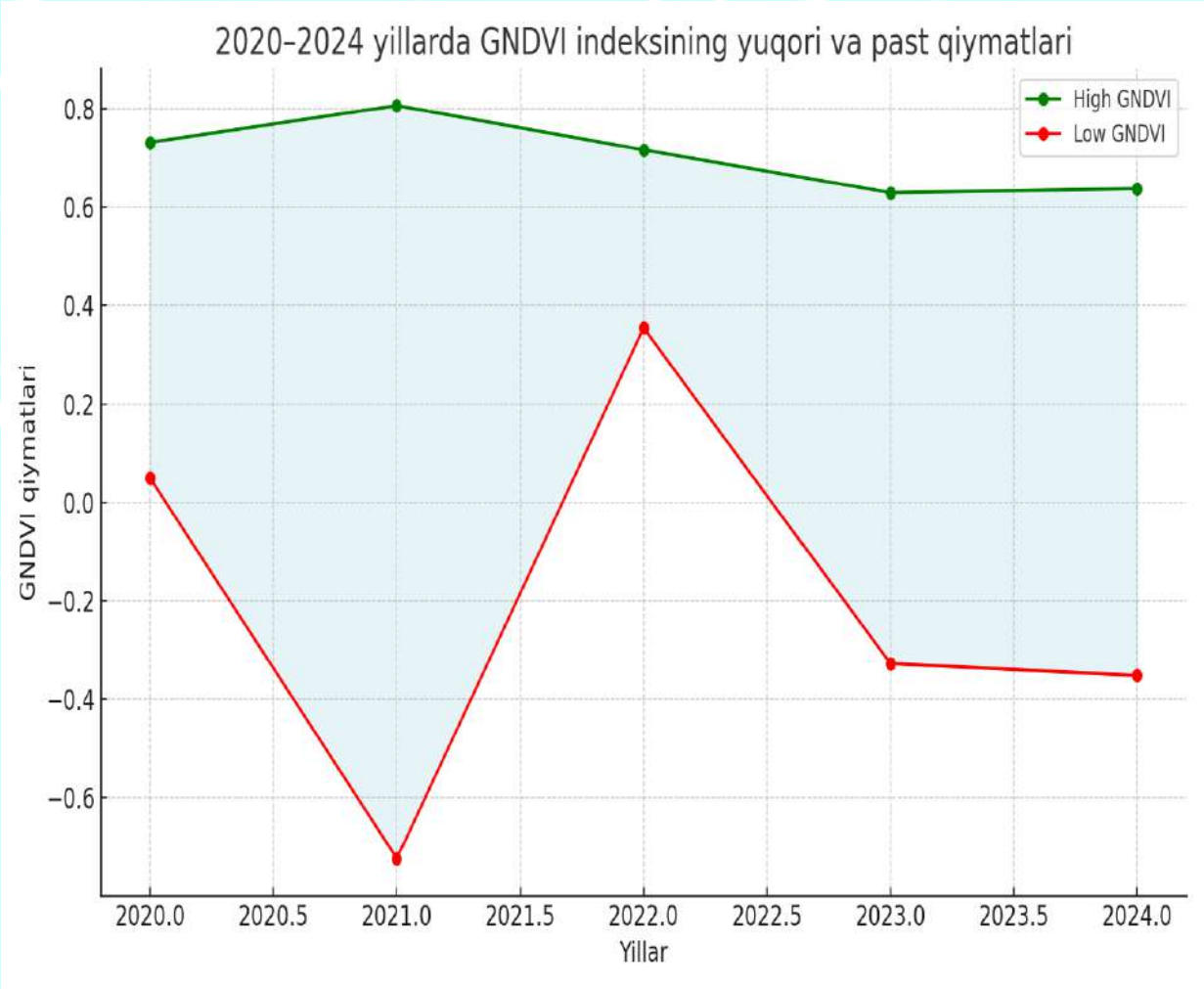
2021 0.52 0.99 O'simlik qoplami barqaror

ISSN 3030-3907

2022 −0.36 1.00 Qisman yaxshilanish
2023 0.28 0.66 Vegetatsiya keskin kamaygan
2024 0.27 0.73 Tiklanish belgilari mavjud

Natijalarga ko‘ra, 2023-yil eng og‘ir degradatsiya yili bo‘lib, NDVI qiymatlari 0.3 dan past bo‘lgan zonalar tuman maydonining 20 foizini tashkil etgan. Degradatsiya darajalari

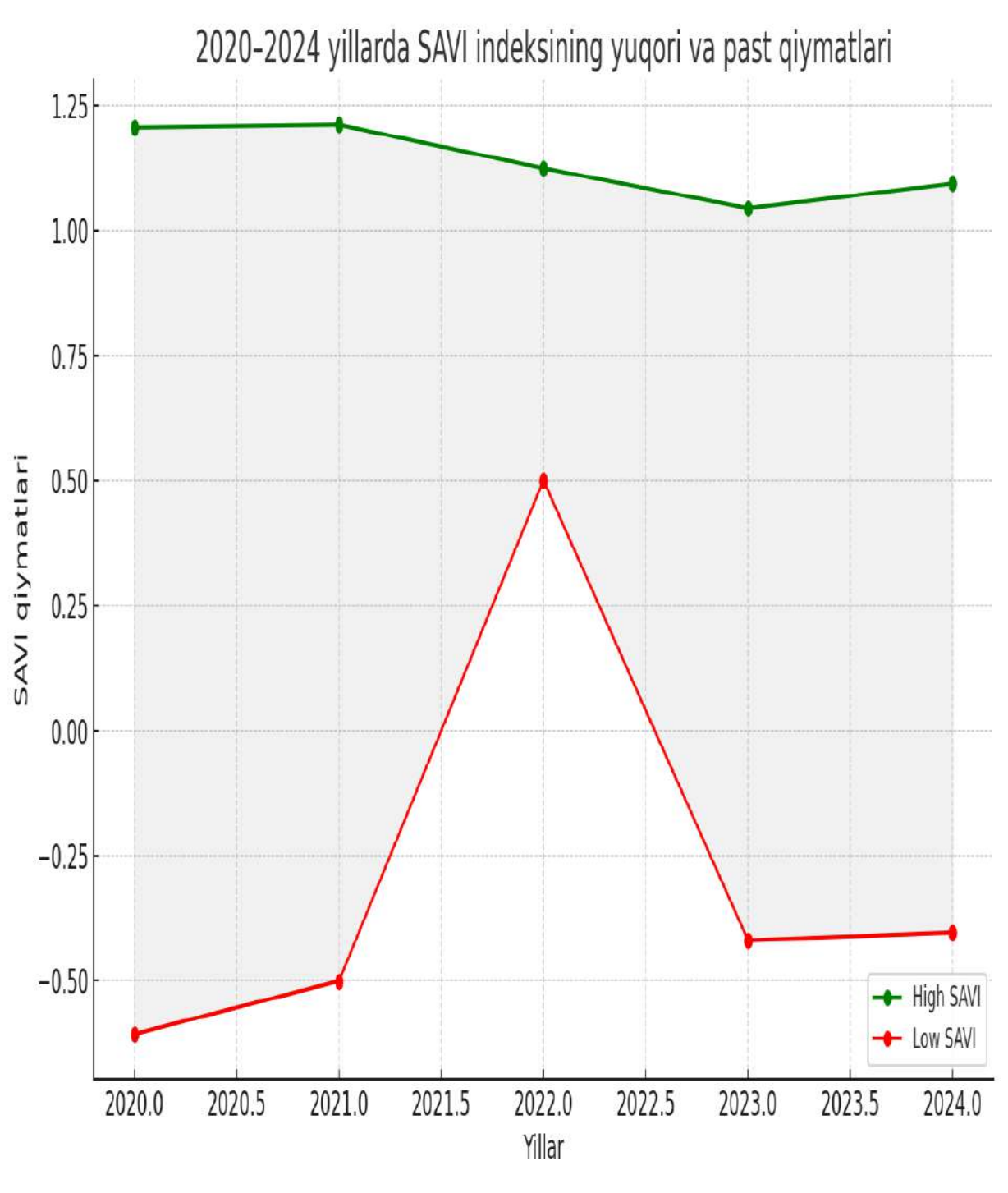
NDVI xaritalari asosida tuman yaylovlari quyidagi kategoriyalarga ajratildi:
Degradatsiya darajasi NDVI oraliq qiymati Maydon (foizda)
Kuchli degradatsiya < 0.3 20%
O‘rta daraja 0.3–0.5 45–50%
Past degradatsiya 0.5–0.7 25%
Sog‘lom vegetatsiya > 0.7 5–10%
GNDVI tahlilida quyidagi natijalar olindi:



1-rasm. GDVI ko‘rsatkichlari dinamikasi (2020–2024)

GNDVI qiymatlari −0.72 dan 0.80 gacha o‘zgarib, 2021-yil va 2023-yilda keskin pasayish kuzatilgan. Bu holat, ayniqsa, Oqrabot, Qizilcha va Boshchorboq hududlarida o‘simlik biomassasining kamayganini ko‘rsatadi. SAVI ko‘rsatkichlari1

ISSN 3030-3907



2-rasm. SAVI ko‘rsatkichlari dinamikasi (2020–2024)

SAVI indekslari −0.60 dan 1.20 gacha o‘zgarib, tuproqning yalang‘ochlanish darajasini aniq ko‘rsatgan. 2023-yilda tuproq ta’siri kuchaygan va suv tanqisligi natijasida vegetatsiya siyraklashgan.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, Dehqonobod tumanida yaylov degradatsiyasi asosan quyidagi omillar bilan bog‘liq:

1. Antropogen bosim: chorva sonining ortishi, yaylovlardan rejasisiz foydalanish;
2. Iqlim o‘zgarishlari: yog‘ingarchilikning 25–30% kamayishi, suv tanqisligi;

ISSN 3030-3907

3. Infratuzilma yetishmovchiligi: suv quduqlari, yo‘llar va saqlash inshootlarining kamligi;

4. Ekologik madaniyatning pastligi: mahalliy aholining tabiatdan foydalanishdagi xabardorligi past.

Masofadan zondlash natijalari (NDVI, GNDVI, SAVI) yer resurslarini baholashda yuqori aniqlikka ega bo‘lib, yaylov degradatsiyasi monitoringini tashkil etish uchun eng samarali vosita hisoblanadi.

Taklif va tavsiyalar

Yaylovlarni saqlash va degradatsiyani kamaytirish uchun asosan yaylovlardan navbat bilan foydalanish tizimini joriy etish, suv infratuzilmasini (quduqlar, suv yig‘uvchi havzalar) rivojlantirish, qurg‘oqchilikka chidamli o‘simlik turlarini ekish (saksovul, qandim, juzg‘un), GIS asosida doimiy monitoring tizimini tashkil etish,aholi ekologik savodxonligini oshirish va mahalliy boshqaruv tizimiga joriy etish.

Xulosa

Tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, Dehqonobod tumani yaylovlarining katta qismi degradatsiyaga uchragan bo‘lsa-da, bu jarayonni to‘xtatish va tiklash imkoniyatlari mavjud. GIS texnologiyalari va masofaviy zondlash usullari degradatsiya darajasini aniqlashda, tahlil qilishda va istiqboldagi rejalashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Yaylov resurslarini barqaror boshqarish – bu nafaqat ekologik, balki iqtisodiy va ijtimoiy ahamiyatga ega masaladir. Shuning uchun GIS asosida olib borilayotgan bunday ilmiy tadqiqotlar qishloq xo‘jaligi barqarorligini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi.

Yaylovlarning degradatsiyasi – bu butun dunyo bo‘yicha, jumladan O‘zbekiston hamda Markaziy Osiyo mamlakatlari uchun jiddiy ekologik va iqtisodiy muammodir. Yaylov degradatsiyasining asosiy sabablari orasida haddan tashqari o‘tlash, nobud bo‘lgan sug‘orish tizimlari, iqlim o‘zgarishi, tuproqning sho‘rlanishi va eroziyasi, shuningdek, boshqaruvning samarasizligi kabilar kiradi.

Zamonaviy Geografik Axborot Tizimlari (GIS) usullari yordamida yaylov degradatsiyasini aniqlash, monitorinq qilish va baholash jarayonlari sezilarli darajada takomillashtirilgan. GIS texnologiyalari yaylov degradatsiyasini baholash, uni sabab va oqibatlari bilan tushunish, shuningdek, barqarar boshqarish va restavratsiya choralarini samarali rejalashtirish uchun kuchli va noyobil vosita hisoblanadi. Ushbu texnologiyalardan foydalanish yaylov resurslarini ilmiy asosda boshqarish, chorvachilik salohiyatini saqlash, qishloq joylarining hayot darajasini yaxshilash va ekotizim xizmatlarini himoya qilish imkonini beradi. O‘zbekiston va Markaziy Osiyo mamlakatlari uchun GIS asosidagi yondashuvlarni joriy etish va rivojlantirish – yaylovlar muammosini hal qilishda muhim qadam bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston va butun Markaziy Osiyo mintaqasi uchun GIS asosida yaylov degradatsiyasini baholash tizimini joriy etish - bu ekologik xavfsizlikni ta'minlash, qishloq xo‘jaligini barqaror rivojlantirish va qashshoqlikni qisqartirish yo‘lidagi muhim strategik qadam hisoblanadi. Texnologik yechimlar inson omili bilan uyg‘unlashganda, yaylovlar degredatsiyasiga qarshi kurashda haqiqiy muvaffaqiyatlarga erishish mumkin bo‘ladi.

Yaylovlarni GIS asosida monitoring qilish va boshqarish milliy darajada ustuvor vazifa sifatida e'lon qilinishi va tegishli investitsiyalar ajratilishi zarur. Bu nafaqat tabiatni muhofaza qilish, balki kelajak avlodlar uchun barqaror resurs asosini yaratish garovidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. To‘laganov A.M., Norqulov N.M. Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi. – Toshkent: Fan, 2018.
2. Oripov R.X., Axmedov A.X. Yer resurslaridan foydalanish asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston FA nashriyoti, 2016.
3. Qayumov A.A. Geoinformatika va GIS asoslari. – Samarqand: SamDU, 2021.
4. Abdullayev A., Axmedov J. Yer degradatsiyasi va ekologik muammolar. – Qarshi: Nasaf, 2019.
5. Jo‘rayev A.M. (2022). Qashqadaryo viloyatida yaylovlardan foydalanish va ularning ekologik holatini baholash. – “Geografiya va tabiiy resurslar” ilmiy jurnali, №3, B. 45–53.
7. Mamadaliyeva M.M. (2020). Qurg‘oqchil zonalarda yaylov degradatsiyasini GIS texnologiyalari asosida baholash. – O‘zMU magistrlik dissertatsiyasi.
8. Akhmedova S.S. (2021). Monitoring of pasture degradation using NDVI in arid regions of Uzbekistan. – “International Journal of Environmental Studies”, Vol.
9. Tucker, C. J. (1979). Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. – Remote Sensing of Environment, 8(2), pp. 127–150.
10. Huete, A. R. (1988). A soil-adjusted vegetation index (SAVI). – Remote Sensing of Environment, 25(3), pp. 295–309.
11. Gao, B. C. (1996). NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. – Remote Sensing of Environment, 58(3), pp. 257–266.
12. Jackson, R.D., et al. (2004). Remote sensing of vegetation indices and their relationship with crop condition. – Agricultural Meteorology Journal, Vol. 104, pp. 303–315.
13. FAO (2020). Pasture degradation and restoration in Central Asia. https://www.fao.org
14. Copernicus Open Access Hub. Sentinel-2 imagery database. https://scihub.copernicus.eu

ISSN 3030-3907

15. USGS Earth Explorer. Landsat satellite data portal. https://earthexplorer.usgs.gov
16. QGIS Documentation. User Guide and Tutorials. https://docs.qgis.org

ISSN 3030-3907

TIKUVCHILIK SANOATINI RIVOJLANTIRISHDA ZAMONAVIY TIKUV MASHINALARINING TUTGAN O‘RNI

Kaxxarova Tozagul Abdimuminovna
Qarshi davlat universiteti o‘qituvchisi,
E-mail: t_kaxxarova61@mail.ru
Raxmanov Farxodjon Gabbarovich
Qarshi davlat universitetida katta o‘qituvchi,
ORCID: https://orsid.org/ 0009-0009-6933-2656
Email: farkhodjonraxmanov@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada zamonaviy tikuv mashinalarining tikuuvchilik sanoatidagi ahamiyati, ishlab chiqarish samaradorligiga ta’siri, ilg‘or texnologiyalar bilan integratsiyasi hamda kichik biznes va yirik ishlab chiqaruvchilarga ko‘rsatgan ijobiy ta’siri yoritilgan. Maqolada texnologik modernizatsiya va avtomatlashtirish orqali kasanachilikdan sanoatlashtirishga o‘tish yo‘li tahlil qilinadi. Amaliy misollar va statistik ma’lumotlar asosida zamonaviy tikuv mashinalarining iqtisodiy samarasi ham baholanadi.

Kalit so‘zlar: tikuv sanoati, zamonaviy tikuv mashinasi, avtomatlashtirish, texnologik modernizatsiya, ishlab chiqarish samaradorligi.

Аннотация. В данной статье рассматривается значение современных швейных машин в швейной промышленности, их влияние на эффективность производства, интеграция с передовыми технологиями, а также положительное воздействие на малый и крупный бизнес. В статье анализируется переход от домашнего производства к индустриализации посредством технологической модернизации и автоматизации. Экономическая эффективность современных швейных машин также оценивается на основе практических примеров и статистических данных.

Ключевые слова: швейная промышленность, современная швейная машина, автоматизация, технологическая модернизация, эффективность производства.

Abstract. This article discusses the importance of modern sewing machines in the garment industry, their impact on production efficiency, their integration with advanced technologies, and their positive impact on small businesses and large manufacturers. The article analyzes the transition from home-based to industrialization through technological modernization and automation. The economic efficiency of modern sewing machines is also assessed based on practical examples and statistical data.

Keywords: garment industry, modern sewing machine, automation, technological modernization, production efficiency.

Kirish.

ISSN 3030-3907

Tikuvchilik sanoati yengil sanoat tarmoqlarining eng muhim va keng tarqalgan yo‘nalishlaridan biridir. Ushbu soha o‘zining mahsulot turlari, texnologik jarayonlari va bandlikdagi o‘rniga ko‘ra jahon miqyosida iqtisodiy va ijtimoiy ahamiyatga egadir. So‘nggi yillarda ishlab chiqarish jarayonlarining avtomatlashtirilishi, yuqori unumli zamonaviy tikuv mashinalarining qo‘llanilishi tufayli tikuvchilik sanoatida sezilarli yuksalish kuzatilmoqda.

Tikuv mashinalarining rivojlanishi ishlab chiqarish hajmini ko‘paytirish, mahsulot sifati va dizayn darajasini oshirish, ishchi kuchi samaradorligini yaxshilashga olib kelmoqda. Ushbu maqolada zamonaviy tikuv mashinalarining tikuvchilik sanoatiga ko‘rsatgan ijobiy ta’siri chuqur tahlil qilinadi.

Tadqiqot usullari

Tadqiqot davomida quyidagi usullardan foydalanildi:

- Tahliliy-uslubiy yondashuv – zamonaviy tikuv mashinalarining texnik tavsifi, afzalliklari va funksionalligi o‘rganildi.
- Taqqoslama tahlil – an’anaviy va zamonaviy tikuv mashinalari o‘rtasida ishlab chiqarish samaradorligi va energiya sarfi bo‘yicha farqlar aniqlandi.
- Statistik ma’lumotlar tahlili – O‘zbekiston tikuvchilik sanoatidagi so‘nggi yillardagi ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari ko‘rib chiqildi.
- Soha tahlili – ilg‘or tikuv korxonalarining texnik quvvati va ishlab chiqarish hajmlari asosida zamonaviy texnologiyalarning tatbiqi baholandi.

Adabiyotlar tahlili. Zamonaviy tikuvchilik sohasida texnologik yangiliklar sanoatning samaradorligi va mahsulot sifatini oshirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Ilmiy adabiyotlarda bu jarayon tikuv mashinalari bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, mashinalarning funksional imkoniyatlari, avtomatlashtirish va kompyuterlashtirish orqali ishlab chiqarish tezligi va sifatining oshishi ta’kidlanadi. Misol uchun, Buxoro davlat texnika universiteti mutaxassislari tomonidan tayyorlangan maqolada zamonaviy tikuv mashinalarining funksional imkoniyatlari, smart matolar va sun’iy intellekt tizimlarining qo‘llanilishi tahlil qilingan. Bu maqola innovatsion texnologiyalar orqali to‘qimachilik va tikuvchilik sanoatida yuqori sifat, avtomatlashtirilgan boshqaruv va raqobatbardoshlikni oshirish imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Tikuv mashinalarini avtomatlashtirish sanoat jarayonlarini tezlashtiradi va inson mehnatiga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi. Raqamli boshqaruv tizimlari bilan jihozlangan dastgohlar tez-tez real vaqt rejimida parametrlarni moslashtira oladi va nosozliklarni aniqlash orqali ishlab chiqarishni sifatli va barqaror holatda saqlaydi. Ixtisoslashtirilgan tikuv mashinalari turli tikuv operatsiyalarini bajarishga mo‘ljallangan bo‘lib, ishlab chiqarish jarayonida inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytiradi va materialni yanada samarali ishlatadi. Masalan, overlok, zanjir chok, ploskoshov, tugma qadash va kashta tikish mashinalari turli vazifalarga moslashtirilgan holda ishlab chiqarish samaradorligini

ISSN 3030-3907

oshiradi. Bu mashinalarning texnologik imkoniyatlari ishlab chiqarilayotgan mahsulotga bo‘lgan talab va sifat standartlariga mos keladigan yuqori darajadagi mahsulotni ishlab chiqishni ta’minlaydi.

Tikuvchilik sohasidagi zamonaviy texnologiyalarni o‘rganishga qaratilgan adabiyotlarda nafaqat ishlab chiqarish jarayoni, balki kasb-hunar ta’limi ham tahlil qilinadi. Kasb-hunar maktablarida kompyuterlashtirilgan tikish mashinalari, 3D modellashtirish va boshqa ilg‘or tizimlar o‘quvchilarning kasbiy malakasini oshirishda muhim deb topilgan. Bu turdagi yondashuvlar tegishli mutaxassislarning zamonaviy sanoat talablariga tayyor bo‘lishiga yordam beradi va ularni bozor sharoitida raqobatbardosh qiladi. Bugungi adabiyotlarda zamonaviy tikuv mashinalari – bu nafaqat uskunalar, balki sanoatni raqamli transformatsiya qiluvchi vositalar deb qaraladi. Ularning roli:

- ishlab chiqarish jarayonini samarali boshqarish;
- inson omiliga ehtiyojni kamaytirish;
- mahsulot sifati va takroriyligini oshirish;
- texnologik innovatsiyalarni tatbiq etish orqali sohani raqobatbardosh qilishdir.

Adabiyotlar shuni ko‘rsatadiki, kelajakda tikuvchilik sanoati yanada intellektual tizimlar, avtomatlashtirilgan robotlar, sun’iy intellekt modellariga ega uskunalar orqali rivojlanadi, bu esa ishlab chiqarishda yangi bosqichni ochadi. Zamonaviy tikuv mashinalari nafaqat ishlab chiqarish jarayonlari mechanizmini takomillashtiradi, balki:

- ✔ Tikuvchilik sanoatining raqobatbardoshligini oshiradi.
- ✔ Texnologik innovatsiyalarni tatbiq etadi.
- ✔ Ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi.
- ✔ Kadrlarni tayyorlash va malaka oshirish jarayonini qo‘llab-quvvatlaydi.

Bu tahlil mavzu bo‘yicha ilmiy adabiyotlarning umumiy tendensiyasini aks ettiradi va zamonaviy tikuv mashinalarining sanoat rivojiga qo‘shayotgan hissasini yoritadi.

Natijalar

3.1. Ishlab chiqarish samaradorligi ortdi.

Zamonaviy tikuv mashinalari yordamida soatiga 1200–5000 tikuv bajarish mumkin, bu esa an’anaviy mashinalarga nisbatan 3–5 barobar yuqoridir. O‘zbekiston yengil sanoatida 2020-yildan 2024-yilgacha avtomatlashtirilgan mashinalarning ulushi 22% dan 61% ga oshgan.

3.2. Mehnat unumdorligi va sifat.

Ishchi bir necha funksiyani bajaruvchi mashinalar yordamida turli tikuv turlarini bajaradi. Mahsulotlarning sifatsizlik darajasi 8,3% dan 3,1% gacha kamaygani kuzatilmoqda.

3.3. Elektr energiyasi va xarajatlar tejalishi.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy mashinalar energiya samaradorligi bo‘yicha ancha tejamkor. 1 ta avtomatik mashina 3–4 ta mashina o‘rnini bosa oladi.

3.4. Ish o‘rinlari va kasb-hunar markazlari bilan integratsiya.

Ko‘plab tikuvchilik sexlari kasb-hunar markazlari bilan hamkorlikda ishchi kuchini o‘qitmoqda.

Tadqiqot muhokamasi. Tikuv sanoatida zamonaviy tikuv mashinalarining joriy etilishi soha rivojiga kuchli turtki bo‘ldi. Bu texnologiyalar inson mehnatini yengillashtirish, sifatni oshirish va xalqaro bozorda raqobatbardoshlikni ta’minlashda muhim vositaga aylandi. Shuningdek, zamonaviy mashinalar yordamida innovatsion mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyati ham kengaymoqda.

Ammo bu o‘zgarishlar bilan bir qatorda muammolar ham mavjud: texnik mutaxassislar yetishmasligi, mahalliy ehtiyot qismlar bazasining zaifligi va yuqori dastlabki investitsion xarajatlar kichik tadbirkorlar uchun to‘siq bo‘lib qolmoqda.

Mazkur tadqiqotda tikuvchilik sanoatini rivojlantirishda zamonaviy tikuv mashinalarining tutgan o‘rni o‘rganildi va tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan tikuv mashinalari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, mahsulot sifatini yaxshilash va mehnat unumdorligini ko‘tarishda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot natijalari mavjud ilmiy adabiyotlar bilan taqqoslanganda, avtomatlashtirilgan va kompyuterlashtirilgan tikuv mashinalarining ishlab chiqarish jarayonlariga ijobiy ta’siri borligi tasdiqlandi. Xususan, dasturiy boshqaruvga ega tikuv mashinalari chok sifatining barqarorligini ta’minlab, inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi. Bu holat ilgari olib borilgan tadqiqotlarda qayd etilgan xulosalar bilan mos keladi.

Shuningdek, tadqiqot davomida ixtisoslashtirilgan tikuv mashinalaridan (overlok, zanjir chok, avtomatik tugma qadash va kashta tikish mashinalari) foydalanish ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishi aniqlandi. Bunday mashinalar ishlab chiqarish vaqtini qisqartiradi va mahsulot tannarxini kamaytirishga xizmat qiladi. Natijada korxonalarning bozor raqobatbardoshligi oshadi. Tadqiqot natijalari shuni ham ko‘rsatdiki, raqamlashtirish va sun’iy intellekt elementlariga ega tikuv mashinalaridan foydalanish kelajakda tikuvchilik sanoatining barqaror rivojlanishini ta’minlaydi. Biroq, yuqori texnologiyali uskunalarning dastlabki investitsiya xarajatlari kichik va o‘rta korxonalar uchun muayyan qiyinchiliklar tug‘dirishi mumkin.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari zamonaviy tikuv mashinalarining tikuvchilik sanoatida texnologik yangilanish, ishlab chiqarish samaradorligi va mahsulot sifati oshishiga bevosita ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi. Ushbu natijalar kelgusida sanoatni modernizatsiya qilish va innovatsion texnologiyalarni keng

ISSN 3030-3907

joriy etish bo‘yicha strategiyalar ishlab chiqishda ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Xulosa. Zamonaviy tikuv mashinalari tikuvchilik sanoatining innovatsion rivojida asosiy vositaga aylangan. Ular orqali:

- Ishlab chiqarish hajmi va sifati oshdi.
- Mehnat unumdorligi ko‘paydi.
- Energiya va xarajatlar tejalmoqda.
- Kasb-hunar tizimi va sanoat ko‘priklari mustahkamlanmoqda.

Kelgusida bu yo‘nalishda texnik tayyorgarlik, innovatsion tadqiqotlar va qo‘llab-quvvatlash dasturlarini kuchaytirish lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Q.Olimov. Tikuvchilik korxonalari jihozlari va uskunalari, Darslik.-T.: “G‘afur G‘ulom nomidagi nashriyot-matbaa ijodiy uyi”, 2008 y.-256 b.
2. Q.Olimov. Tikuvchilik korxonalari va uskunalari (Amaliy mashg‘ulot): O‘quv qo‘llanma.-T.: “Mehnat”, 2003 y.-96 b.
3. Q.Olimov, R.X.Nurboyev, G.K.Soatova, I.M.Raxmonov. Tikuvchilik buyumlarini ishlab chiqarish jihozlari, Darslik.-T.: “Fan”, 2018 y.-308 b.
4. Samarxodjayev X.X.. Tikuv korxonalari uskunalari. O‘quv qo‘llanma.-T.: «O‘zbekiston», 2001. Y.-127 b
5. “O‘zto‘qimachiliksanoat” uyushmasi tahlil hisobotlari.
6. Innovations in Garment Manufacturing Technologies, Elsevier, 2021.
7. Brother Group – Industrial Sewing Machines – Technical Overview.
8. Azizov A. “Yengil sanoatda avtomatlashtirish texnologiyalari”, Toshkent, 2023.

ISSN 3030-3907

MINERAL TUZLARNING YIG‘ILISHIGA QARSHI INGIBITORLARNI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI VA «SUMONO-EKSTRA–M» QO‘LLANISHI.

Berdiarova Gavkhar Ulugbek qizi
Qarshi davlat texnika universiteti magistr
Cho‘liyev Jamshid Ro‘ziboyevich
Qarshi davlat texnika universiteti PhD
E-mail: jamshid.chuliyev@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada «SUMONO-ekstra–M» korroziya ingibitori ishlab chiqarish texnologiyasi va uning texnik talablari tahlil qilingan. Boshlang‘ich xomashyo sifatida karbamid (mochevina), monoetanolaminning vakuumli chiqindisi va gossipol smolasi qo‘llaniladi. Karbamid oq kristall modda bo‘lib, suv va spirtda erishi bilan ajralib turadi, monoetanolamin chiqindisi suv va monoetanolamin aralashmasidan iborat, gossipol smolasi esa qora qat’iy massa xususiyatiga ega. Ishlab chiqarish jarayoni bir texnologik tarmoqda amalga oshiriladi. Gossipol smolasi B1 bunkerda 50–60 °C gacha isitiladi, keyin R5 reaktorga monoetanolamin chiqindisi va karbamidning 40% suvdagi eritmasi qo‘shiladi. Aralashma 90–100 °C da bir xil massa hosil bo‘lgunga qadar qo‘zg‘altiriladi. Agar fazalar ajralsa, aralashtirish davom ettiriladi, kerak bo‘lsa erituvchi qo‘shiladi. Tayyor mahsulot E6 idishda saqlanadi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, belgilangan texnologiya va parametrlar «SUMONO-ekstra–M» ingibitorini barqaror sifatda olish va mineral tuzlarning yig‘ilishini kamaytirishda samaralidir.

Kalit so‘zlar: SUMONO-ekstra–M, korroziya ingibitori, ishlab chiqarish texnologiyasi, karbamid (mochevina), monoetanolaminning vakuumli chiqindisi, gossipol smolasi, reactor, texnologik jarayon, eritma, mineral tuzlarning to‘planishi, aralashtirish, tayyor mahsulot saqlash, kimyoviy xom-ashyo.

Аннотация. В статье проанализирована технология производства ингибитора коррозии «SUMONO-ekstra–M» и его технические требования. В качестве исходного сырья используются карбамид (мочевина), вакуумные отходы моноэтаноламина и смола госсипола. Карбамид представляет собой белое кристаллическое вещество, растворимое в воде и спирте; отходы моноэтаноламина состоят из воды и смеси моноэтаноламина; смола госсипола имеет вид твердой черной массы. Производственный процесс осуществляется в одной технологической линии. Смола госсипола в бункере Б1 нагревается до 50–60 °C, затем в реактор Р5 добавляются отходы моноэтаноламина и 40%-й раствор карбамида в воде. Смесь перемешивается при 90–100 °C до получения однородной массы. В случае расслоения фаз перемешивание продолжается, при необходимости добавляется

ISSN 3030-3907

растворитель. Готовый продукт хранится в ёмкости Е6. Результаты исследований показывают, что установленная технология и параметры позволяют стабильно получать ингибитор «SUMONO-ekstra–M» и эффективно снижать накопление минеральных солей.

Ключевые слова: SUMONO-ekstra–M, коррозионный ингибитор, технология производства, карбамид (мочевина), вакуумные отходы моноэтаноламина, смола госсипола, реактор, технологический процесс, раствор, отложение минеральных солей, перемешивание, хранение готового продукта, химическое сырьё.

Abstract. The article analyzes the production technology and technical requirements of the corrosion inhibitor «SUMONO-ekstra–M». The primary raw materials used are urea, vacuum residues of monoethanolamine, and gossypol resin. Urea is a white crystalline substance, soluble in water and alcohol; monoethanolamine residues consist of water and a monoethanolamine mixture; gossypol resin is a solid black mass. The production process is carried out on a single technological line. Gossypol resin in bunker B1 is heated to 50–60 °C, then monoethanolamine residues and a 40% aqueous solution of urea are added to reactor R5. The mixture is stirred at 90–100 °C until a homogeneous mass is formed. If phase separation occurs, mixing continues, and a solvent is added if necessary. The finished product is stored in container E6. The research results show that the specified technology and parameters allow stable production of the «SUMONO-ekstra–M» inhibitor and effectively reduce mineral salt deposition.

Keywords: SUMONO-ekstra–M, corrosion inhibitor, production technology, urea (carbamide), vacuum residues of monoethanolamine, gossypol resin, reactor, technological process, solution, mineral salt deposition, mixing, storage of finished product, chemical raw materials.

Kirish.

Korroziya, ya'ni materiallarning atrof-muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy reaksiyalar orqali yomonlashishi, sanoat sohalarida juda keng tarqalgan va muhim muammolardan biridir. Bu jarayon asosan metallar va boshqa qurilish materiallarining uzun muddat davomida zararlanib, o‘zining mexanik va kimyoviy xususiyatlarini yo‘qotishiga olib keladi. Korroziya jarayoni nafaqat materiallarning chidamliligini kamaytiradi, balki texnologik uskunalarning ishdan chiqishiga, energiya va resurslarning isrof bo‘lishiga, hatto atrof-muhitning ifloslanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli, korroziyaning oldini olish va uni sekinlashtirish uchun samarali usullarni ishlab chiqish, sanoatning barqaror ishlashini ta'minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Bu muammoni hal qilishda eng samarali usullardan biri - korroziya ingibitorlarini qo‘llashdir. Ingibitorlar - bu kimyoviy moddalar bo‘lib, ular metallar

ISSN 3030-3907

va boshqa materiallarning korroziya jarayoniga to‘sqinlik qiladi, uning tezligini sekinlashtiradi yoki umuman to‘xtatadi. «SUMONO-ekstra-M» ingibitori - aynan shu maqsadga xizmat qiladigan mahsulotlardan biri bo‘lib, uning ishlab chiqarish texnologiyasi va samaradorligi sanoat sohasida keng qo‘llanish imkoniyatini yaratadi. Ushbu ingibitor, o‘zining yuqori samaradorligi, ishga solishdagi osonligi va barqaror natijalar bilan ajralib turadi.

Mazkur maqolada, «SUMONO-ekstra-M» korroziya ingibitorini ishlab chiqarish texnologiyasi, xom-ashyo va ishlab chiqarish jarayonlarining texnik jihatlari keng yoritiladi. Ushbu mahsulotni yaratishda ishlatiladigan asosiy kimyoviy komponentlar - mochevina (karbamid), monoetanolaminning vakuumli chiqindisi va gossypol smolasi haqida batafsil ma'lumot beriladi. Shuningdek, ishlab chiqarish jarayonining bosqichlari, ya'ni gossypol smolasini reaktorga kiritish, monoetanolamin va karbamidning suvli eritmalarini qo‘shish, aralashmaning kerakli haroratda tayyorlanishi kabi jarayonlar tahlil qilinadi.

Tadqiqotda shuningdek, «SUMONO-ekstra-M» ingibitorining sifatini ta'minlash va samaradorligini oshirish uchun kerakli texnologik parametrlar, aralashtirish va erituvchi qo‘shish jarayonlarini to‘g‘ri boshqarishning muhimligi ko‘rsatilgan. Bularning barchasi mahsulotning sifatini yuqori darajada saqlash va korroziyaga qarshi samaradorligini oshirishga yordam beradi. Shu bilan birga, mahsulotning mineral tuzlar yig‘ilishini kamaytirish, uning uzoq muddatli saqlanishini ta'minlashda katta ahamiyatga ega.

Texnologiyaning samaradorligi va barqarorligi, ishlatiladigan xom-ashyoning sifatiga va ularning to‘g‘ri nisbatan qo‘llanilishiga bevosita bog‘liq. Tadqiqotlar natijasida aniqlanganidek, mochevina, monoetanolaminning vakuumli chiqindisi va gossypol smolasi kabi xom-ashyo tarkibiy qismlarining o‘zaro kombinatsiyasi, korroziya ingibitorining yuqori samaradorligini ta'minlaydi. Ushbu xom-ashyo komponentlarining sifatini va ishlab chiqarish jarayonining aniqligini nazorat qilish orqali, texnologik jarayonlarning muvaffaqiyatli amalga oshirilishi mumkin.

«SUMONO-ekstra-M» korroziya ingibitorini ishlab chiqarish texnologiyasi nafaqat samarali, balki barqaror va sanoat sharoitida keng qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan jarayon sifatida ajralib turadi. Ushbu ingibitorni ishlab chiqarish va uni amaliyotga tatbiq etish, metall materiallarining korroziyaga qarshi himoyasini kuchaytirish, sanoat uskunalarining muddatini uzaytirish va iqtisodiy jihatdan samarali yechimlar taqdim etadi.

Asosiy qism. «SUMONO-ekstra–M» korroziya ingibitorini ishlab chiqarish texnologiyasi, unga qo‘yiladigan texnik talablar hamda mineral tuzlar cho‘kishini kamaytirishga qaratilgan ingibitorlar olish jarayoni ushbu bo‘limda batafsil yoritiladi. Mazkur texnologiya mavjud sanoat sharoitlarida qo‘llash imkoniyatiga

ISSN 3030-3907

ega bo‘lib, xom-ashyoning samarali ishlatilishi va tayyor mahsulot sifatining barqarorligi bilan ajralib turadi [1–4].

Boshlang‘ich xom-ashyo va materiallarning tavsifi:

«SUMONO-ekstra–M» ingibitorini ishlab chiqarishda bir nechta asosiy kimyoviy komponentlardan foydalaniladi. Ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari texnologik jarayonning samarali olib borilishida muhim rol o‘ynaydi.

Mochevina (karbamid) oq rangli, hidsiz kristall modda bo‘lib, kimyo sanoatida keng qo‘llaniladi. Uning molekulyar massasi 60,06 u.b. ni tashkil etadi, zichligi 20 °C haroratda 1,335 g/sm³ ga teng. Karbamid 132,7 °C da eriydi va suvda yuqori darajada eruvchan bo‘lib, 100 ml suvda 108 g gacha eriydi. Bundan tashqari, u spirt va metanol muhitida ham yaxshi erish xususiyatiga ega [1–3]. Ushbu xususiyatlar karbamidni ingibitor tarkibida faol komponent sifatida ishlatish imkonini beradi.

Monoetanolaminning vakuumli chiqindisi qora rangli suyuqlik bo‘lib, monoetanolamin ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan mahsulotlar aralashmasidan iborat. Uning tarkibida suv miqdori taxminan 30% ni, monoetanolamin esa 10–30% ni tashkil etadi [2–3]. Ushbu chiqindi mahsulotni qayta ishlash orqali iqtisodiy samaradorlikka erishiladi va ishlab chiqarish tannarxi pasayadi.

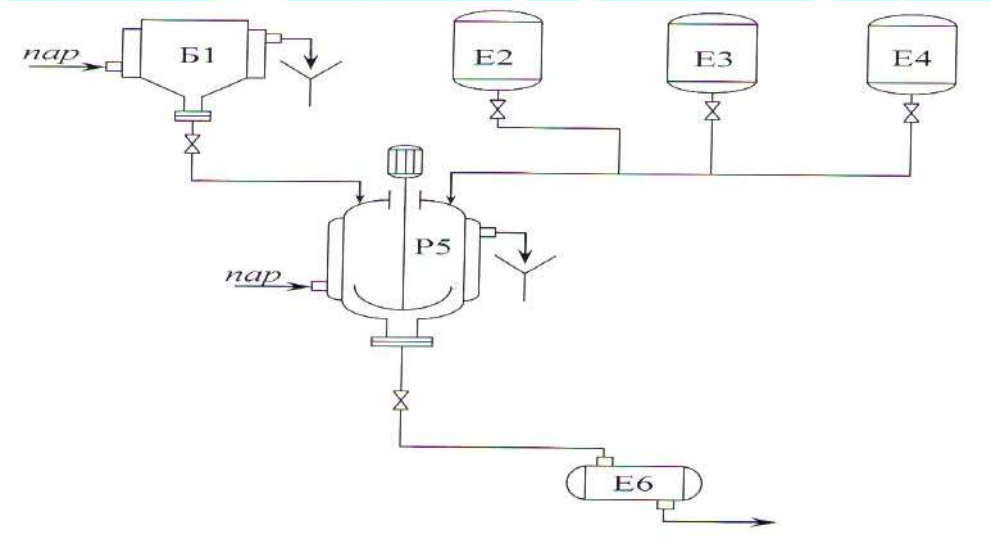
Gossypol smolasi qora rangli qattiq massa bo‘lib, organik xususiyatlarga ega modda hisoblanadi. U ingibitor tarkibida kompleks hosil qiluvchi va himoyalovchi komponent sifatida muhim ahamiyatga ega [2].

Ishlab chiqarish texnologik jarayoni: «SUMONO-ekstra–M» korroziya ingibitorini ishlab chiqarish yagona texnologik liniyada amalga oshiriladi va bir-biri bilan uzviy bog‘langan bosqichlardan iborat [1–4]. Jarayon mexanik aralashtirgich va qizdirish tizimi bilan jihozlangan R5 reaktorda olib boriladi. Dastlab, B1 bunkerdan gossypol smolasi reaktorga uzatiladi. Gossypol smolasining quyuqligini kamaytirish va reaktorga uzatishni osonlashtirish maqsadida B1 bunkeri 50–60 °C gacha qizdiriladi. Shundan so‘ng, E2 va E3 idishlardan belgilangan miqdorda monoetanolaminning vakuumli chiqindisi hamda karbamidning 40% li suvdagi eritmasi reaktorga kiritiladi.

Reaktordagi aralashma 90–100 °C haroratda uzluksiz aralashtiriladi. Aralashtirish jarayoni bir xil, gomogen massa hosil bo‘lguncha davom ettiriladi. Agar olingan nazorat namunalarida fazalar ajralishi kuzatilsa, texnologik jarayon talablariga muvofiq aralashtirish davom ettiriladi. Aralashmaning qovushqoqligi me’yoridan yuqori bo‘lsa yoki suyuqligi yetarli darajada bo‘lmasa, jarayonga erituvchi qo‘shish orqali reologik xususiyatlar tartibga keltiriladi.

ISSN 3030-3907

Texnologik jarayon yakunlangach, tayyor «SUMONO-ekstra–M» ingibitori E6 idishga uzatiladi va belgilangan sharoitlarda saqlanadi [3,4]. Ushbu bosqichda mahsulotning bir xilligi, barqarorligi va ekspluatatsion xususiyatlari ta’minlanadi.



1-Rasm. «SUMONO-ekstra–M»ingibitori ishlab chiqarishning prinsipial sxemasi.

Б1-gossipol smolasi uchun idish; E2, E3, E4- monoetanolaminning vakuumli haydash qoldig‘i; karbamidning 40% li suvdagi eritmasi va erituvchi (nefras); P5 - reaktor; E6 –tayyor maxsulot uchun idish.

Tadqiqot natijalari. Ushbu ishda «SUMONO-ekstra–M» korroziya ingibitorini ishlab chiqarish texnologiyasi, ishlatiladigan xomashyo va mahsulotning saqlash shartlari tahlil qilindi [1-4]. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki:

1. Belgilangan texnologik jarayon va parametrlar yordamida barqaror sifatli mahsulot olish mumkin.
2. Karbamid, monoetanolamin vakuumli chiqindisi va gossypol smolasi xom-ashyo sifatida samarali ishlatiladi.
3. Tayyor mahsulotning mineral tuzlar yig‘ilishini kamaytirish qobiliyati korroziyaga qarshi samaradorligini oshiradi.
4. Aralashtirish va erituvchi qo‘shish jarayonlarining to‘g‘ri boshqarilishi mahsulotning sifatini va birxillik darajasini ta’minlaydi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, ishlab chiqilgan texnologiya yordamida yuqori sifatli va barqaror xossalarga ega korroziya ingibitorini olish mumkin. Xom-ashyo sifatida ikkilamchi resurslardan foydalanish iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, shuningdek, tayyor mahsulotning mineral tuzlar cho‘kishini kamaytirish xususiyati uning korroziyaga qarshi samaradorligini sezilarli darajada yaxshilaydi. Texnologik parametrlarning to‘g‘ri tanlanishi va jarayonlarning qat’iy nazorati esa mahsulot sifatining yuqori darajada bo‘lishini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Natijada, ishlab chiqilgan texnologiya korroziyaga qarshi ingibitorlarni sanoat sharoitida samarali va barqaror ishlab chiqarish imkonini beradi [1-4].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Abdullayev, M., & Karimov, S. (2020). *Korroziya va uning oldini olish texnologiyalari*. Toshkent: Ilmiy nashrlar.
2. Rustamov, A. (2018). *Korroziyaga qarshi ingibitorlar: nazariya va amaliyot*. Toshkent: Kimyo sanoati nashriyoti.
3. Sultonov, B., & Nazarov, T. (2019). *Industrial kimyo: xomashyo va mahsulotlar*. Toshkent: O‘zbekiston Davlat Universiteti nashriyoti.
4. Khakimov, R. (2017). *Korroziya jarayonlarini monitoring qilish va oldini olish*. Toshkent: Ilm-fan.

ISSN 3030-3907

XALQ TABOBATIDA O‘SIMLIKLARDAN FOYDALANISHNING ILMIY ASOSLARI

Nasirova Shohida Erkinovna

JDPU Tibbiyot fakulteti Klinik oldi fanlar kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada xalq tabobatida o‘simliklardan foydalanishning ilmiy asoslari, ularning kimyoviy tarkibi, farmakologik ta’siri va shifobaxsh xususiyatlari yoritiladi. Tadqiqotda an’anaviy retseptlar zamonaviy ilmiy yondashuvlar bilan solishtirilib, dorivor o‘simliklarning inson salomatligini tiklashdagi o‘rni ilmiy asosda tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: Xalq tabobati, dorivor o‘simliklar, fitoterapiya, shifo, farmakologiya, kimyoviy tarkib, bioaktiv moddalar, an’anaviy davolash, terapiya, sog‘liq.

Annotation: This article explores the scientific foundations of using medicinal plants in traditional medicine, highlighting their chemical composition, pharmacological effects, and healing properties. The study compares traditional recipes with modern scientific approaches and provides an evidence-based analysis of the role of medicinal plants in restoring human health.

Keywords: Traditional medicine, medicinal plants, phytotherapy, healing, pharmacology, chemical composition, bioactive compounds, traditional treatment, therapy, health.

Аннотация: В данной статье рассматриваются научные основы использования лекарственных растений в народной медицине, их химический состав, фармакологическое действие и целебные свойства. В исследовании традиционные рецепты сопоставляются с современными научными подходами, а роль лекарственных растений в восстановлении здоровья человека анализируется на научной основе.

Ключевые слова: Народная медицина, лекарственные растения, фитотерапия, исцеление, фармакология, химический состав, биоактивные вещества, традиционное лечение, терапия, здоровье.

Kirish

Xalq tabobati insoniyat tarixining eng qadimiy tibbiy tajribalaridan biridir. U ming yillar davomida tabiat bilan uyg‘unlikda rivojlanib kelgan bo‘lib, ayniqsa dorivor o‘simliklardan foydalanish xalq tabobatining asosiy qismini tashkil etadi [1]. O‘simliklar shifobaxsh xususiyati haqida qadimgi shumer yozuvlarida, Xitoyning “Shennun ben tsao” asarlarida, Hindistonning “Ayurveda” manbalarida hamda Markaziy Osiyo tabobat maktablarida keng ma’lumotlar berilgan [2]. Ibn Sino, Abu Rayhon Beruniy, Hakim Termiziy kabi allomalar o‘simliklarning davo kuchi, ularning inson organizmiga ta’siri va kimyoviy xususiyatlari haqida chuqur ilmiy izohlar qoldirganlar [3-6]. Bugungi kunda fitoterapiya deb ataladigan

ISSN 3030-3907

yo‘nalish aslida xalq tabobatining ilmiylashtirilgan shakli bo‘lib, zamonaviy tibbiyotda o‘simlik asosidagi dori vositalari keng qo‘llanmoqda.

METODOLOGIYA

O‘simliklarning shifobaxsh xususiyatini ilmiy asoslash jarayoni bir necha bosqichni o‘z ichiga oladi. Avvalo o‘simlikning kimyoviy tarkibi o‘rganiladi, chunki har bir o‘simlik o‘ziga xos alkaloid, flavonoid, glikozid, efir moyi, organik kislotalar va vitaminlarni o‘z ichiga oladi. Ushbu moddalar o‘simlikning terapevtik ta’sirini belgilaydi [7-10]. Masalan, limon, piyoz va sarimsoq tarkibidagi yuqori miqdordagi fitonsidlar mikroblarga qarshi samarali ta’sir ko‘rsatadi. Shuningdek, zira va dolchin tarkibidagi efir moylari hazm jarayonlarini yaxshilaydi, oregano va yalpizning mentolga boy tarkibi esa tinchlantiruvchi xususiyatga ega.Xalq tabobatidagi o‘simliklardan foydalanish ko‘plab kasalliklarni tabiiy yo‘l bilan yengishga yordam beradi. Respublikamiz hududida uchraydigan 450 dan ortiq dorivor o‘simliklar turli kasalliklar uchun qo‘llaniladi. Misol uchun, qizilmiya ildizi o‘pka kasalliklarida, momaqaymoq jigar faoliyatini yaxshilashda, dazmol bargi yallig‘lanishni kamaytirishda, moychechak tinchlantiruvchi sifatida keng qo‘llanadi. Odamlar asrlar davomida kuzatuv, tajriba va amaliyot orqali ushbu o‘simliklarning foydasini aniqlab, ularni davolash maqsadida qo‘llab kelganlar.Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar o‘simliklarda mavjud bioaktiv moddalar organizmdagi fiziologik jarayonlarga bevosita ta’sir qilishini tasdiqlaydi. Masalan, flavonoidlar antioksidant ta’sirga ega bo‘lib, hujayralarni erkin radikallar ta’siridan himoya qiladi [11-13]. Tanindar esa yallig‘lanishga qarshi samarali moddalardir. Alkaloidlar asab tizimi faoliyatiga ta’sir qilishi bilan ajralib turadi. Shu bois, o‘simliklardan foydalanganda ularning ilmiy o‘rganilgan xususiyatlariga asoslanish muhimdir.Xalq tabobatining ilmiy asoslangan yo‘nalishlaridan biri bu fitoterapiya bo‘lib, u o‘simliklarni aniq dozada, ma’lum usulda va ma’lum muddat davomida qo‘llashga asoslanadi. Fitoterapiya umumiy tabobatda ham, profilaktik maqsadlarda ham keng qo‘llaniladi. Masalan, na’matak mevasi tarkibidagi yuqori miqdordagi vitamin C immun tizimini mustahkamlashda foydali. Qora choyga qo‘shilgan limon organizmning oksidlanish jarayonlarini barqarorlashtiradi. Zanjabil esa sovuq tegishiga qarshi juda samarali vosita hisoblanadi [14,15].

NATIJA VA MUHOKAMA

O‘simliklarning shifobaxsh moddalarini ajratib olish jarayoni ham ilmiy asosga ega. Masalan, efir moylari distillatsiya yo‘li bilan, flavonoid va glikozidlar ekstraksion usul bilan ajratiladi. Bu jarayonlar xalq tabobatida qo‘llaniladigan damlama, qaynatma, surtma va sharbatlar tayyorlash usullariga o‘xshash, ammo aniq ilmiy nazorat ostida amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Efir moylari

Shuningdek, zamonaviy farmatsevtik sanoatda o‘simliklardan tabletkalar, kapsulalar, siroplar, tinkturalar tayyorlanadi.

Xalq tabobati va ilmiy tibbiyotning uyg‘unlashuvi ko‘plab kasalliklarni davolashda yanada samarali natijalar beradi. Masalan, bronxit, gastrit, uyqusizlik, bosh og‘rig‘i kabi kasalliklarda o‘simlik preparatlari ko‘pincha sintetik dorilarga nisbatan engil va tabiiy ta’sir ko‘rsatadi. Ammo har bir o‘simlikni to‘g‘ri qo‘llash uchun ilmiy asosni bilish zarur. O‘simliklarning ba’zilarida kuchli ta’sirga ega moddalarning mavjudligi ularni nazoratsiz qo‘llashni xavfli qiladi. Masalan, belladonna, mingdevona kabi o‘simliklarning tarkibidagi atropin va boshqa alkaloidlar yuqori dozada zaharli bo‘lishi mumkin.



2-rasm. Mingdevona o‘simligi

Shuning uchun xalq tabobati retseptlari bilan ishlashda ehtiyotkorlik talab qilinadi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Belladonna o‘simligi

Dorivor o‘simliklarning inson organizmiga ko‘rsatadigan ta’siri nafaqat ularning tarkibiga, balki qo‘llash usuliga ham bog‘liq. Masalan, moychechak choy sifatida qabul qilinganda yengil tinchlantiruvchi va yallig‘lanishga qarshi ta’sir ko‘rsatadi, damlama holida esa oshqozon faoliyatini yaxshilaydi. O‘tli vannalar bo‘lsa, teri orqali moddalar so‘rilishi natijasida mushaklar bo‘shashadi, qon aylanishi yaxshilanadi.

O‘zbek xalq tabobatida o‘simliklarning turli qismlari — ildiz, poya, barg, gul, meva va po‘stloq — alohida farmakologik ahamiyatga ega. Misol uchun, gulsapsar gullari tinchlantiruvchi bo‘lsa, uning ildizi qonni tozalash xususiyatiga ega. Shuningdek, qora sedana urug‘i immun tizimini mustahkamlovchi va mikroblarga qarshi ta’sir ko‘rsatadi. Bu o‘simlik Qur’oni Karimda ham tilga olingan bo‘lib, “har dardga davo” deb e’lon qilingan.Markaziy Osiyo tabobat maktabi o‘simliklar bilan davolash bo‘yicha boy ilmiy merosga ega.

Ibn Sino “Tib qonunlari” asarida 800 dan ortiq o‘simlikning davo xususiyatini ilmiy asos bilan bayon qilgan. U o‘simliklarni issiq, sovuq, quruq, nam kabi tabiatlarga ajratgan va ularning inson mizojiga ta’sirini o‘z nazariyasiga asoslagan. Bugungi fitoterapiya ko‘plab jihatdan shu ilmiy merosga tayanadi.O‘simliklardan ilmiy asosda foydalanish jarayonining yana bir muhim jihati — ularni to‘g‘ri yig‘ish, quritish va saqlash qoidalariga amal qilishdir. O‘simliklar yilning ma’lum faslida, ertalab yoki kechqurun, oftob kuchli bo‘lmagan vaqtda yig‘ilsa, ularning bioaktiv moddalar miqdori yuqori bo‘ladi. Masalan, yalpiz ertalab, moychechak esa gullash bosqichida yig‘iladi. Quritish jarayoni esa soyada, shamollatiladigan xonada olib borilishi kerak.Xalq tabobatida keng tarqalgan o‘simliklardan biri bu zanjabil bo‘lib, u shamollash, yo‘tal, bo‘g‘im og‘rigi, hazm buzilishi va immunitet sustligi kabi ko‘plab holatlarda qo‘llanadi.

ISSN 3030-3907

Uning tarkibidagi gingerol va shogaol moddalar kuchli yallig‘lanishga qarshi ta’sirga ega. Limon esa vitamin C ga boyligi sababli immunitetni kuchaytiradi, yurak faoliyatini yaxshilaydi. Qora choyga limon qo‘shib ichish asrlar davomida xalq tabobatida eng ko‘p qo‘llanilgan profilaktik vosita hisoblanadi.

O‘simliklardan foydalanishning ilmiy jihatlari orasida ularning o‘zaro ta’sirini o‘rganish ham muhimdir. Ba’zi o‘simliklar bir-birining ta’sirini kuchaytirsa, boshqalari kamaytiradi. Masalan, moychechak va yalpiz birga qo‘llanganda kuchli tinchlantiruvchi effekt beradi. Ammo romashka bilan achchiq o‘simliklarni aralashtirish ba’zan oshqozon faoliyatini buzishi mumkin. Shuning uchun xalq tabobati formulasini tuzishda ilmiy yondashuv zarur.

Zamonaviy tibbiyotda o‘simliklardan tayyorlangan preparatlar farmakologik sinovlardan o‘tkazilib, klinik tadqiqotlar asosida foydalanishga tavsiya qilinadi. Bu jarayon xalq tabobati merosining ilmiy asosini mustahkamlaydi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, dunyodagi dorivor vositalarning 40 foizi bevosita o‘simliklardan olinadi yoki ularning faol moddalariga asoslanadi.Xalq tabobatining ilmiy asosidagi eng muhim maqsadlardan biri bu o‘simliklar yordamida kasalliklarning oldini olishdir. Fitoterapiya orqali immun tizimini mustahkamlash, organizmni toksinlardan tozalash, ovqat hazmini yaxshilash va asab tizimini muvozanatlashtirish mumkin. Shuningdek, o‘simliklar organizmni yumshoq va tabiiy yo‘l bilan davolashga yordam beradi.

Xulosa qilib aytganda, xalq tabobatida o‘simliklardan foydalanish nafaqat tarixiy tajriba, balki ilmiy asosga ega bo‘lgan tabiat sovg‘asidir. Dorivor o‘simliklarning kimyoviy tarkibi, farmakologik xususiyatlari va terapevtik ta’siri bugungi tibbiyot tomonidan tasdiqlangan. Xalq tabobati va fitoterapiyaning zamonaviy tibbiyot bilan uyg‘unligi esa inson salomatligini saqlash va davolashda keng imkoniyatlarni yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Ibn Sino. *Tib qonunlari*.
2. Beruniy A.R. *Saydana*.
3. Ismoilov S. *Dorivor o‘simliklar farmakologiyasi*.
4. Boltaev A. *O‘simlikshunoslik asoslari*.
5. Rahmonov K. *Fitoterapiya va xalq tabobati*.
6. Xaitov O. *Tabiiy davo vositalari*.
7. WHO. *Herbal Medicine Guidelines*.
8. NCBI. *Phytochemistry and Pharmacology of Medicinal Plants*.
9. O‘zbekiston FA. *O‘simliklarning bioaktiv moddalar tarkibi*.
10. Nazarov A. *Sharq tabobati tarixi*.
11. Karimov S. *Farmakognoziya asoslari*.
12. Tursunov R. *Dorivor o‘simliklar ensiklopediyasi*.

ISSN 3030-3907

13. Xolmatova M. *Biofizika va fitokimyo asoslari*.
14. Dehkanov H. *O‘simliklarga asoslangan terapiya*.
15. WHO. *Traditional Medicine Strategy*.

ISSN 3030-3907

KALI LINUX OPERATSION TIZIM YORDAMIDA OCHIQ KODLI RAZVEDKANI AMALGA OSHIRISH USULLARINI TAHLIL QILISH

Rustamov Shamiljon Xasanovich
Axborot texnologiylari va menejment universiteti PhD p.f.f.d
E-mail: shamiljon1988@gmail.com
Norboyev Bexzod Uktam o‘g‘li
Axborot texnologiylari va menejment universiteti asistenti
E-mail: b.norboyev@atmu.uz
Boboqulov Behro‘z Muzaffar o‘g‘li
Axborot texnologiylari va menejment universiteti, magistr
E-mail: boboqulovbehruz639@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada Kali Linux operatsion tizimi yordamida ochiq kodli razvedka OSINTni amalga oshirish usullari, va ochiq kodli razvedkada qo‘llaniladigan vositalar ularning imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Kali Linux Operatsion tizimidagi vositalar uning imkoniyatlari, axborot xavfsizligidagi o‘rni amaliy misollar bilan o‘rganilib, tahlil qilinadi. Ochiq kodli razvedkani amalga oshirishda ushbu vositalarning afzalliklari, qo‘llashdagi ehtiyot choralar hamda real xavflar baholandi. Shuningdek OSINT vositalarini ishlatishda e’tibor qaratilishi lozim bo‘lgan axloqiy va huquqiy masalalarga ham alohida to‘xtalib o‘tiladi.Bundan tashqari ma’lumotlarimiz ochiqlanmasligi uchun takliflarlar va xulosalar beriladi va olingan natijalar orqali ochiq kodli razvedka texnologiyalarining amaliyotdagi ahamiyati va dolzarbligi yoritiladi.

Kalit so‘zlar: Kali Linux, OSINT,OSINT Framework, Maltego, theHarvester,Shodan,Spiderfoot,Domen,Subdomen,amass,Holehe,Whatweb,Google Dorks,Razvedka.

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы реализации разведки по открытым источникам (OSINT) с использованием операционной системы Kali Linux, а также инструменты, применяемые в открытой разведке, и их функциональные возможности. Инструменты операционной системы Kali Linux, их возможности и роль в обеспечении информационной безопасности изучаются и анализируются на основе практических примеров. Оцениваются преимущества использования данных инструментов при проведении OSINT, меры предосторожности при их применении, а также потенциальные реальные угрозы. Кроме того, особое внимание уделяется этическим и правовым вопросам, которые необходимо учитывать при использовании OSINT-инструментов. Также предлагаются рекомендации и выводы, направленные на предотвращение утечки персональных данных. На основе полученных результатов раскрывается практическая значимость и

ISSN 3030-3907

актуальность технологий разведки по открытым источникам в современных условиях.

Ключевые слова: Kali Linux, OSINT, OSINT Framework, Maltego, theHarvester, Shodan, SpiderFoot, домен, субдомен, Amass, Holehe, WhatWeb, Google Dorks, разведка.

Abstract. This article examines the methods of implementing Open Source Intelligence (OSINT) using the Kali Linux operating system, as well as the tools used in open-source intelligence and their capabilities. The tools available in the Kali Linux operating system, their functionalities, and their role in information security are studied and analyzed through practical examples. The advantages of using these tools in conducting OSINT, the necessary precautions during their application, and potential real-world risks are evaluated. In addition, special attention is given to ethical and legal issues that must be considered when using OSINT tools. Furthermore, recommendations and conclusions are provided to prevent the disclosure of sensitive information. Based on the obtained results, the practical significance and relevance of open-source intelligence technologies in real-world applications are highlighted.

Keywords: Kali Linux, OSINT, OSINT Framework, Maltego, theHarvester, Shodan, SpiderFoot, domain, subdomain, Amass, Holehe, WhatWeb, Google Dorks, intelligence.

Kirish

Bugungi kunda axborot xavfsizligini ta’minlash uchun ochiq razvedka texnologiyalarini o‘rganish va ularni amaliyotga tadbiq etish dolzarb bo‘lib bormoqda. Ayniqsa, xakerlik faoliyatlarining kuchaygani, soxta sahifalar va ma’lumot o‘g‘riligining ko‘paygani sharoitida OSINT vositalari orqali xavflarni erta aniqlash imkoniyati muhim ahamiyatga ega.Axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi nafaqat hayotning turli sohalarida yangiliklar va qulayliklar yaratmoqda, balki axborot xavfsizligiga doir yangi muammolarni ham yuzaga keltirmoqda. Hozirgi kunda tashkilotlar va alohida shaxslar faoliyatida raqamli axborot muhim o‘rin tutgani sababli, uni ishonchli himoyalash dolzarb masalaga aylangan. Xavfsizlikni ta’minlashda ochiq manbali razvedka – OSINT (Open Source Intelligence) usullaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Ochiq manbali razvedka – bu ijtimoiy tarmoqlardan, veb-saytlardan, forumlardan, ommaviy axborot vositalardan va boshqa erkin ochiq manbalardan ma’lumot to‘plash va ularni taxlil qilish orqali xavf-xatarlarni aniqlash, tahdid manbalarini baholash va qarorlar qabul qilishga asos bo‘luvchi axborotlarni jamlash jarayonidir.

Ushbu sohada keng qo‘llaniladigan Kali Linux operatsion tizimi – axborot xavfsizligining mutaxassislari uchun mo‘ljallangan va maxsus vositalar to‘plamini

ISSN 3030-3907

o‘z ichiga olgan kuchli platforma hisoblanadi. Kali Linux operatsion tizim yordamida OSINT vositalarini qo‘llash va turli manbalar orqali ma’lumot yig‘ish, foydalanuvchilarning faolligini tahlil qilish va taxdidlarni aniqlash jarayonlari soddalashtiradi.Kali Linux tizimida ochiq kodli razvedka (OSINT) vositalaridan foydalanish usullari, ularning afzalliklari, texnik imkoniyatlari, xavfsizlik jihatlari hamda real amaliyotdagi qo‘llanilishi tahlil qilinadi.

Ochiq kodli razvedka (OSINT) - bu ochiq manbalardan olingan ma’lumotlarni to‘plash, tahlil qilish va ulardan amaliy razvedka ma’lumotlari olish jarayoni. Bu soha zamonaviy kiberxavfsizlik, jurnalistika, qonuniy tergovlar va biznes razvedkasi kabi sohalarda muhim rol o‘ynaydi. OSINT ning asosiy maqsadi – ommaviy axborot vositalari, ijtimoiy tarmoqlar, davlat ro‘yxatlari va boshqa ochiq manbalardan olingan ma’lumotlarni saralab, ularni ma’lum bir masalani hal qilish yoki tahdidlarni aniqlash uchun ishlatishdir. OSINT ochiq manbalardan ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish: ijtimoiy tarmoqlar, ma’lumotlar bazalari, sun’iy yo‘ldosh tasvirlari va hatto messenjerlar. Bugungi kunda OSINT nafaqat qo‘lda qidirish, balki botlar, asboblar va skriptlar yordamida avtomatlashtirishdir.

OSINT manbalari va to‘plash usullari

OSINT manbalari olti asosiy kategoriyaga bo‘linadi:

- Ommaviy axborot vositalari – gazetalar, jurnallar, radio va televideniye;
- Internet manbalari – bloglar, forumlar, ijtimoiy tarmoqlar (Facebook, Instagram, Telegram);
- Davlat ma’lumotlari – ochiq budjetlar, sud hujjatlari, rasmiy bayonotlar;
- Ilmiy nashrlar – konferensiyalar, dissertatsiyalar, patentlar;
- Korporativ ma’lumotlar – moliyaviy hisobotlar, sanoat tahlillari
- Adabiyot – texnik hisobotlar, ishchi hujjatlar.

OSINT uchun ishlatilishi mumkin bo‘lgan ma’lumot manbalari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

Offline manbalar:

- davlat hisobotlari va hujjatlari;
- akademik tadqiqotlar va jurnallar;
- korporativ hisobotlar va konferensiya materiallari;
- an’anaviy ommaviy axborot vositalari (televideniye, radio, gazeta);

Online manbalar:

- internet qidiruv tizimlari (Google, Bing, Yandex);
- ijtimoiy tarmoqlar (Facebook, Instagram, Telegram);
- video platformalari (YouTube, Dailymotion);
- bloglar, forumlar va onlayn hamjamiyatlar.

Ochiq kodli razvedkani amalga oshirish vositalari

ISSN 3030-3907

Maltego - Maltego 2007-yilning 23-oktiyabirida ilk ishga tushirilganidan buyon butun dunyo bo‘ylab deyarli bir million tijorat va jamoat foydalanuvchilari tomonidan yuklab olingan tasdiqlangan vositadir.havolalarni tahlil qilish uchun yaxlit vositadir. Maltego real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish va ma’lumot to‘plash, shuningdek, ushbu ma’lumotni tugunga asoslangan grafikda ko‘rsatishni taklif qiladi, bu ma’lumotlar o‘rtasida naqshlar va bir nechta tartibli ulanishlarni osongina aniqlash mumkin.

Maltego quyidagi sub’ektlar o‘rtasidagi munosabatlarni aniqlash uchun ishlatilishi mumkin:

Shaxslar.

Ismlar;

Elektron pochta manzillari;

Taxalluslar

Odamlar guruhlari (ijtimoiy tarmoqlar)

Kompaniyalar.

Tashkilotlar

Veb-saytlar.

Internet infratuzilmasi, masalan:

Domenlar

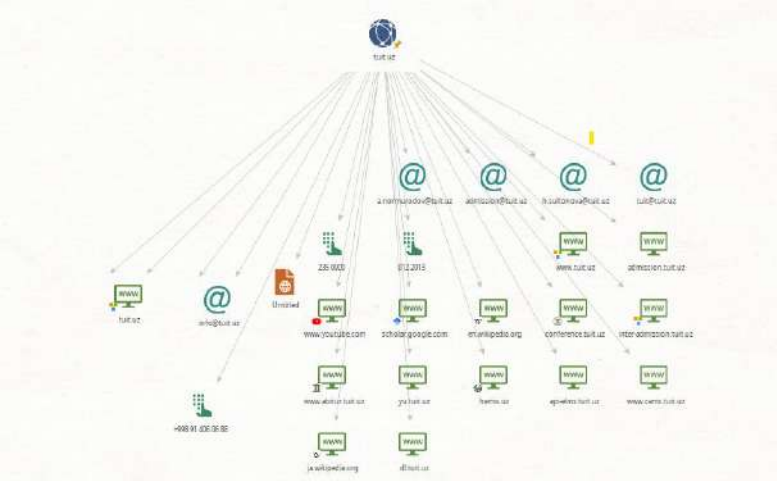
DNS nomlari

Netbloklar

IP manzillar

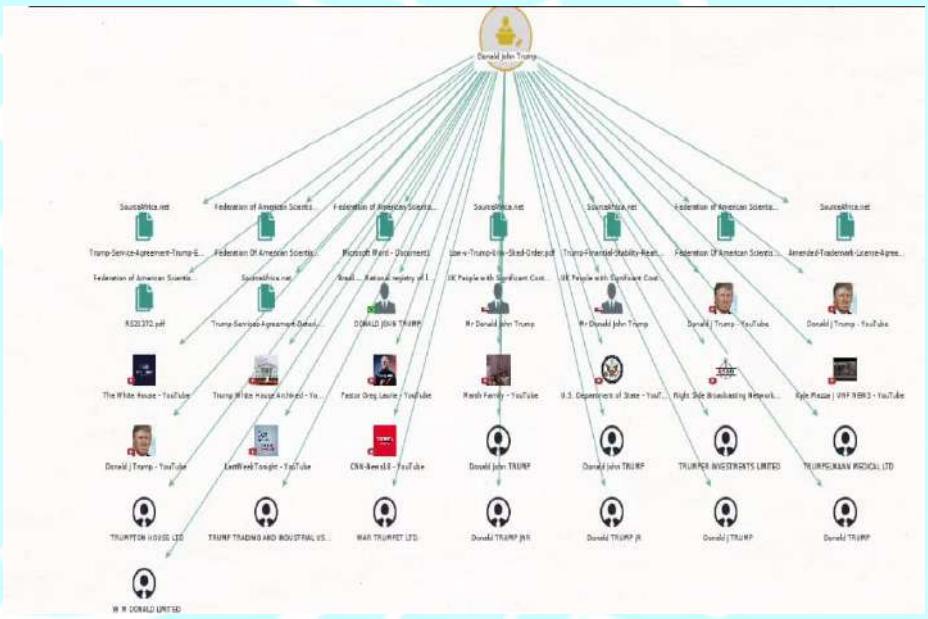
Aloqalar

Hujjatlar va faylla.



1-rasm.Maltegoda tuit.uz saytini osint qilish.

ISSN 3030-3907



2-rasm.Maltegoda shaxs haqida osint qilish.

Spiderfoot – SpiderFoot ochiq manbali razvedka (OSINT) avtomatlashtirish vositasidir. U deyarli barcha mavjud ma'lumotlar manbalari bilan integratsiyalashgan va ma'lumotlarni tahlil qilish uchun bir qator usullardan foydalanadi, bu ma'lumotlarni boshqarishni osonlashtiradi. SpiderFoot-da toza va intuitiv veb-interfeysni ta'minlash uchun o'rnatilgan veb-server mavjud, ammo undan to'liq buyruq qatori orqali ham foydalanish mumkin. U Python 3 da yozilgan va MIT litsenziyasiga ega.

Spiderfootning asosiy xususiyatlari quyidagilar:

vebga asoslangan UI yoki CLI;

200 dan ortiq modular;

python 3.7+;

csv/json/gexf eksporti;

api kalitini eksport/import qilish;

maxsus so'rovlar uchun SQLite back-end;

yuqori darajada sozlanishi;

to'liq hujjatlashtirilgan;

vizualizatsiya;

qorong'i veb-qidiruv uchun TOR integratsiyasi;

docker-ga asoslangan joylashtirishlar uchun Dockerfile;

dnstwist, Whatweb, Nmap va CMSeeK kabi boshqa vositalarni chaqirishi mumkin.

SpiderFoot hujumda (masalan, qizil jamoa mashqlari yoki penetratsion testda) maqsadingizni aniqlash uchun yoki mudofaa maqsadida Internet orqali siz yoki tashkilotingiz fosh qilgan narsalar haqida ma'lumot to'plash uchun ishlatilishi mumkin.

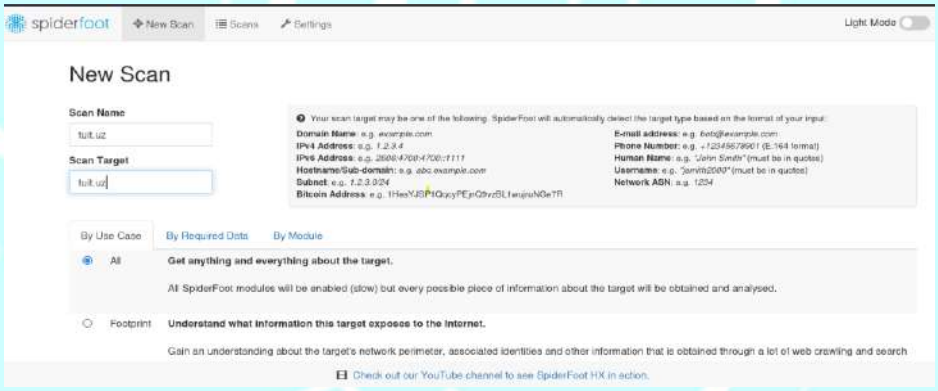
SpiderFoot skanerlashda biz quyidagi ob'ektlarni aniqlash mumkin:

– ip manzili;

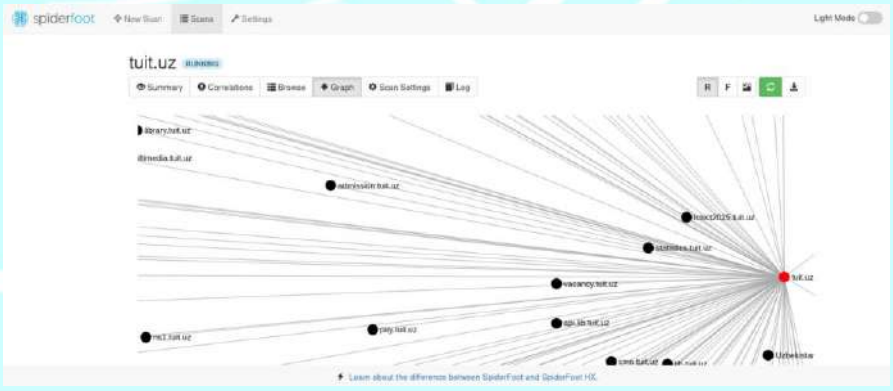
ISSN 3030-3907

– domen/sub-domen nomi;
– xost nomi;
– tarmoq quyi tarmog‘i (CIDR);
– asn;
– e-pochta manzili;
– telefon raqami;
– foydalanuvchi nomi;
– shaxsning ismi;

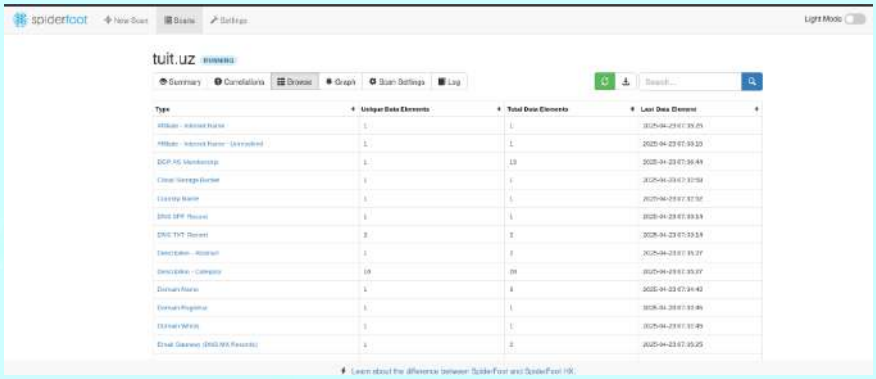
bitcoin manzili;



3-rasm.spiderfoot ishchi oynasi.



4-rasm.spiderfootda natijaning ko‘rinishi

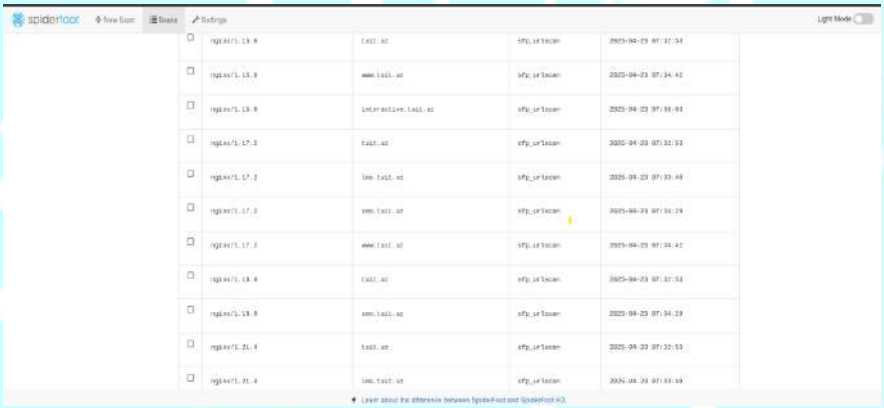


5.1-dars.spiderfootda domen haqida ma’lumot beruvchi oynasi.

ISSN 3030-3907

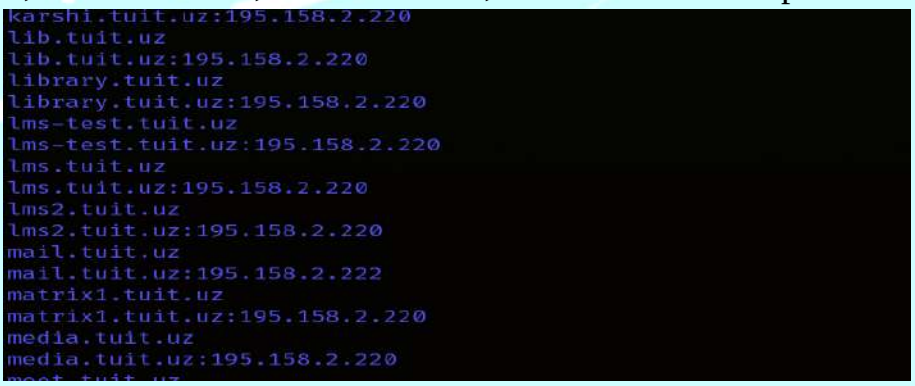


5.2-dars.spiderfootda domen haqida ma’lumot beruvchi oynasi.



6-rasm.spiderfootda server haqida ma’lumot olish

theHarvester -d domen_nomi -b all bu buyruq barcha bazasidan domenlarni emaillarni va sabdomenlarni topib beradi.Theharvestrni imkoniyatlar keng OSINT tool hisoblanadi.u bizga quyidagi imkoniyatlarni taqdim qiladi.Bular ip manzillarini,subdomenlarni,url manzillarni, email adreslarni topib beradi.



7-rasm.tuit.uz saytining subdomenlari.

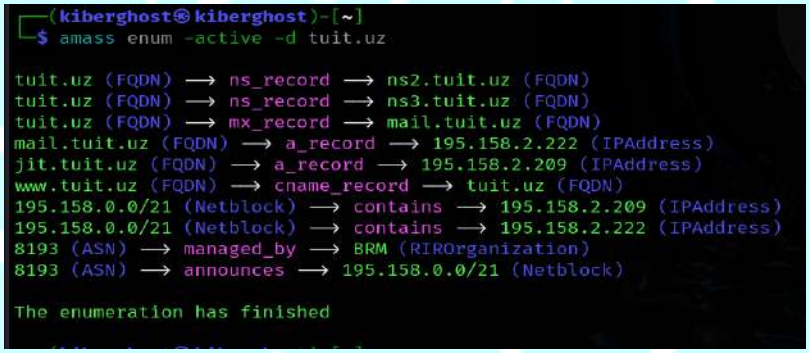


8-rasm.tuit.uz sayti orqali topilgan ip manzillar

ISSN 3030-3907

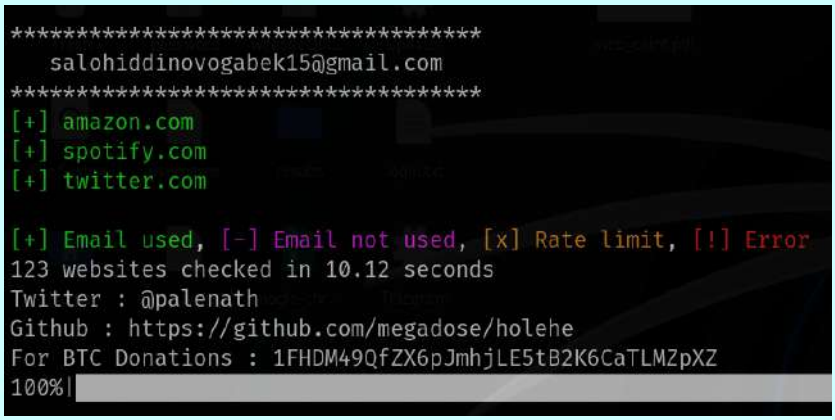


9-rasm.tuit.uz saytida topilgan urllar.



10-rasm.ammasda domenni aktiv tahlil qilish.

Holehe — bu ochiq kodli OSINT vositalaridan biri bo‘lib, u orqali foydalanuvchining email manzilga asosiangan holda turli mashhur onlayn platformalarda (masalan: Twitter, Instagram, GitHub, Netflix, Spotify va boshqa xizmatlarda) shu emailga bog‘langan akkauntlar mavjud yoki yo‘qligini aniqlash mumkin. Ushbu vosita akkauntlar mavjudligini aniqlashda tezkor va passiv razvedka usulida ishlaydi.Bir qator imkoniyatlari bor email orqali profillarni taxlil qilib beradi.OSINT uchun ancha qulay hisoblanadi.loginlar



11-rasm.holeheda email orqali topilgan natija.

Shodan qidiruv tizimi bo‘lib, foydalanuvchilarga turli filtrlar yordamida Internetga ulangan har xil turdagi serverlarni (veb-kameralar, marshrutizatorlarserverlar va boshqalar) qidirish imkonini beradi . Ba'zilar uni xizmat bannerlari uchun qidiruv tizimi sifatida ham ta'riflaydilar, bu esa server mijozga qaytarib yuboradigan metama'lumotlardir. Ushbu metama'lumotlar server

ISSN 3030-3907

dasturiy ta'minoti, xizmat qanday variantlarni qo‘llab-quvvatlashi, xush kelibsiz xabari yoki mijoz server bilan o‘zaro aloqada bo‘lishdan oldin bilishi kerak bo‘lgan boshqa narsalarni o‘z ichiga olishi mumkin.

“Google Dorks” deb nomlangan ushbu kengaytirilgan qidiruvlar xakerlarga maxsus qidiruv buyruqlari va kalit so‘zlardan foydalangan holda tizimlaringizdagi yashirin ma'lumotlarni va hatto xavfsizlikning zaif tomonlarini topishga imkon beradi. Google Dorks, shuningdek, Google xakerligi deb ataladi, aniqroq natijalarni berish uchun maxsus buyruqlardan foydalanadigan ilg‘or qidiruv usullari.

Oddiy kalit so‘zlarni kiritish o‘rniga Google Dorks qidiruvlarni qisqartirish va yashirin ma'lumotlarni topish uchun “filetype:”, “inurl:”, “intitle:” yoki “site:” kabi buyruqlarni birlashtiradi.

Bugungi kunda turli xil soxalarda Google Dorks orqali turli xavflarga duch kelishgan.Bularga misol tariqasida biz quyidagilarni keltirishimiz mumkin.

Sog‘liqni saqlashda:bemorlarning varqalari,ular haqidagi ma’lumotlar,tibbiy ko‘rikdagi ma’lumotlar.

Texnologiyada:dasturning kodi,API kalitlar,server tafsilotlari,ularning ishlash texnikalari.

Ishlab chiqarish sohasida:Mahsulotlarning loyihalari,texnik xizmat ko‘rsatish jurnallarini msol qilishimiz mumkin.

Kompaniyalar o‘zlarining xavlarini baholay olishlari va shuningdek o‘zlarining ma’lumotlarini himoya qilish choralarini ko‘rishlari kerak.

OSINT vositalari tahlili

Vosita nomi	Vazifasi	Ma’lumot oladigan bazasi	Ishlash tezligi
Maltego	Ijtimoiy tarmoq va dark web ma’lumotlarini tahlil qilish, shaxslar haqida ma’lumot yig‘ish, vizualizatsiya	Ijtimoiy tarmoqlar, dark web, turli identifikatsiya ma’lumotlari	O‘rta (vizualizatsiya sababli)
Spiderfoot	Raqamli izlarni xaritalash, IP manzillar, domen nomlari va boshqa ma’lumotlarni avtomatik tahlil qilish	IP manzillar, domen nomlari, elektron pochta manzillari,	O‘rta (keng qamrovli tahlil sababli)

ISSN 3030-3907

theHarvester	Domen va elektron pochta manbalarini ochiq manbalardan yig‘ish va tez tahlil qilish (subdomain va host ma'lumotlari).	Qidiruv tizimlari (Google, Bing), PGP keyserverlar, Shodan, DNS yozuvlari va umumiy ochiq manbalar.	Past–O‘rta (faqat ochiq manbalardan boshlab)
amass	Passiv va aktiv subdomain aniqlash, DNS enumeratsiyasi, sertifikat va tarmoq tarmoqlash.	DNS yozuvlari, Certificate Transparency (crt.sh va boshqalar.), texnologik tizimlar, web arxivlar va turli OSINT APIlari.	O‘rta (passiv + ba’zi faol harakat qilish)
Holehe	Elektron pochta manzilining turli platformalarda ro‘yxatdan o‘tganligini tekshirish	120+ sayt va ijtimoiy tarmoqlar (X, Instagram, Imgur, va boshqalar)	Juda tez (faqat e-pochta tekshirish)
Recon-ng	Ochiq manbalardan ma’lumot yig‘ish, hujum yuzasini tahlil qilish, domen ma’lumotlarini yig‘ish	Turli internet manbalar, API integratsiyalari, domeni ma’lumotlari	Tez (avtomatlashtirilgan)
shodan	Internetga ulangan qurilmalarni qidirish, zaifliklarni aniqlash	Internet qurilmalari, serverlar, xizmatlar, zaifliklar bazalari	O‘rta-tez (ma’lumotlar hajmiga bog‘liq)

Bugungi kunda ma’lumotlarimiz OSINT bazasiga aylanmasligi uchun har bir shaxs quyidagilarga amal qilishi kerak.

– Bularga ijtimoiy tarmoqlardan foydalanganda rasmlarini yuklamaslik.

ISSN 3030-3907

– Ijtimoiy tarmoqdan foydalanayotganda,anonimlik qoidalariga rioya qilishlari kerak.

– O‘qigan universiteti,yoshi ish joyi,yashash manzilini qo‘ymasliklari kerak.

– Ma’lumotlar bazasini xavfsiz parollar va maxfiy ma’lumotlar bilan himoya qilish zarur.

– Shaxsiy xavfsizlikka rioya qilish kerak.Korxona yoki tashkilotlarda xodimlarni tushuntirish ishlari olib borish kerak.

– Online xaridlarni amalga oshirayotganda ilovalarga o‘tib to‘lovlarni amalga oshirish.

– Umuman internet ishlatiladigan joylarda xodimlarni audit qilib borish kerak,pochta alohida bo‘lishi kerak,

Xulosa

Kali Linux operatsion tizimi asosida ochiq kodli razvedka OSINT usullarini tahlil qilish va amaliy qo‘llash asosiy maqsad qilib olingan bo‘lib, quyidagi natijalarga erishildi:

– ochiq manbalarga asoslangan razvedka OSINT tushunchasi, uning usullari va bosqichlari chuqur o‘rganildi;

– Kali Linuxda OSINT vositalari amaliy misollar asosida tahlil qilindi;

– domen va subdomenlarni aniqlash email orqali ro‘yxatdan o‘tilgan saytlarni topish bosqichlari amaliyotda bajarildi.

Bugungi kunda axborot xavfsizligi bilan bog‘liq tahdidlar ortib borayotgani sababli, OSINT texnologiyalaridan samarali foydalanish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Mazkur ishda ishlab chiqilgan yondashuvlar axborot tizimlarining zaifliklarini aniqlash va tahlil qilishda qo‘llanishi mumkin bo‘lib, ularning xavfsizligini mustahkamlashda muhim amaliy ahamiyatga ega ekani ilmiy asosda isbotlab berildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Wilson Bautista. Practical Cyber Intelligence: How action-based intelligence can be an effective response to incidents (Packt Publishing, 2018, 361 bet).

2. Diego Rodrigues. Kali Linux OSINT: Fundamentals and Advanced

3. Shoniyozova YQ, Turdiyeva M.A., Norboyev BU TARMOQLARNING HUJUMLARNING profilaktikasi TIZIMLARI //INNOVATSIONNYE MEXANIZMY I STRATEGICHESKIE PRIORITETY NAUCHNO. – 2020. – S. 46.

4. Shoniyozova, YQ, M.A.Turdiyeva, BU Norboyev. "TARMOQLARNI HUJUMLARNI OLDINI OLISH TIZIMLARI". INNOVATSIONNYE MEXANIZMY I STRATEGICHESKIE PRIORITETY NAUCHNO (2020): 46.

5. Shoniyozova, YQ, Turdiyeva, MA, & Norboyev, BU (2020). TARMOQLARNING HUJUMLARINI OLDINI OLISH TIZIMLARI.

ISSN 3030-3907

INNOVATSIONNYE MEXANIZMY I STRATEGICHESKIE PRIORITETI NAUCHNO , 46.

6. Kadyrov, B. K. (2022). Perspectives of problems in the study of database science in the Credit-Module System and their solutions. International Journal of Formal Education, 2(1), 16-22.

7. Kurbanov, J., Halikov, A., & Ortikov, M. (2019). Devices for magnetization and demagnization of rail lashes and their comparative analysis with existing. In Технические науки: проблемы и решения (pp. 50-53).

8. Rustamov AB RAQAMLI SANOAT STRUKTURASINI INNOVATSION RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY TAMOYILLARI // Iqtisodiyot va jamiyat. - 2024. - № 12-2 (127). - B. 757-761.

9. Rustamov, AB "RAQAMLI SANOAT STRUKTURASINI INNOVATSION RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY TAMOYILLARI." Iqtisodiyot va jamiyat 12-2 (127) (2024): 757-761.

10. Rustamov, A. B. (2024). RAQAMLI SANOAT STRUKTURASINI INNOVATSION RIVOJLANTIRISHNING NAZARIY TAMOYILLARI. Iqtisodiyot va jamiyat , (12-2 (127)), 757-761.

ISSN 3030-3907

POLIETILENPOLIAMIN ISHTIROKIDA POLIVINILXLORID ASOSIDAGI SULFOKATIONITNI MODIFIKATSIYALASHDA FIZIK-KIMYOVIY OMILLARNING ROLI.

Hasanova Nargiza Sanjar qizi
Qarshi davlat texnika universiteti magistr
Cho‘liyev Jamshid Ro‘ziboyevich
Qarshi davlat texnika universiteti PhD
E-mail: jamshid.chuliyev@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda mahalliy xomashyolar asosida plastikat polivinilxlorid, oltingugurt va aminlar ishtirokida tarkibida oltingugurt va azot tutgan poliamfolit sintezi amalga oshirildi. Sintez jarayonida dastlab plastikat PVX oltingugurt bilan modifikatsiyalanib, keyingi bosqichda polimer zanjiridagi oltingugurt oksidlovchi ishtirokida oksidlandi va sulfoguruhlar tutgan kation almashinuvchi polimer olindi. Almashinmagan xlor atomlarini asos xossali amin guruhlari bilan almashtirish maqsadida sulfokationit polietilenpoliamin oligomeri bilan modifikatsiya qilindi. Modifikatsiya jarayoniga harorat va reaksiya davomiyligi kabi omillarning ta’siri poliamfolitning statik almashinuv sig‘imi qiymatlari asosida o‘rganildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sulfokationitni polietilenpoliamin bilan aminlash uchun eng maqbul harorat 150 °C ekanligi aniqlandi. Olingan poliamfolit yuqori ionalmashinuv xususiyatlariga ega bo‘lib, funksional polimer materiallar yaratishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: polivinilxlorid, sulfokationit, poliamfolit, polietilenpoliamin, modifikatsiyalash, aminlash, statik almashinuv sig‘imi, ionalmashinuvchi polimerlar.

Аннотация. В данной работе проведён синтез полиамфолита, содержащего серу и азот, на основе местного сырья — пластифицированного поливинилхлорида, серы и аминов. На первом этапе пластифицированный ПВХ был модифицирован серой, после чего атомы серы в полимерной цепи подвергались окислению с образованием сульфогрупп, в результате чего был получен катионообменный полимер. Для замещения непрореагировавших атомов хлора в макромолекуле на аминогруппы основного характера проведена модификация сульфокатионита олигомером полиэтиленполиамина. Влияние температуры и продолжительности реакции на процесс модификации оценивали по значениям статической обменной ёмкости полученного полиамфолита. Установлено, что оптимальной температурой аминолиза является 150 °C. Полученный полиамфолит характеризуется повышенными ионообменными свойствами и представляет практический интерес для создания функциональных полимерных материалов.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: поливинилхлорид, сульфокатионит, полиамфолит, полиэтиленполиамин, модификация, аминирование, статическая обменная ёмкость, ионообменные полимеры

Abstract. In this study, a sulfur- and nitrogen-containing polyampholyte was synthesized using locally available raw materials, including plasticized polyvinyl chloride, sulfur, and amines. At the initial stage, plasticized PVC was modified with sulfur, followed by oxidation of sulfur atoms in the polymer chain to form sulfonic groups, resulting in a cation-exchange polymer. To substitute unreacted chlorine atoms in the macromolecular chain with basic amino groups, the sulfonated cation exchanger was modified with an oligomer of polyethylene polyamine. The effects of temperature and reaction time on the modification process were evaluated based on the static ion-exchange capacity of the obtained polyampholyte. The results showed that the optimal temperature for the amination reaction is 150 °C. The synthesized polyampholyte exhibits enhanced ion-exchange properties and is promising for the development of functional polymeric materials.

Keywords: polyvinyl chloride, sulfonated cation exchanger, polyampholyte, polyethylene polyamine, modification, amination, static ion-exchange capacity, ion-exchange polymers.

Kirish.

Bugungi kunda sintetik polimerlar sanoatning turli tarmoqlarida keng ko‘lamda qo‘llanilmoqda. Polimerlar orasida ion almashinuvchi materiallar gidrometallurgiyada rangli, kamyob, og‘ir va nodir metallarni ajratib olish va texnologik eritmalarni konsentrlashda, issiqlik elektrostansiyalari va kimyo ishlab chiqarish zavodlarida suvni tayyorlashda, suvni yumshatishda oqava suvlarni tozalashda ko‘p miqdorda ishlatiladi. Shuning uchun mahalliy xom ashyolardan yangi ion almashinuvchi materiallarni sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy va sorbsion xossalarini o‘rganish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Mahalliy xomashyolar plastikat polivinilxlorid(PVX), oltingugurt va aminlar ishtirokida tarkibida oltingugurt va azot tutgan poliamfolit olindi. Buning uchun dastlab plastikat PVXga oltingugurt modifikatsiyalanib[1, 1623–1628-b; 2, 611-614 b.] keyingi bosqichda polimer zanjiridagi oltingugurtni oksidlovchi ishtirokida oksidlash orqali sulfoguruxlari tutgan kation almashinuvchi polimer olingan. Olingan polimer zanjiridagi sulfoguruhlariga almashinmagan xlor atomlarini o‘rniga asos xossali aminoguruxlarini kiritish maqsadida polietilenpoliamin(PEPA) oligomerini modifikatsiyalash reaksiyalari olib borildi. Modifikatsilash jarayonlariga turli omillarning tasirini olingan poliamfolitning statik almashinuv sig‘imiga (SAS) asoslanib o‘rganish natijasida jarayonning maqbul sharoitlari topildi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari. Sulfokationitga polietilenpoliaminni modifikatsiyalash jarayoniga haroratning bog‘liqligi:

PVX asosidagi sul’fokationitni aminlash reaksiyasiga harorat ta’cirini o‘rganishda 140 ^{0}C dan 150 ^{0}C gacha bo‘lgan haroratda olingan namunaning SAS ga va massa o‘zgarishiga asoslanib modifikatsiyalash jarayonining muqobil harorati topildi. Bundapolivinilxlorid asosidagi sul’fokationit tarkibidan harorat ortishi bilan HCl ajralib chiqishi, -SO_3H guruhlari almashinmagan xlor atomlari o‘rnini amin guruhlari bog‘lanishi hisobga olindi. Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Sulfokationitni PEPA bilan modifikatsiyalab olinganpoliamfolitning SAS qiymatini reaksion muhit haroratiga bog‘liqligi.

Harorat ^{0}C	Reaksiyadavomiyligi (soat)	PEPA Konsentratsiyasi (%)	SAS mg-ekv/g HCl	SAS mg-ekv/g NaOH
100	6	80	2,05	3,75
110	6	80	2,65	3,75
120	6	80	3,15	3,70
130	6	80	3,50	3,67
140	6	80	3,78	3,62
150	6	80	4.5	3,58
160	6	80	3.85	2,15
170	6	80	1,70	0,66

Yuqoridagi 1-jadvalda ko‘rinib turibdiki, reaksion muhit harorati ortishi bilan hosil bo‘lgan poliamfolitning SAS qiymati 150 ^{0}C gacha ortgan, keyin harorat ortishi bilan poliamfolitning fizik -kimyoviy xossalari susayganligi sababli 160 ^{0}C dan boshlab polimertermik destruksiyaga uchray boshlaganligini xulosa qilish mumkin. Chunonchi yuqori harorat 170 ^{0}C da olib borilgan reaksiyasida massa kamayganligi kuzatildi. Sulfokationitni PEPA bilan aminlash reaksiyalarini 150 ^{0}C da olib borildi.

Ma’lumki, reaksiyaning davomiyligi ham tadqiq qilinadigan qayta shakllanish darajasiga ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli keyinchalik reaksiya davomiyligining sulfokationit bilan PEPAning modifikatsiyalanish darajasiga ta’siri o‘rganilgan.Reaksiya 150 ^{0}C temperaturada 2, 3, 4, 5, 6 va 8 soat vaqt davomida o‘tkazilgan. Mazkur tadqiqotlarning natijalari 2-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

2-jadval

Sulfokationitni PEPA bilan modifikatsiyalab olingan poliamfolit SAS qiymatining reaksiya davomiyligiga bog‘liqlik grafigi(S_{PEPA}=80%; T=423 K)

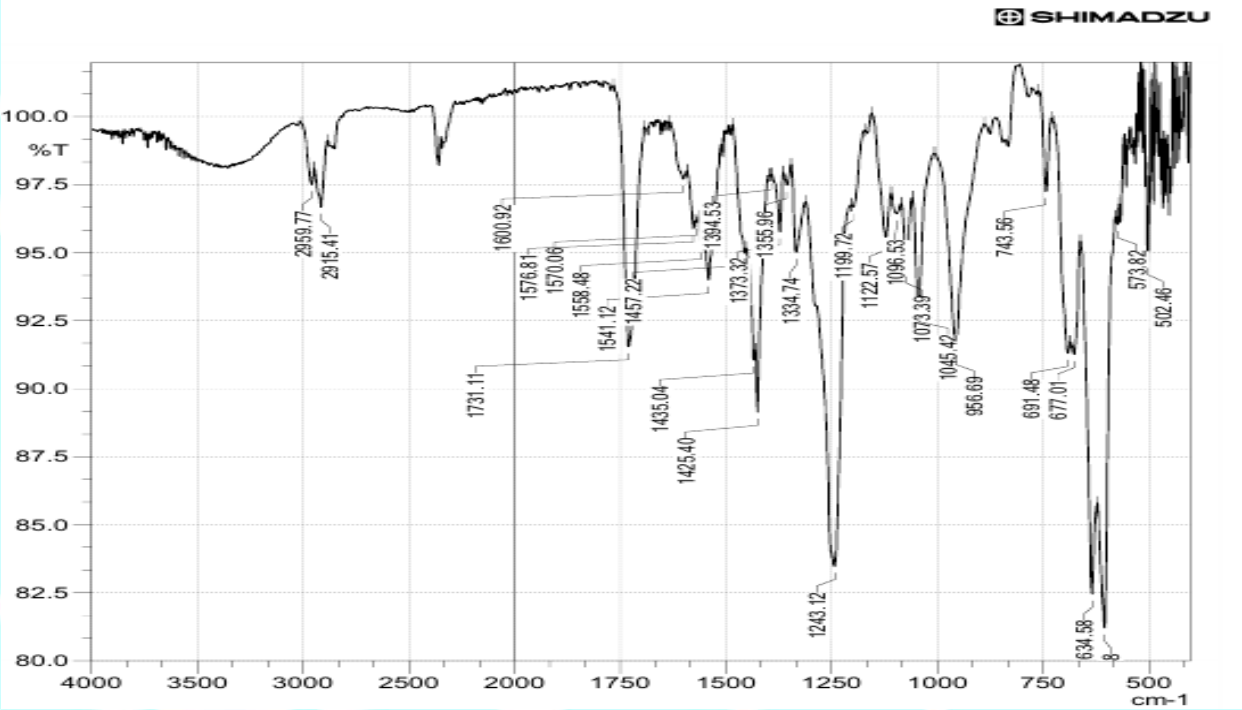
Reaksiyadavomiyligi (soat)	Harorat ^{0}C	PEPA Konsentratsiyasi (%)	SAS mg-ekv/g HCl	SAS mg-ekv/g NaOH
2	150	80	2,65	3,75
3	150	80	3,15	3,70
4	150	80	3,50	3,75
5	150	80	3,78	3,64
6	150	80	4.5	3,58
7	150	80	3.85	3,35
8	150	80	1,70	3,26

Yuqoridagi 2-jadvalda ko‘rinib turibdiki, reaksiyaning davomiyligi 5 soatgacha oshirilganda olingan mahsulotlarning statik almashinish sig‘imlari (SAS) ortadi, so‘ngra esa sezilarli darajada o‘zgarmaydi, malum vaqtdan keyin esa kamayganligini ko‘rishimiz mumkin. Shuningdek makrozanjir bilan funksional guruh o‘rtasidagi ko‘prikchaning uzunligi va tabiati olinadigan ionitlarning statik almashinish sig‘imlariga (SAS) ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Shuningdek PVX zanjiridagi funksional guruxlarning fazoviy tuzilishi va regulyarligi PEPA molekulalarining birikishiga ma’lum darajada ta’sir qiladi. Bu vaqt suyuq PEPA sulfokationit granulalari g‘ovaklariga kirib borishi va PEPAning makromolekula zanjiriga modifikatsalanishiga yetarli bo‘lganligi xulosa qilindi.

Sulfokationit va poliamfolitning identifikatsiyasi

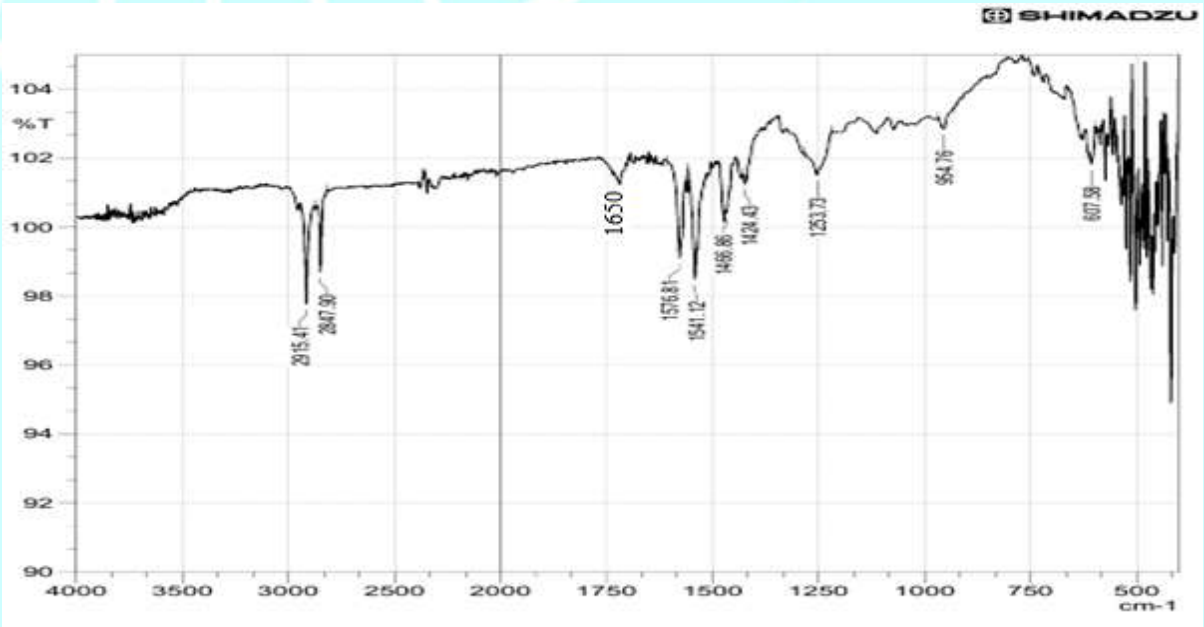
Sulfokationit va PEPA reaksiyasi maxsulotini identifikatsiyalash uchun IQ spektr tahlili o‘tkazildi. Quyidagi namunalarda IQ spektrlari taxlili keltirilgan.

ISSN 3030-3907



1- rasm.PVX ning IK spektri

Keltirilgan 1-rasmdagi malumotlardan ko‘rinadiki hosil bo‘lgan polimerlarning IK-spektrlarida 1680 sm^{-1} sohada yutilish chiziqlari kuzatildi, ushbu yutilishlar >C=C< bog‘larning valent tebranishlariga hosdir. Ushbu chiziqlarning paydo bo‘lishi vinil guruhlarining degidroxlorlanishi bilan bog‘liqdir.

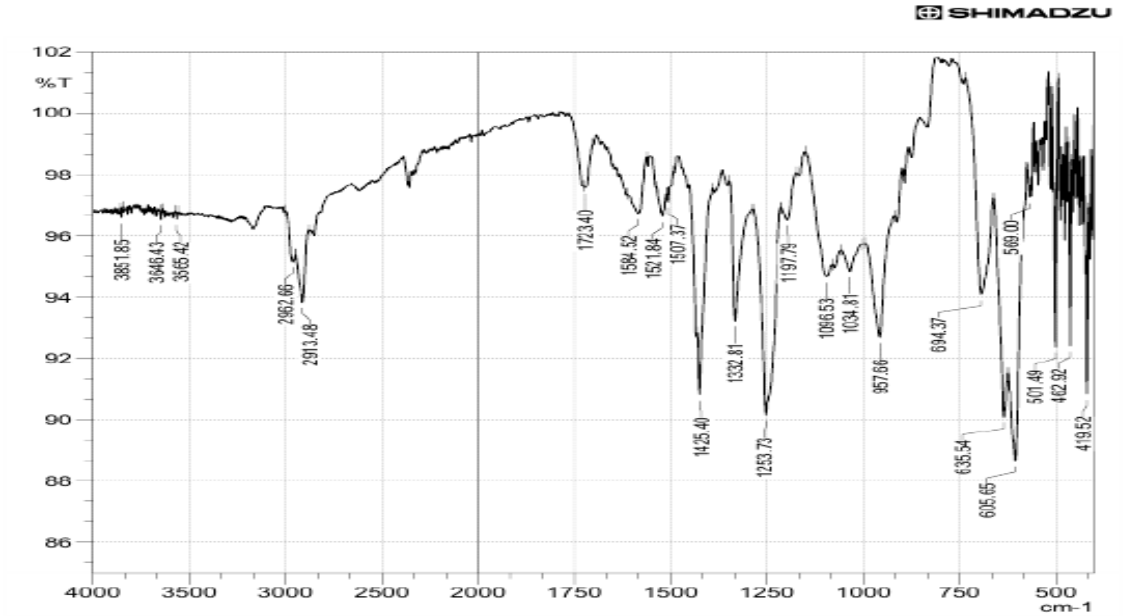


2- rasm.PVX+S ning IK spektri

2– rasmda 1100 sm^{-1} sohadagi chiziq tion guruhining (C=S) valent tebranishiga hos. Barcha o‘rganilgan namunalar uchun 1- rasmdagi 1480 sm^{-1} sohada yutilish chiziqlari kuzatilib, ular skeletli C-C, deformatsion C-H va deformatsion CH_2 tebranishlariga hosdir. Namunalarning IK-spektrlarida 1-

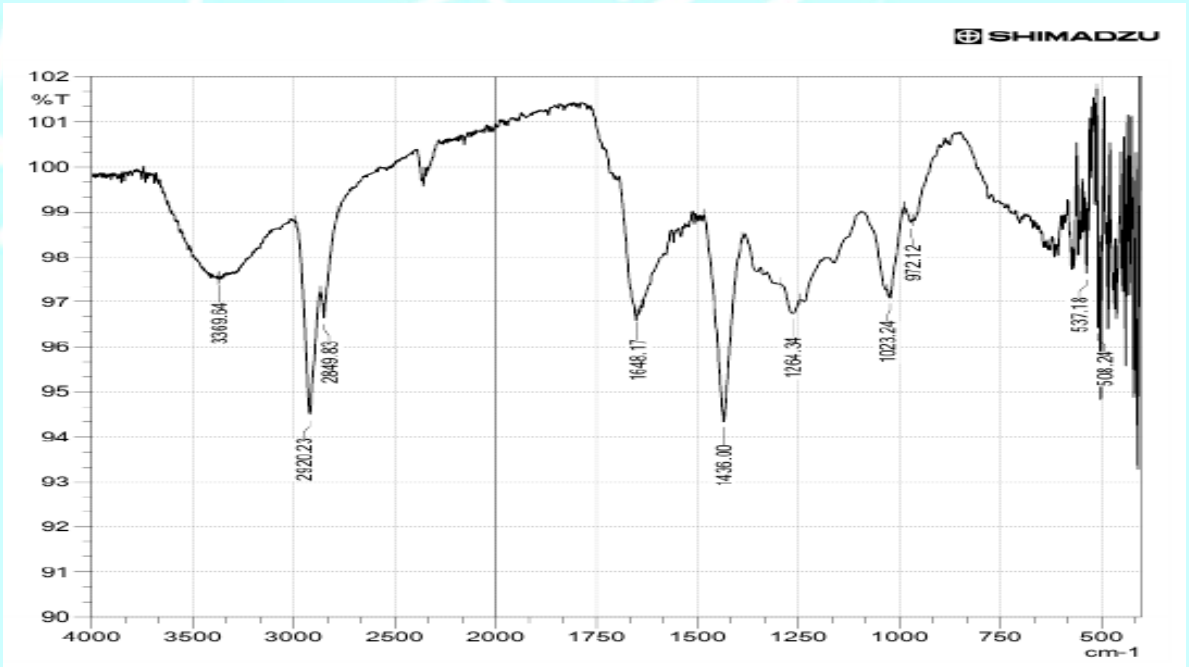
ISSN 3030-3907

rasmdagi 650 $sm^{-1}$to‘lqin uzunliklarida jadal yutilish chiziqlari aniqlanib, ular o‘z navbatida C-Cl valent tebranishlari uchun hosdir [3].



3- rasm. Sulfokationit ning IK spektri

Infraqizil-spektroskopik qiyosiy analiz tadqiqot ma’lumotlari 3 va 4-rasmlardagi 1723 sm^{-1} sohalarda kationit tarkibida bir valentli -SO_3H sulfoguruh borligini ko‘rsatadi.

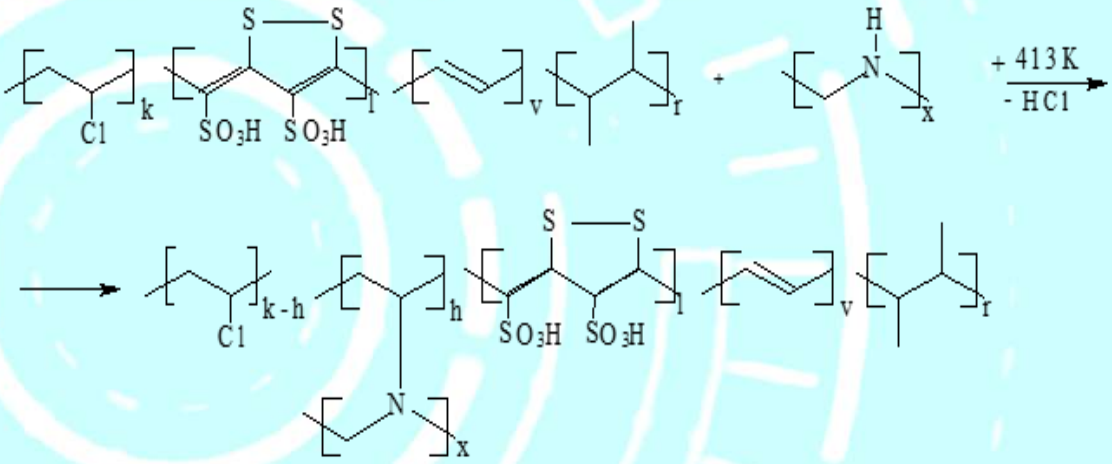


4- rasm.Poliamfolitning IK spektri

4 - rasmda esa 3288 sm^{-1} sohadagi yutilish >N-H bog‘lanishning deformatsion tebranishlarini xarakterlaydi. 1281 sm^{-1} sohada ikkilamchi va birlamchi amin tuzlarini xarakterlaydigan keng yutilish soxalarining borligi polikompleksonlarda ichki tuz formasida amino hamda sulfoguruhlarining mavjudligini ko‘rsatadi[4].

ISSN 3030-3907

Olingan IQ spektr taxlillari asosida PVX asosidagi -SO_3H guruh tutgan sulfokationitni polietilenpoliamin bilan kimyoviy reaksiya tenglamasini quyidagicha ifodalash mumkin:



Yuqoridagi reaksiyadan ko‘rinib turibdiki polimer zanjiridagi sulfoguruhlari(-SO_3H)ga almashinmagan xlor atomlarini o‘rniga asos xossali aminoguruhlari(>NH) almashinganligini ko‘rish mumkin. Bu fungsional guruxlar olingan ionitni ham kislotalik ham asoslik xossasini nomoyon qilishini ko‘rsatadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, plastikat polivinilxlorid asosida sintez qilingan sulfokationitni polietilenpoliamin bilan modifikatsiyalash orqali tarkibida oltingugurt va azot saqlovchi poliamfolit olish mumkinligi aniqlandi. Modifikatsiya jarayoniga harorat va reaksiya davomiyligi sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ko‘rsatildi. Eng yuqori statik almashinuv sig‘imi 150°S haroratda va 5–6 soat davom etgan reaksiya sharoitida kuzatildi. Yuqori haroratlarda polimerning termik destruksiyasi natijasida fizik-kimyoviy xossalarining pasayishi aniqlandi. IQ-spektroskopiya natijalari polimer zanjirida –SO_3H va amin guruhlarining mavjudligini tasdiqlab, olingan materialning ham kislotalik, ham asoslik xossalarga ega poliamfolit ekanligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Шаглаева Н.С. и др. Сульфуризация поливинилхлорида. *Журнал прикладной химии.* 2013. Т. 86, № 10. С. 1623–1628.

2. Bayandin V.V., Sultangare R.G., Prozorova, G.F.,Vaul’skaya T.I., Khutsishvili S.S. Sulfurization Polyvinyl Chloride. Russian Journal of Applied 2013, 86(4): 611-614.

3. Ахмедов, Ш., & Каримов, Т. (2018). Поливинилхлорид асосидаги ионитлар синтези ва модификацияси. *Полимерлар химияси журнали*, 45(3), 1623–1628.

5. Иброҳимов, М. (2017). Сульфокатионитларни полиэтиленполиамин билан модификациялаш технологияси. *Фан ва техника*, 12(5), 611–614.

ISSN 3030-3907

QUYOSH-BIOMASSA PIROLIZ TIZIMLARI KONFIGURATSIYASI VA ORIENTATSIYASI TAHLILI

Qodirov Jobir Ro‘zimamatovich
Buxoro davlat texnika universiteti Geliofizika, qayta tiklanuvchi energiya manbalari va elektronika kafedrasi dotsenti
E-mail: qodirov.jobir@mail.ru
Yangiboyev Fayoz G‘aybulla o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti Elektr va energetika muhandisligi kafedrasi doktoranti
E-mail: yangiboyevfayoz@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada quyosh-biomassa piroliz tizimlarining tuzilishi, issiqlik-quyosh tizimlari va reaktor orientatsiyasi tahlil qilinadi. Turli konsentratorlar va reaktor joylashuvlari piroliz samaradorligi va mahsulot hosildorligiga ta’siri ko‘rib chiqiladi. Natijalar tizimlarni optimallashtirish va energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlarini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlari. Biomassa pirolizi, quyosh-biomassa piroliz tizimlari, issiqlik-quyosh tizimlari, reaktor orientatsiyasi, reaktor konfiguratsiyasi, konsentratsiyalangan quyosh nuri, parabolik konsentratorlar, fikslangan qatlamli piroliz (fixed-bed pyrolysis).

Аннотация. В статье анализируются структура солнечно-биомассовых пиролизных систем, солнечно-тепловые системы и ориентация реакторов. Рассматривается влияние различных концентраторов и конфигураций размещения реакторов на эффективность пиролиза и выход продуктов. Полученные результаты показывают возможности оптимизации систем и повышения энергетической эффективности.

Ключевые слова: Пиролиз биомассы, солнечно-биомассовые пиролизные системы, солнечно-тепловые системы, ориентация реактора, конфигурация реактора, концентрированное солнечное излучение, параболические концентраторы, пиролиз в неподвижном слое (fixed-bed pyrolysis).

Annotation. The article analyzes the structure of solar–biomass pyrolysis systems, solar thermal systems, and reactor orientation. The effects of different concentrators and reactor configurations on pyrolysis efficiency and product yield are examined. The results demonstrate opportunities for system optimization and improvement of energy efficiency.

Keywords: Biomass pyrolysis, solar–biomass pyrolysis systems, solar thermal systems, reactor orientation, reactor configuration, concentrated solar radiation, parabolic concentrators, fixed-bed pyrolysis.

Kirish.

ISSN 3030-3907

Dunyo aholisi o‘sishda davom etmoqda, bu esa energiya iste'moli ortishini keltirib chiqaradi. Tadqiqotchilarning ta'kidlashicha, 2050-yilga kelib, dunyo aholisi 9,3 milliard kishiga yetadi [1]. Bundan kelib chiqadiki, aholi kundalik energiya talabini qondirish uchun juda ko‘p energiya resurslari talab etiladi. Quyosh va biomassani konvertatsiya qilish orqali quyosh energiyasi va bioyoqilg‘i ishlab chiqarish uchun qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanishga katta e'tibor qaratilgan. Bu ikki jarayon barqaror bo‘lib, global energiya ehtiyojlarini qondirishi mumkin. Bu jarayonlar nafaqat bioyoqilg‘i, balki biogaz, biomoy va bioko‘mir kabi boshqa mahsulotlarni ham hosil qiladi. Sharma va boshqalar esa biomassani uglerod, vodorod va kisloroddan tashkil topgan, tarkibida azot va oltingugurt elementlari ham bo‘lgan turli uglevodorod aralashmalari sifatida tavsiflagan[2]. Biomassani qayta ishlashning asosiy usullaridan biri — undagi biopolimerlarning kislorodsiz sharoitda issiqlik ta’sirida parchalanishi bo‘lib, bu jarayon piroliz deb ataladi. Umuman olganda, biomassaning tarkibiy qismlari polimerik materiallar, ekstraktiv moddalar va minerallar hisoblanadi [2],[3].

Piroliz kislorod bo‘lmagan yuqori haroratlarda sodir bo‘ladi. Shu sababli, mos keladigan haroratga erishish uchun issiqlik energiyasi kerak bo‘ladi. Ko‘pincha bu issiqlik energiyasi atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadigan issiqxona gazlarini hosil qiluvchi qazilma yoqilg‘idan foydalanib ishlab chiqariladi. Nurlanishni turli burchaklarda jamlash, reaktorlarni esa vertikal yoki gorizontal holatga joylashtirish orqali amalga oshirilgan. Ushbu tahlilning maqsadi ushbu termo-quyosh reaktor tizimlari tuzilmalari, joylashuvlarini va olingan natijalarni jamlash va tahlil qilishdir.

2. Quyosh–biomassa pirolizining salohiyati: Quyosh va biomassa tabiatga zarar yetkazmaydigan energiya hosil qiladi. Yuqori quvvatli parabola tipidagi qabul qilgich yoki konsentratorlardan foydalanish chiqindi yoqilg‘i bilan isitishga nisbatan pirolizning dastlabki haroratiga qisqa vaqt ichida (yuqori issiqlik oqimi) erishishga yordam beradi va qizdirish tezligini nazorat qilish imkonini beradi. Bundan tashqari, funksional faol guruhlarning ko‘pligi materialning reaktivligini oshiradi. Natijada smola bug‘lari g‘ovaklarda qisqaroq vaqt ushlanadi va kondensatsiya jarayoni kamayadi. Agar maqsad bioyoqilg‘i ishlab chiqarish bo‘lsa, bu holat kamchilik hisoblanadi, biroq tuproq unumdorligini oshirish uchun bioko‘mir olish ko‘zda tutilgan bo‘lsa, aksincha, bu qulaylikka aylanadi. Bundan tashqari, quyosh nurlanishining doimiy emasligi (bu quyosh tizimining tezkor javob berish qobiliyatiga ta’sir qiladi), issiqlik manbaining energiya zichligining pastligi hamda piroliz jarayonini olib borish uchun konsentratorlar yoki qo‘shimcha issiqlik manbalariga ehtiyoj mavjudligi muhim cheklovlar hisoblanadi.

3. Quyosh-biomassa pirolizida kontseptual qizdirish rejimlari

ISSN 3030-3907

Aksariyat o‘rta darajadagi quyosh konsentratorlar 100 dan 500 °C gacha bo‘lgan haroratni ishlab chiqarishi mumkin, bu esa piroliz jarayonining birlamchi va ikkilamchi reaksiyalari (400–900 °C) uchun yetarli emas, shu sababli biomassa haroratini yanada oshirish uchun qo‘shimcha issiqlik manbalaridan foydalanish zarur. Yana bir omili — quyosh nurlanishining uzluksiz bo‘lmagan tabiati, ya’ni quyosh tizimlari quyoshli va quyoshsiz davrlarning almashinib turishi bilan tavsiflanadi. Biroq quyosh yo‘q bo‘lgan yoki quyosh nurlanishi past bo‘lgan vaqtlarda, ko‘rinadigan spektr to‘lqin uzunligi (400–700 nm) va quyosh nurlanishiga o‘xshash emissiv kuchga ega sun’iy yorug‘lik simulyatorlari (tungsten lampa; ksenon yoy lampalari; karbon yoy lampalari; galogen lampalar; super lazerlar va boshqalar) qo‘llanilgan[4].

4. Quyosh qabul qilgichlari va konsentratorlar

Quyosh nurlanishidan kerakli haroratni hosil qilish uchun quyosh oqimi zichligini oshiruvchi qo‘llab-quvvatlovchi tizim talab qilinadi. Yer yuzasida gorizontal tekislikga tushuvchi o‘rtacha irradiatsiya 170 dan 300 W/m² gacha bo‘lib, bu 50 °C dan past bo‘lgan atrof-muhit haroratini yuzaga keltirishi mumkin. Optik qurilma tanlovi kerakli harorat diapazoniga bog‘liq. Mavjud konsentratsiyalovchi va konsentratsiyalovchi bo‘lmagan optikalar quyidagilardan iborat: tekis plastinali kollektorlar (konsentratsiyalovchi emas, harorat diapazoni 100 °C dan past), parabolik, oynali truba yoki parabola (100–500 °C), chiziqli oynalar (taxminan 9 kVt issiqlik quvvati), chiziqli Fresnel va markaziy parabola qabul qilgichlari (≈1000 °C) [5]. 1-rasmda turli optik konsentratsiya qurilmalari ko‘rsatilgan [6]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, odatda 300–900 °C oralig‘ida kerakli haroratga erishish uchun bir jarayonda bir nechta konsentratorlar birlashtirilishi mumkin, buni misol bilan ko‘rsatgan. Shu bilan birga, qaysi turdagi konsentratsiya qurilmasi ishlatilmasin, uni to‘g‘ri o‘rnatish biomassaning samarali issiqlik parchalanishini va suyuqlikning to‘g‘ri yig‘ilishini ta’minlash uchun juda muhimdir.

5. Termal-quyosh tizimlari va reaktorlarning joylashuvi

Quyosh energiyasida ishlovchi biomassa pirolizi jarayonidan yuqori samaradorlikka erishish uchun quyosh-termal tizimlar hamda reaktorning to‘g‘ri yo‘nalishda o‘rnatilishi muhim ahamiyatga ega. Reaktor dizayni/konfiguratsiyasi va uning joylashuvi piroliz jarayonining asosiy qismidir va butun tizimning umumiy sarmoya xarajatlarining taxminan 10–15% ini tashkil etadi. Reaktor konfiguratsiyasi suyuqlikni to‘plash usuliga ta’sir qiladi.

5.1. Tabiiy yorug‘lik manbai bilan vertikal joylashtirilgan uzluksiz qizdiriladigan reaktorlar

Ko‘plab quyosh pirolizi qurilmalarida reaktorning vertikal joylashuvi tanlangan, ehtimol suyuqlikni tortish kuchi yordamida osonroq yig‘ish/yuvib

ISSN 3030-3907

tushirish uchun. [7] Meksikada pomidor chiqindilari va agava barglarining quyosh–biomassa pirolizida vertikal joylashtirilgan sferik shakldagi borosilikat statsionar reaktorni qo‘llagan. Reaktor-termal tizimning joylashuvi 2-rasmda ko‘rsatilgan.

Geliostat qabul qilingan nurlanishni gorizontal joylashtirilgan quyosh konsentrator pechiga (25 kW, 450–1550 °C) yo‘naltiradi; bu pech reaktor tizimidan 3,68 m masofada joylashgan va konsentratsiya maydoni diametri 8 sm. Ushbu o‘rnatish konfiguratsiyasi biomassa ustiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri nurlanishni ta’minladi. Argon gazi reaktor devorlarini tozalash va reaktor ichida inert muhit yaratish uchun ishlatilgan. Dizaynning maqsadi ko‘proq bioko‘mir olish va uni turli qizish tezliklari hamda 1–2 soatlik turib qolish vaqtida fizik-kimyoviy tavsiflashdan iborat bo‘lgan.

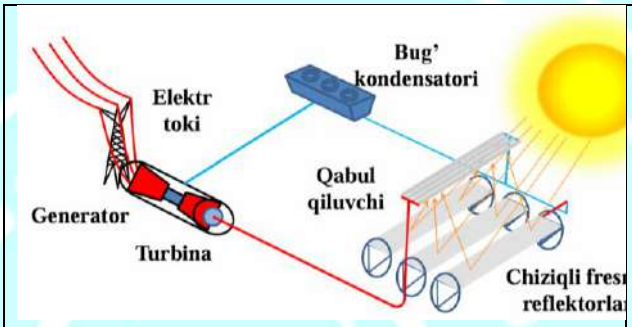
Li va boshqalar o‘rmon mahsulotlarining quyosh–biomassa pirolizi uchun vertikal joylashtirilgan Pyrex ballon reaktori (argon bilan tozalangan va kislorodsiz muhit yaratilgan) vertikal o‘qda ishlovchi quyosh pechining fokusiga o‘rnatilgan konfiguratsiyani ko‘rsatgan[8]. Quyosh nurlari parabolik ko‘zgu (diametri 2 m) va geliostat yordamida kuzatilib, to‘g‘ridan-to‘g‘ri reaktorga yo‘naltirilgan. Biomassa granulasi grafit tigel ichiga joylashtirilgan va harorat gradiyentini kamaytirish uchun grafit ko‘pikli qatlam bilan o‘ralgan. Namuna suv bilan sovutiladigan qisqich yordamida nurlanish fokusida ushlab turilgan. Issiqlik nurlanishi yo‘qotilishi yana bir grafit ko‘pigi qatlami bilan kamaytirilgan.

Joardder va boshqalar esa xurmo biomassasining gibrid quyosh–biomassa pirolizi uchun (3-rasm) vertikal joylashtirilgan po‘lat reaktorli sxemani taqdim etgan, bunda inert muhit sifatida azot gazi ishlatilgan va reaktor qisman biomassa pechi bilan qizdirilgan[9]. Termal tizim ikki baravar parabolik likopchadan iborat bo‘lib, quyosh nurlarini qabul qilib, ularni po‘lat reaktor devorlariga yo‘naltirgan va natijada reaktor harorati taxminan 162 °C ga ko‘tarilgan.

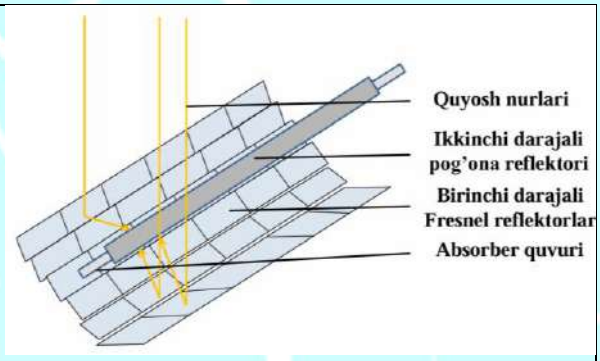
Tajriba natijasi shuni ko‘rsatdiki, 50 wt foiz suyuq moy 500 °C ish haroratida, 6 L/min gaz oqim tezligida va 120 daqiqa turib qolish vaqtida olindi va 32,4 % CO_2 ning muhitga kirib borishi oldi olinishi mumkin.

Adinberg va boshqalar biomassa pirolizining kontseptual tarzdagi bilvosita quyosh yordamida amalga oshirilishini taqdim etdi[10]. Ushbu qurilma quyosh nurlarini kiritish uchun ochilishi bo‘lgan izolyatsiyalangan gumbaz bilan qoplangan edi. Termal-quyosh tizimi minoraning yuqori qismiga o‘rnatilgan bo‘lib, konsentrlangan parabolik truba va nurni fokuslovchi gelostatdan iborat edi. Issiqlik biomassa tarkibiga quyosh konsentratori tomonidan qizdirilgan (1123 K) eritilgan tuzdan issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali uzatilgan. (1-rasm)

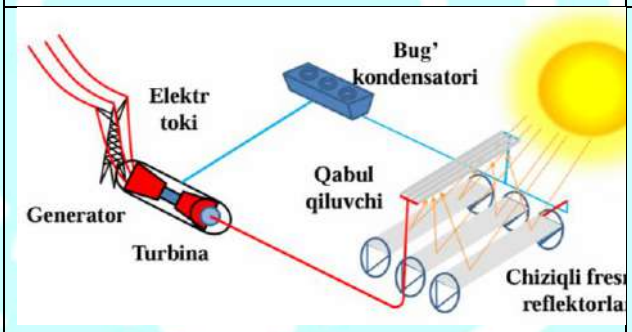
ISSN 3030-3907



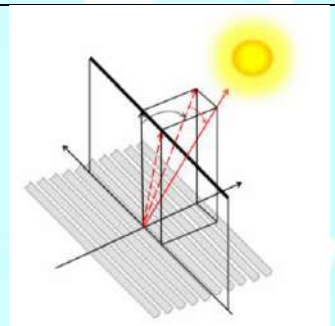
Parabolik konsentrator

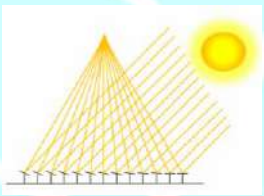


Fresnel reflektorlar



Chiziqli fresnel reflektorlar





Chiziqli kampakt Fresnel reflektorlar



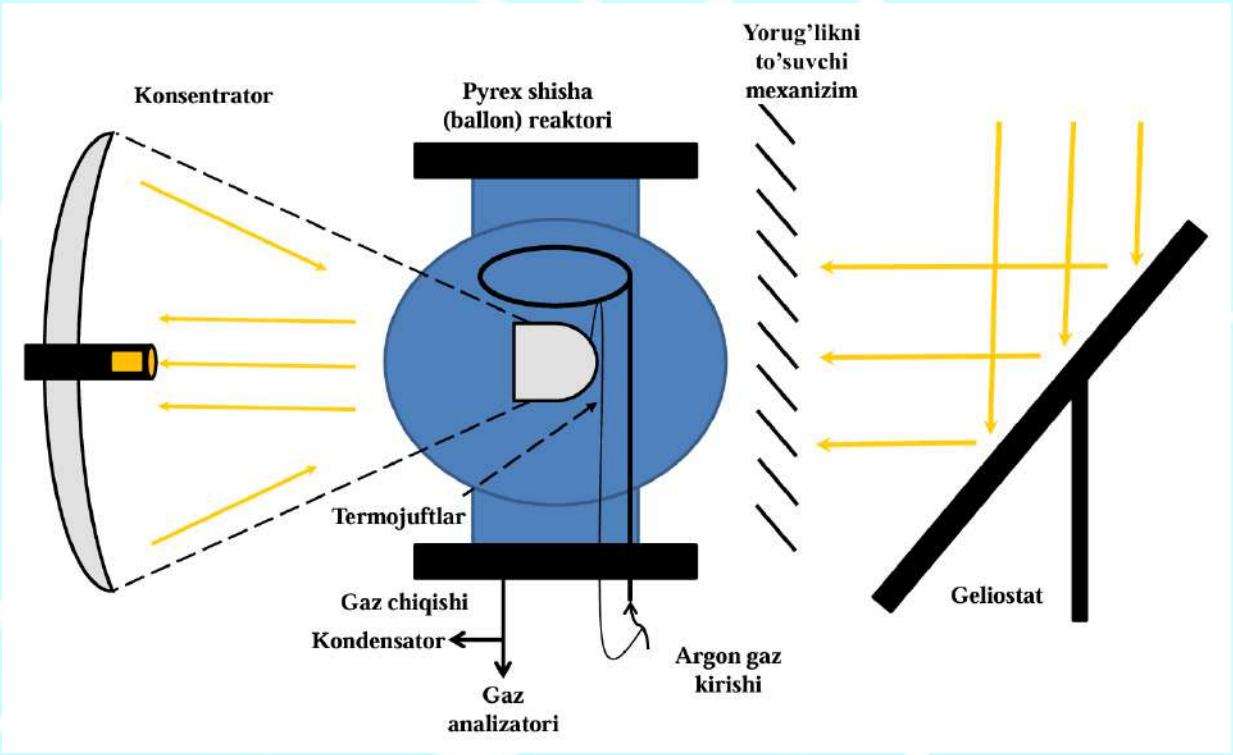
Chiziqli fresnel reflektorlar



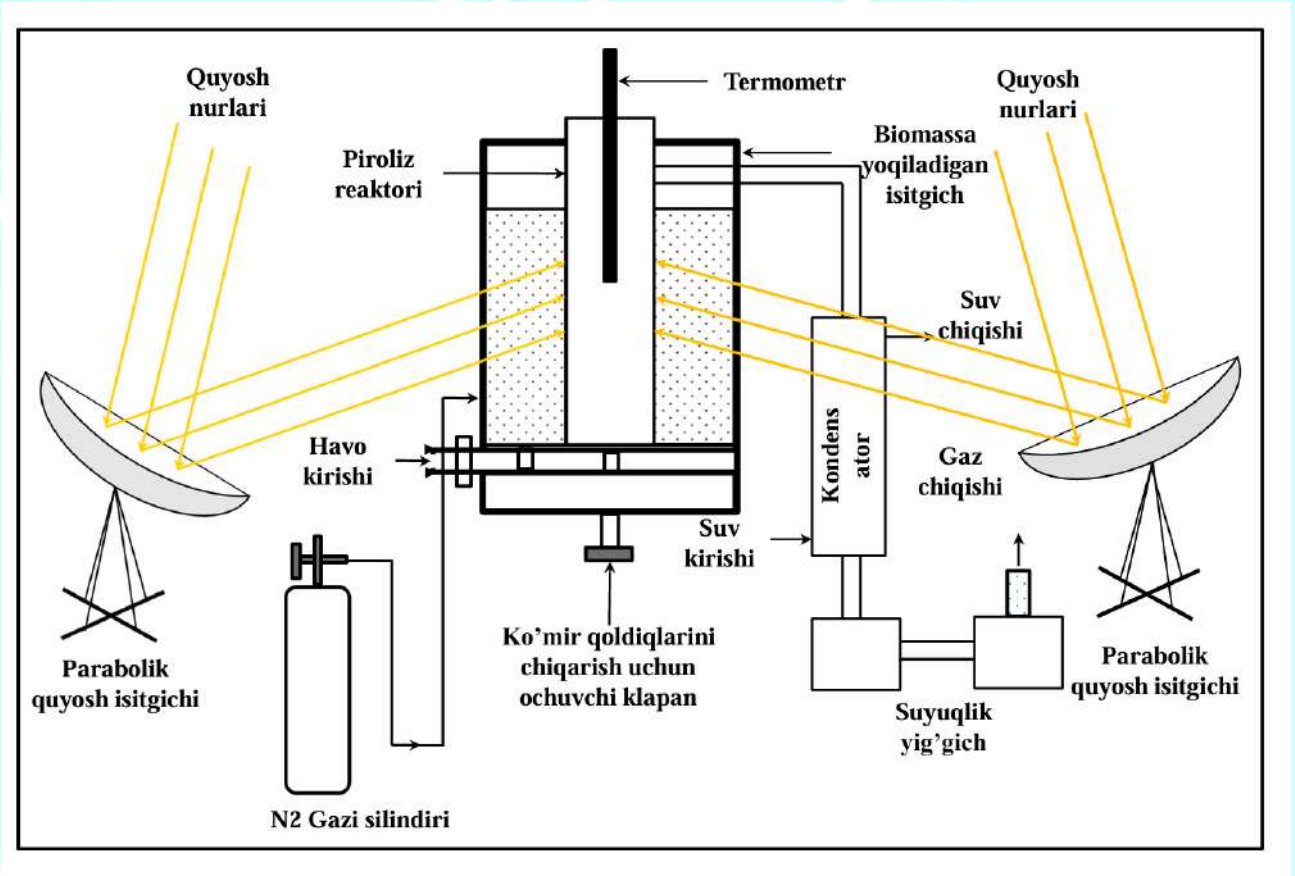
Chiziqli ko‘zgu IId

1-rasm. Turli xil optik konsentrator qurilmalari.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Quyosh energiyasidagi asosida ishlaydigan biomassa piroliz qurilmasining yo‘nalishi.



3-rasm.Quyosh energiyasidagi asosida ishlaydigan biomassa piroliz qurilmasining yo‘nalishi.

5.2. Vertikal joylashtirilgan uzluksiz qizdiriladigan reaktorlar (yorug‘lik simulyatorlari bilan)

ISSN 3030-3907

Quyosh-biomassa pirolizi turli reaktorlar va quyosh simulyatori yo‘nalishlaridan foydalanilgan holda quyosh nurlanishi simulyatorlari bilan amalga oshirilgan. Dastlabki tadqiqotchilar tabiiy quyosh nurining uzluksiz bo‘lmagan tabiatiga ko‘ra quyoshga o‘xshash sun’iy yorug‘likdan foydalanib, karbonli materiallarning quyosh yordamida parchalanishini qo‘llay boshlagan va bu usul hali ham e’tibor qozonmoqda.

Sobek va boshqalar tomonidan quyosh-biomassa pirolizi uchun vertikal joylashtirilgan qatlamli reaktor chop etilgan bo‘lib, quyosh nurlanishi ksenon yoy chirog‘i (issiqlik oqimi zichligi 2.2 MW/m²) va elliptik reflektor yordamida simulyatsiya qilingan[20]. Issiqlik o‘tkazuvchanligi yuqori bo‘lgani uchun reaktor sifatida izolyatsiyalangan mis reaktor qabul qilingan. Reaktor devorlariga yutiluvchi qoplamadan yasalgan qora jism qo‘llangan. Nurlar reaktor devorlariga to‘g‘ridan-to‘g‘ri yo‘naltirilgan va issiqlik biomassa tarkibiga issiqlik o‘tkazuvchanligi (bilvosita qizdirish) orqali uzatilgan. Ushbu qurilma chiroqning fokus masofasini va qizdirish haroratini boshqarish uchun suriluvchi tayanch bilan loyihalashtirilgan. Qurilma geometriyasi reaktordagi granulalar soni harorat gradiyenti va reaktor yuzasidagi nurlangan maydon masofasiga bog‘liq bo‘lishi tarzida ishlab chiqilgan.

Xuddi shu ksenon yoy chirog‘i chuqur idish shaklidagi parabolik konsentrator bilan birlashtirilgan holda, Rony va boshqalar tomonidan qarag‘ay qipig‘i biomassa pirolizini simulyatsiya qilish uchun modifikatsiya qilingan kino proektori (850–1050 nm to‘lqin uzunliklari) yordamida quyosh simulyatori sifatida ishlatilgan[11]. Reaktor — ikki devorli (diametri 29 mm va 58 mm) qatlamli reaktor bo‘lib (reaktor suyuqlantirilgan qatlam rejimida ham ishlashi mumkin), vertikal joylashtirilgan kvarts reaktor hisoblanadi. Silindrsimon reaktorning ichki devori quyosh simulyatori fokusida biomassani ushlab turish uchun fritsni mahkamlashga mos ravishda torayadi. Ichkarida inert atmosfera yaratish va gazni supurib chiqarish uchun azot gazi ishlatilgan. Devorga yaqin bo‘shliq issiqlik yo‘qolishlarini qoplagan. Simulyator fokus nuqtasining joylashuvini o‘zgartiruvchi moslashuvchan vint mexanizmlaridan foydalanadi. Bu masofa bilan quyosh oqimini (haroratni tartibga solish uchun kiritilayotgan quvvatni) o‘zgartiradi. Quyosh-termal tizimning bunday yo‘nalishi biomassaga to‘g‘ridan-to‘g‘ri nurlanishni ta’minlagan.

Boutin va boshqalar ham xuddi shu simulyatorni biomassaning quyoshda chaqnash pirolizida optik xossalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘lchash uchun qo‘llagan[12]. Ya’ni, ksenon chirog‘idan kelgan parallel nurlar yig‘uvchi linza orqali konsentratsiyalanib, pelletlar joylashgan integrallashgan sfera ichiga yo‘naltirilgan.

ISSN 3030-3907

Sobek va boshqalar esa chiqindi biomassaning simulyatsiyalangan quyosh yordamidagi pirolizini vertikal joylashtirilgan xira mis truba va ksenon yoy chirog‘i (1.6 kW, 2.2 MW/m² issiqlik oqimi zichligi) bilan elliptik reflektor birikmasi orqali namoyish etgan[20]. Mis materialning xira bo‘lishidan maqsad — biomassani bilvosita issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali qizdirish imkonini berishidir.

Grønli va boshqalar ham qayin, qarag‘ay va archa biomassalarining simulyatsiyalangan quyosh-biomassa pirolizini ksenon chirog‘i yordamida amalga oshirgan[13]. Piroliz qo‘ng‘iroq shaklidagi Pyrex reaktorida o‘tgan bo‘lib, uning bir tomoni nurlanishni maksimal o‘tkazuvchi eritilgan silika oynadan yasalgan. Ksenon chirog‘i biomassaga shu oyna orqali to‘g‘ridan-to‘g‘ri 5–10 daqiqa davomida yo‘naltirilgan. Oynaga yaqin joyda uchta azot gazi purkash porti mavjud bo‘lib, u tutun to‘planmasligi uchun xizmat qilgan. Gaz yuqori qismdagi chiqish portidan sovuq tuzoqqa yo‘naltirilgan. Chiroqdan hosil bo‘lgan issiqlik oqimi 80–130 kW/m² oralig‘ida bo‘lgan. Ikki xil oqim zichligida bio-ko‘mir, smola va gaz hosildorligi mos ravishda 26.2–28.7 %, 27.9–38 % va 35.9–45.2 wt% ni tashkil etgan.

Beagle ksenon lampasi (5 kW) va konsentrator bilan jihozlangan simulyatsiyalangan quyosh pirolizini yog‘och biomassasiga qo‘llagan[14]. Reaktor — vertikal joylashtirilgan, azot gazi bilan oldindan qizdirilgan kvarts trubasi. Mahsulotlarning ajralishi 4 bosqichda, mos ravishda 120, 70, 22 va 0 °C haroratdagi etilen glikol, issiq suv, xona haroratidagi suv va suv/muz vannalari yordamida amalga oshiriladi.

5.3. Gorizontal joylashtirilgan uzluksiz qizdiriladigan reaktorlar.

Adabiyotlarda gorizontal reaktor yo‘nalishini qo‘llagan tadqiqotlar juda kam uchraydi. [3] apelsin po‘sti uchun gorizontal qatlamli reaktor yo‘nalishi bilan quyosh-piroliz tizimini taqdim etgan (4-rasm). Tizim borosilikat shisha truba reaktor, markaziy hub, parabolik konsentrator (1.3 m kenglik) va bir nechta kondensatsiya trubkalaridan iborat. Markaziy tayanch uzel struktura sifatida xizmat qilgan va butun tizimni fokuslash uchun yagona o‘q bo‘ylab aylanadi. Inert muhitni ta’minlash uchun geliy gazi ishlatilgan. Tizim biomassaga to‘g‘ridan-to‘g‘ri nurlanishni ta’minlash uchun loyihalashtirilgan, shu bilan oziqlanish materiali tizimning eng issiq qismiga aylangan. Yorug‘lik reaktor ostidan kiradi, gazsimon suyuqlik esa yonidagi kondensatsiya trubkasi orqali to‘planadi. Hosil bo‘lgan gaz 200 °C lik suyuq azotga botirilgan sovutish trubkasida to‘plangan. Olingan maksimal konsentratsiyalangan quyosh darajasi 27,088 W/m² bo‘lgan, o‘rtacha oqim 12,553 W/m² ni tashkil qilgan. Apelsin po‘stidan olinadigan hosildorlik gaz, ko‘mir va moy uchun mos ravishda 1.4, 21 va 77.6 (wt. %) ni tashkil qilgan.

ISSN 3030-3907

Bashir, M va boshqa mualliflar tomonidan gorizontal qatlamli tushirilgan suyuqlantirilgan reaktor kontseptual variantini taklif qilgan. Biomassa bir uchi orqali oldindan qizdirilgan azot bilan boshqa uchi tomon harakatlantirilgan va shu bilan biomassani suyuqlantirgan. Piroliz reaktsiyasi reaktor devoriga to‘g‘ridan-to‘g‘ri fokuslangan parabolik konsentrator yordamida amalga oshirilgan. Gaz va qattiq faza konus shaklidagi oqim deflektori orqali ajratilgan, bu gazsiz qattiq moddaning joylashgan trubadan o‘tishiga imkon beradi. Ushbu ajratish texnikasi gazning turish vaqtini yaxshiroq nazorat qilish va ko‘mir va gaz hosil bo‘lgandan keyin sarf qilinadigan vaqtni cheklash imkonini beradi. Bu bio-moy hosildorligini oshirish uchun gazning termal va katalitik sinishini cheklashga xizmat qiladi.

Gorizontal holatda joylashtirilgan qatlamli reaktor (silika shisha trubasi) tomonidan tovuq chiqindilari biomassasining quyosh–biomassa pirolizi jarayonida qo‘llanilgan. Xuddi shu reaktor (5-rasm) [4] tomonidan guruch po‘stining quyosh pirolizida ishlatilgan. Biomassa truba markaziga kvarts jun yordamida joylashtirilgan. Qatlamli reaktorning bir uchi inert muhitni ta’minlash uchun azot tashuvchi gazga ulangan, boshqa uchi esa yon mahsulotlarni kuzatish uchun muz xonasiga ulangan. Quyosh nurlanishi parabolik kosa konsentratori (diametri 1.8 m) yordamida ta’minlangan bo‘lib, sirt 88% aks ettiruvchi alyuminiy polietilen tereftalat bilan qoplangan.

Grassmann sekin aylanadigan motor bilan quvvatlangan gorizontal aylanuvchi zanglamaydigan po‘lat reaktor (silindrsimon retort-kiln)ni taqdim etgan[5].

1-jadval

№	Biomassa	Reaktor/ Reaktor konfiguratsiyasi	Konsentrator	Quvvat/ Maksimal oqim zichligi	Natijalar	Manba
1	Kashtan	Shaffof pirez shisha ballon/ Vertikal pech	Pastga qaratilgan parabolic ko‘zgu	1.5kW/15,000kW/ m2	Gaz hosildorligi 62% bo‘lib, uning pastki issiqlik qiymati 10 376 ± 218 kJ/kg yog‘ochni tashkil etdi. Bu natija 1200 °C harorat, 50 °C/s qizish tezligi, 0.85 bar bosim va argon oqimi 12 NL/min sharoitlarida olingan. Biomassa energiyasini oshirish samaradorligi	[15], [17]

ISSN 3030-3907

					38–53% oralig‘ida bo‘lgan.	
2	Bug‘doy somoni	Aylanma zanglamas po‘latdan yasalgan silindrsimon pech/ Gorizontal retorta	chiziqli ko‘zgular	-/-	Quyosh yordamida olingan ko‘mirning energiya zichligi **16.9 MJ/kg** ni tashkil qiladi.	[5]
3	Pomidor chiqindisi va agave barglar	Shar shaklidagi borosilikat/ Vertikal	parabolik	25 kVt , harorat oralig‘i **450–1550 °C/-**	Kam haroratda (**900 °C dan past**) ishlab chiqarilgan biochar katta yuzaga va sig‘imga ega, yuqori haroratdagiga nisbatan.	[7]
4	Apelsin po‘sti	Borosilikat shisha truba/ Gorizontal	Kumush oynali qoplama bilan qoplangan parabolik kanal, quyosh nuri burchagiga muvofiq 5joylashtirilgan	–/27 088 W/m².	Gaz, ko‘mir va yog‘ uchun hosil bo‘lish nisbatlari mos ravishda 1.4 %**,** 21 % va 77.6 % (og‘irlik bo‘yicha).	[3]
5	O‘rik urug‘i, uzum po‘stlog‘i va uzum marcini kukuni	shaffof Pyrex ballon/ Vertikal	pastga qaratilgan parabola oynasi	**1.5 kVt /15 000 kVt/m²**	Eng yuqori gaz hosildorligi (**63.5 %**) eman talaşi (pinesawdust) dan olingan, yakuniy harorat **2000 °C** da.	[8]
6	**Xurmo daraxti**	**Po‘lat reaktor (qisman**	**ikki parabolli idish**	-/-	**50 Vt** quvvatda**, 500 °C** ish haroratida, **6 L/min** gaz oqimida va **120**	[9]

ISSN 3030-3907

		qizdirish)/ Vertikal			**daqiqa** turish vaqtida suyuq yog‘ uchun olingan foiz. Shuningdek, **32.4 % CO_2** kamayishi (yoki chiqishi kamaytirildi).	
7	-	Zanglamas po‘latdan tayyorlangan tarelka (idish)/ **Yassi**	**parabolik kanal oynasi**	-/-	-	[18]
8	**Quruq biomassa**	Shar yoki silindrsimon rezervuar, ichida eritilgan tuz, atrofida 22 ta silindrsimon trubalar bilan o‘ralgan/ Vertikal	**murakkab parabolik konsentrator**	3000kW /-	-	[10]
9	Guruch somoni	**Silindrsimon silika shisha truba/** Gorizontal	**parabolik tarelka konsentratori**	-/-	-	[4]

2-jadval

№	**Biomassa**	**Reaktor/ Reaktor konfiguratsiyasi**	**Konsentrator**	**Quvvat va maksimal oqim zichligi/ Yorug‘lik manbai**	**Natijalar**	**Manba**
1	**Kraft qog‘oz.**	**Pastki qismi toraytirilgan**	**Parabolik oynalar va 24 ta yassi**	150W, 200W/cm2/**5**	**Sirop hosildorligi 63 %.**	[19]

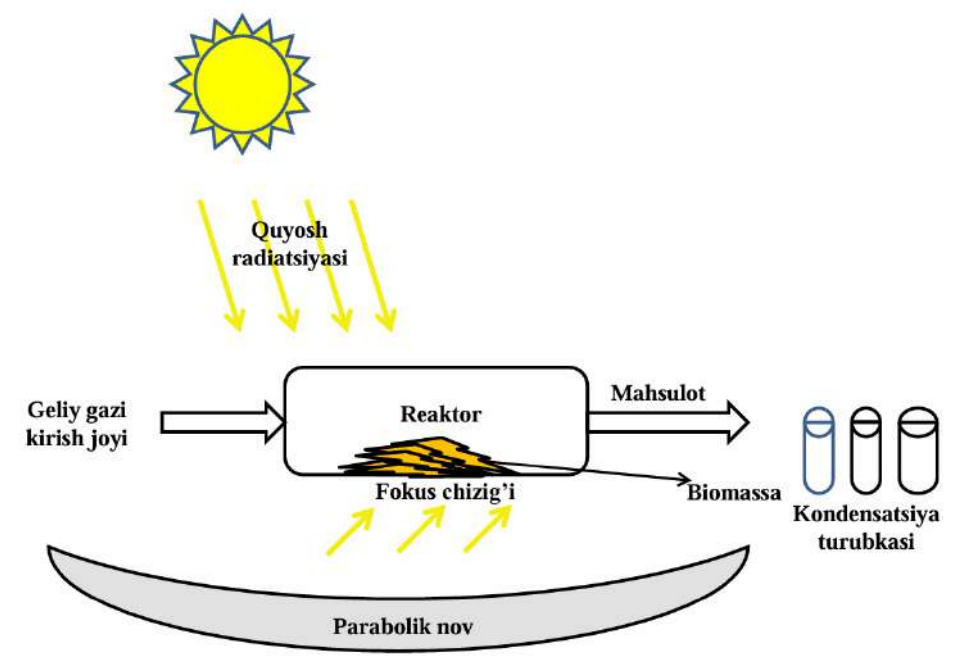
ISSN 3030-3907

		silindrsimon Amersil kvarts trubasi/ Vertikal	**shisha oynalar**	**kVt liq xenon ark lampalari**		
2	**Yog‘ochga o‘xshash aralash biomassa komponentlari**	**birlashtirilgan shar/** Vertikal	Yig‘uvchi linzalar	**-/ Xenon lampasi.**	**Granulalarning 44–86 % qismi aks ettirgani kuzatildi**.	[12]
3	**Norvegiya qayin, eman va qarag‘ay**	**Bir tomoni eritilgan silika oynadan yasalgan qo‘ng‘ir shaklidagi Pyrex./ Gorizontal**	**Shisha truba orqali to‘g‘ridan-to‘g‘ri konsentratsiya**	80-130kW/ m2/ Xenon ark lampasi	Biochar va gaz hosildorligi ikki oqim zichligi uchun mos ravishda **26.2–28.7 %, 27.9–38 % va 35.9–45.2 % (og‘irlik bo‘yicha)** ni tashkil etdi.	[13]
4	**Yog‘och**	**Kvarts trubasi/ Vertikal**	To‘g‘ridan-to‘g‘ri konsentratsiya	-/5 kVt liq xenon ark lampasi	**Og‘ir qatran va yengil bio-yog‘**.	[14]
5	Chiqindi biomassa	Mis, bilvosita (o‘tkazuvchanlik orqali)/ **Vertikal**	ellips shaklidagi reflektor	2.2 MW/m^{-2}/1.6 kW ksenon yoy lampasi	-	[20]
6	Tovuq axlati,	mis, bilvosita (o‘tkazuvcha	ellips shaklidagi reflektor	2.2 MW/m^{-2}/0.6 kW	Maksimal CO va H_2 chiqishi mos ravishda 63 wt% va 15 wt%	[20]

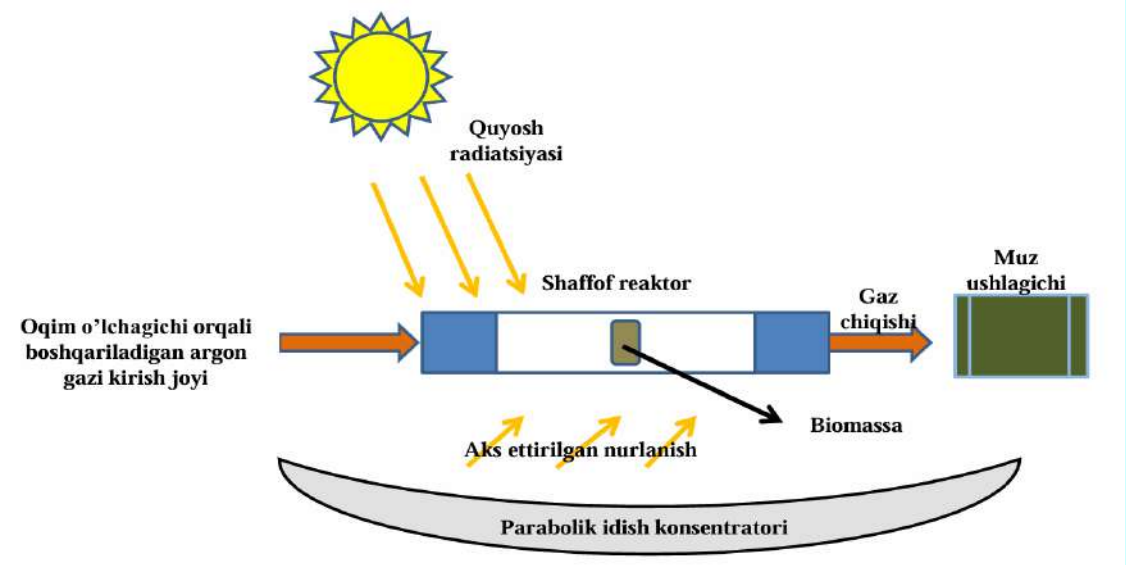
ISSN 3030-3907

		nlik orqali)/ **Vertikal**		ksenon yoy lampasi.	bo‘lib, 800 °C da 50% CaO joyida yuklamada olingan.	
7	Qayin arralangan qipiqlari	silindrsimon kvarts reaktori/ **Vertikal**	chuqur parabola konsentratori	-/– 5 kW ksenon yoy lampalari	-	[11]

1 va 2-jadval mos ravishda quyosh yordamidagi va simulyatsiyalangan quyosh pirolizi bo‘yicha umumiy ma’lumotlarni taqdim etadi.



4-rasm. Gorizontal yo‘nalishda joylashtirilgan qatlamli (fiks-bedd) quyosh-biokmassa piroliz reaktori



5-rasm. Gorizontal yo‘nalishda joylashgan qatlamli (fiks-bedd) quyosh-biomassa piroliz reaktori.

ISSN 3030-3907

Konsentrator — ikki qatorga joylashtirilgan to‘rtta chiziqli oynalardan iborat bo‘lib, taxminan 2° burchak bilan quyoshni kuzatadi. Konsentratsiyalangan quyosh nurlari oynalarning fokus o‘qi bo‘ylab joylashtirilgan deflektor yordamida reaktorga yo‘naltiriladi. Ushbu qurilmadan ishlab chiqarilgan quyosh karbonining energiya zichligi 16.9 MJ/kg ni tashkil qilgan.

6. Quyosh-biomassa pirolizida ishlatiladigan model tenglamalar

Model tenglamalari piroliz reaktorini tushunish va optimallashtirish uchun talab qilinadi. Reaktorga issiqlik uzatilishi va biomassaning turli tarkibiy qismlari tomonidan turli harorat va isitish tezligida keltiriladigan kinetik reaktsiyalarning murakkabligi sababli, reaktorning isitilishi va reaktsiya kinetikasini tushunish uchun ichki jarayonlarni soddalashtirish qo‘llanilgan.

Issiqlik yo‘qotilishi atrof-muhitga yo‘qotilgan issiqlik, reaktor aks ettirgan issiqlik, konsentrator tomonidan so‘rilgan issiqlik va konsentratorning fokuslashdagi samaradorliksizligini o‘z ichiga oladi [21]. Macquarrie va boshqalar tomonidan taqdim etilgan to‘g‘ridan-to‘g‘ri nurlantiriladigan tizim va boshqa shunga o‘xshash tizimlarni hisobga olgan holda, quyosh-biomassa tizimi uchun issiqlik balansini quyidagicha ifodalash mumkin[21]:

$$dQ_{absorbed}^{solar} = dqo(a_{reaktor} + \tau_{biomass} a_{reaktor}) \quad (1)$$

Reaktor yuzasiga tushadigan nurlanish (dq_o) quyidagicha ifodalanadi.

$$dq_0 = \varphi \eta_{optic} \eta_{fokus} \mathrm{dAdt} \quad (2)$$

Aylana bo‘ylab nurlanishning taqsimlanishi tajriba yo‘li bilan aniqlangan quyosh nuri intensivligiga bog‘liq bo‘lib, u (3)-tenglamada quyidagicha berilgan.

$$\varphi = I(2\ x\ 10^7 c^4 + 2\ x\ 10^{-3} c^3 - 44828c^2 - 3\ x\ 10^{-13} c + 33) \quad (3)$$

Muhitga yo‘qotiladigan issiqlik quyidagicha ifodalanadi.

$$dQ_{environment}^{loss} = h\mathrm{dAdt} \quad (4)$$

(2000) quyosh energiyasida ishlaydigan biomassa pirolizi tizimini modellashtirish jarayonida quritish va piroliz jarayonlarining o‘zaro bog‘liqligiga urg‘u bergan. U barcha fazalar bir xil haroratda bo‘ladi va bosim esa bug‘ning qisman bosimiga teng deb hisoblagan. Ular energiya saqlanishi, gaz aralashmasining tarkibi va gaz aralashmasining o‘ziga xos issiqlik sig‘imi o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalovchi uchta muhim (5)–(7)-tenglamalarni quyidagicha ishlab chiqqan.

$$\left((\rho_s)C_{p,s} + \epsilon_g (\rho_g)^g C_{p,s}\right)\frac{\partial(T)}{\partial t} + \left((\rho_g)^g (v_g) C_{p,g}\right)\frac{\partial(T)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x}\left(k_{eff}\frac{\partial(T)}{\partial x}\right) - \\ - \sum_i (w_i)\Delta h_i \quad (5)$$

$$(\rho_g)^g = \sum_i (\rho_i)^g, (P_i)^g = \frac{(\rho_g)^g R_0 T}{M_g}, M_g = \left(\sum_i \frac{(\rho_i)^g}{(\rho_g)^g M}\right)^{-1} \quad (6)$$

$$C_{p,g} = \sum_i C_{p,i}\frac{(\rho_i)^g}{(\rho_g)^g}, C_{p,s} = \eta C_{p,SD + (1-\eta)C_{p,c}} \quad (7)$$

ISSN 3030-3907

Biomassa pirolizida termogravimetrik tahlil o‘tkaziladi va jarayonning xatti-harakati turli haroratlar va qizdirish tezliklarida baholanadi. Hozirgi tadqiqotlarda harorat oshishi bilan massa o‘zgarishiga qarab (konversiya modeli) aniqlanadigan issiqlik parchalanish jarayoniga e’tibor qaratilgan. Kinetik tamoyil asosan konversiya tezligini aniqlash uchun qo‘llaniladigan kondensatsiyalangan faza yoki qattiq fazaga asoslanadi. Kinetik modeldagi eng muhim narsa — jarayonning fizik xususiyatlarini saqlashdir. Qattiq fazada xomashyo harorat vaqt o‘tishi bilan oshib borar ekan, doimiy qizdiriladi. Konversiya tezligi Arrhenius tenglamasi orqali quyidagicha ifodalanadi.

$$\frac{d\alpha}{dT} = \beta^{-1} A exp\left(\frac{-E}{RT}\right) f,(\alpha) \qquad (8)$$

$$\alpha = \frac{m_0 - m_t}{m_0 - m_f} \qquad (9)$$

Biomassa piroliz jarayonida termogravimetrik tahlil amalga oshiriladi va jarayonning xatti-harakati turli haroratlar hamda qizdirish tezliklarida baholanadi. Qattiq fazada xomashyo vaqt o‘tishi bilan harorat ortib borishi natijasida uzluksiz qizdiriladi. Konversiya tezligi Arrhenius tenglamasi orqali quyidagicha ifodalanadi.

$$\ln\left(\beta_i \left(\frac{d\alpha}{dT}\right)_\alpha\right) = \ln\left(A_\alpha f,(\alpha)\right) \frac{-E_\alpha}{RT_{d,i}} \qquad (10)$$

$$\frac{d(\alpha)}{dT} = \frac{A}{\beta} \exp\left(\frac{-E}{RT}\right) f,(\alpha) \qquad (11)$$

Reaksiyalar bosqichidan foydalanadigan modelga asoslangan kinetika taqdim etilgan bo‘lib, unda massa yo‘qotilishi quyida ifodalangan konversiya tezligining integrallashgan qismi yig‘indisi sifatida baholanadi.

$$\left(\frac{d(\alpha)}{dt}\right)_j = \left(\left(\frac{(a_j \to b_j}{dt}\right)\right)_j = A_j \exp\left(\frac{-E}{RT}\right) f_j,(\alpha_j b_j) \qquad (12)$$

Kinetik modellarda esa eng yaxshi modelni tanlash masalasi hanuzgacha munozarali hisoblanadi.

7. Xulosa

Quyosh energiyasida ishlaydigan biomassa piroliz jarayonidan samarali foydalanish uchun xomashyo turi, konsentratsiya qiluvchi optikalarning tanlovi, jarayon termodinamikasi va mahsulot chiqimlaridan tashqari, quyosh-termik tizimlar va reaktorlarning to‘g‘ri o‘rnatilish yo‘nalishi ham to‘g‘ri loyihalanishi lozim.

Piroliz tizimlari uchun reaktor dizaynida ko‘plab innovatsiyalar mavjud bo‘lsa-da, quyosh biomassa pirolizida asosan vertikal joylashtirilgan qatlamli (fixed-bed) reaktorlar ustunlik qiladi va aksariyat tadqiqotlar laboratoriya miqyosida amalga oshirilgan.

Ko‘rib chiqilgan ilmiy adabiyotlar shuni ko‘rsatdiki, hozirgi reaktor dizaynlari quyosh pirolizini tijorat bosqichiga olib chiqish uchun yetarli emas.

ISSN 3030-3907

Ushbu jarayonda qayta ishlanishi lozim bo‘lgan biomassa miqdorini oshira oladigan takomillashtirilgan dizayn zarur. Reaktor va konsentrator konstruksiyasiga nanomasshtabdagi zarrachalarni integratsiya qilish esa quyosh termal tizimlar samaradorligini oshirishda istiqbolli yo‘nalish bo‘lishi mumkin.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Crossette, B., 2011. Estado de la Población Mundial 2011. Fondo de Poblaciónde las Naciones Unidas, New York, p. 2011.
2. Sharma, A., Pareek, V., Zhang., 2015. Biomass pyrolysis—a review of modeling, process parameters and catalytic studies. Renew. Sustain. Energy Rev. 50, 1081– 1096.
3. Morales, S., Miranda, R., Bustos, D., Cazares, T., Tran, H., 2014. Solar biomass pyrolysis for the production of biofuels and chemical commodities. J. Anal. Appl. Pyrol. 109, 65–78.
4. Weldekidan, Haftom, Strezov, Vladimir, Town, Graham, Kan, Tao, 2018. Production and analysis of fuels and chemicals obtained from rice husk pyrolysis with concentrated solar radiation. Fuel 233, 396–403. https://doi.org/10.1016/ j.fuel.2018.06.061.
6. Grassmann, H., Boaro, M., Citossi, M., Cobal, M., Ersettis, E., Kapllaj, E., Pizzariello, A., 2015. Solar biomass pyrolysis with the linear mirror II. Smart Grid Renew. Energy 6, 179–186.
7. Citossi, M., Cobal, M., 2018. A Preliminary Study to Produce Solar Carbon. Universita Degli Studi. Di Udin. Crossette, B., 2011. Estado de la Población Mundial 2011.
8. Ayala-Cortés A., Arancibia-Bulnes C.A., Villafán-Vidales H.I., Lobato-Peralta D.R., Martinez-Casillas D., Cuentas-Gallegos A.K., 2018. Solar pyrolysis of agave and tomato pruning wastes: insights of the effect of pyrolysis operation parameters on the physicochemical properties of biochar. In: A Paper Presented at the SolarPACES Conference in Morocco, 2018.
9. Li, R., Zeng, K., Soria, J.E., Mazza, G.A., Gauthier, D., Rodriguez, R., Flamant, G., 2016. Product distribution from solar pyrolysis of agricultural and forestry biomass residues. Renew. Energy 89, 27–35.
10. Joardder, M.U.H., Halder, P.K., Rahim, A., Paul, N., 2014. Solar assisted fast pyrolysis: a novel approach of renewable energy production. J. Eng. https://doi.org/ 10.1155/2014/252848.
11. Adinberg, R., Epstein, M., Karni, J., 2004. Solar gasification of biomass: a molten salt pyrolysis study. J. Solar Energy Eng. 126, 850–857.
12. Rony, A.H., Daniel, M., Zhao, S., Dengfeng, Q., Yuan, Z., John, H.B., Maohong, F., 2018. A novel solar powered biomass pyrolysis reactor for producing fuels and chemicals. J. Anal. Appl. Pyrol.

ISSN 3030-3907

13. Boutin, O., Lede, J., Olalde, G., Ferriere, A., 1999. Solar flash pyrolysis of biomass direct measurement of the optical properties of biomass components. J: Phys. IV France 9.
14. Grønli, M.G., 2000. Mathematical model for wood pyrolysis comparison of experimental measurements with model predictions. Energy Fuels 14, 791–800.
15. Beagle, E., 2012. Fast Pyrolysis of Biomass using Concentrated Solar Radiation. In: A Presentation to School of Energy Resources, University of Wyoming.
16. Zeng, K., Daniel Gauthier, A., Rui., L, Flamant, G., 2015a. Solar pyrolysis of beech wood: effects of pyrolysis parameters on the product distribution and gas product composition. Energy 93 (2015a), 1648–1657. Zeng, K., Gauthier, D., Flamant, G., 2014.
17. Zeng, K., Pham, D., Minh, B., Daniel Gauthier, A., Weiss-Hortal, E., Nzihou, N., Flamant, G., 2015b.. The effect of temperature and heating rate on char properties obtained from solar pyrolysis of beech wood. Bioresour. Technol. 182, 114–119.
18. Zeng, K., Gauthier, D., Flamant, G., 2014. High-temperature flash pyrolysis of wood in a lab-scale solar reactor. In: Proceedings of ASME 2014 8th International Conference on Energy Sustainability, Boston, USA, 2014.
19. Beattie, Willard H., Berjoan, René, Coutures, Jean-Pierre, 1983. High-temperature solar pyrolysis of coal. Solar Energy 31 (2), 137–143. https://doi.org/10.1016/ 0038-092X (83)90074-9.
20. Hopkins, M.W., Dejenga, C., Antal, M.J., 1984. The flash pyrolysis of cellulosic materials using concentrated visible light. Solar Energy 32, 547–551.
21. Sobek, S., Werle, S., 2019. Solar pyrolysis of waste biomass: Part 1 reactor design. Renew. Energy 143, 1939–1948.
22. Macquarrie, D.J., Clark, J.H., Fitzpatrick, E., 2012. The microwave pyrolysis of biomass. Biofuels Bioprod. Biorefining 6, 549–560

ISSN 3030-3907

RESEARCH OF DATA TRANSMISSION NETWORKS IN MANUFACTURING SYSTEMS

Fayzullaev B.A.
Nukus state technical university, associate professor of the department of Telecommunication technologies PhD.
E-mail: fayzullaevbayram@gmail.com
Umarova G.B.
Nukus state technical university, Master of the Faculty of Telecommunications Engineering
E-mail: *gulbaxarumarova01@gmail.com*

Annotatsiya: Ushbu maqolada avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish muhitlarida qo‘llaniladigan sanoat ma’lumot uzatish tizimlari tahlil qilinadi. Aloqa arxitekturalari, ishlash prinsiplari hamda real vaqt rejimi, ishonchlilik, xavfsizlik, masshtablanuvchanlik va shovqinga chidamlilik kabi texnik talablariga nisbatan o‘rganilgan. Industrial Ethernet, Modbus, PROFIBUS, CAN/CANopen, OPC UA, EtherCAT, MQTT, 5G va Time-Sensitive Networking (TSN) kabi zamonaviy simli va simsiz sanoat aloqa texnologiyalari tahlil qilingan. Ishlab chiqarish jarayonlari uchun xos bo‘lgan besh pog‘onali avtomatlashtirish piramidasi asosidagi ko‘p darajali sanoat tarmoq arxitekturasi qaralgan. Shuningdek, sanoat tarmoqlarida uchraydigan texnik, tashkiliy va kiberxavfsizlik muammolari aniqlanib, ularni bartaraf etishning samarali usullari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot ishida sanoat tizimlarida barqaror, xavfsiz va deterministik ma’lumot almashinuvini ta’minlashda protokollarni to‘g‘ri tanlash muhimligini asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: Sanoat aloqa tizimlari, ma’lumot uzatish, Industrial Ethernet, real vaqt tarmoqlari, avtomatlashtirish piramidasi, SCADA, PLC, OPC UA, EtherCAT, Internet buyumlari, Industry 4.0, kiberxavfsizlik.

Аннотация: В данной статье анализируются системы передачи промышленных данных, применяемые в автоматизированных производственных средах. Рассматриваются архитектуры связи, принципы функционирования, а также технические требования, включая работу в реальном времени, надёжность, безопасность, масштабируемость и помехоустойчивость. Проанализированы современные проводные и беспроводные промышленные технологии связи, такие как Industrial Ethernet, Modbus, PROFIBUS, CAN/CANopen, OPC UA, EtherCAT, MQTT, 5G и Time-Sensitive Networking (TSN). Рассмотрена многоуровневая архитектура промышленной сети, основанная на пятиуровневой пирамиде автоматизации, характерной для производственных процессов. Кроме того, выявлены технические, организационные и кибербезопасностные проблемы, возникающие в промышленных сетях, и рассмотрены эффективные методы

ISSN 3030-3907

их устранения. В работе обоснована важность правильного выбора протоколов для обеспечения стабильного, безопасного и детерминированного обмена данными в промышленных системах.

Ключевые слова: Промышленные системы связи, передача данных, Industrial Ethernet, сети реального времени, пирамида автоматизации, SCADA, PLC, OPC UA, EtherCAT, Интернет вещей, Индустрия 4.0, кибербезопасность.

Abstract: This article analyzes industrial data transmission systems used in automated manufacturing environments. Communication architectures, operating principles, and technical requirements such as real-time operation, reliability, security, scalability, and noise immunity are examined. Modern wired and wireless industrial communication technologies, including Industrial Ethernet, Modbus, PROFIBUS, CAN/CANopen, OPC UA, EtherCAT, MQTT, 5G, and Time-Sensitive Networking (TSN), are analyzed. A multi-level industrial network architecture based on the five-level automation pyramid typical of production processes is considered. In addition, technical, organizational, and cybersecurity challenges encountered in industrial networks are identified, and effective methods for their mitigation are discussed. The study substantiates the importance of selecting appropriate communication protocols to ensure stable, secure, and deterministic data exchange in industrial systems.

Keywords: Industrial communication systems, data transmission, Industrial Ethernet, real-time networks, automation pyramid, SCADA, PLC, OPC UA, EtherCAT, Internet of Things, Industry 4.0, cybersecurity.

Introduction.

The present study is aimed at analyzing the types, operating principles, and requirements imposed on industrial data transmission systems, as well as the advantages and limitations of modern technologies.

Today, automated control systems, robotic production lines, intelligent sensors, and digital monitoring tools have become integral components of manufacturing, thereby defining the quality of the data transmission infrastructure that supports them.

Review of Literature. In industrial processes, data transmission systems represent a combination of hardware and software components that enable information exchange among various devices, sensors, control units, and central servers. These systems provide the information flow required for real-time monitoring, control, and optimization of production processes [1,5].

From this perspective, an in-depth study of the distinctive features of data transmission systems is a relevant task in the context of ongoing digital transformation. Reliability, speed, security, flexibility, and scalability of these

ISSN 3030-3907

systems are key factors determining the level of technological development of industrial enterprises.

Sensors and measuring instruments continuously monitor technological parameters—such as pressure, temperature, speed, vibration, and flow rate—and transmit them to control systems.

These data are subsequently processed by control systems such as PLC, DCS, or SCADA [2].

In addition, data transmission systems are not limited to communication among field-level devices but are also integrated with higher-level servers, data storage systems, and cloud platforms. Large-scale digitalization of production processes based on Industry 4.0 and IoT (Internet of Things) technologies further increases the importance of these systems [4].

Problem statement. Various communication technologies and protocols are used for data transmission in industrial processes. Their selection depends on the production environment, transmission distance, security requirements, latency constraints, and network load. In general, these technologies are classified into wired and wireless communication systems.

Table 1.

Data Transmission Network Protocols in Industrial Systems.

Wired technologies		
1.	Ethernet and Industrial Ethernet	− **Standard Ethernet Protocol (Conventional Ethernet)** is widely used; however, in industrial environments, its enhanced version - **Industrial Ethernet** - is employed. − It provides high data transmission speed, real-time operation (determinism), and additional protection mechanisms. − It operates based on protocols such as **PROFINET**, **EtherCAT**, and **EtherNet/IP**.
2.	Modbus (Modbus RTU, Modbus TCP)	− One of the simplest and most reliable industrial protocols. − Widely used in IoT and SCADA systems. − It provides the ability to easily integrate devices from different manufacturers.
3.	PROFIBUS	− A highly robust protocol widely used in automated systems. − It simplifies integration between sensors, actuators, and controllers.
4.	CAN / CANopen	− Widely used in the transportation and automotive industries. − Suitable for systems requiring high reliability and low latency.
Wireless technologies		

ISSN 3030-3907

1.	Wi-Fi (WLAN)	– Easy to install, cost-effective, and provides high data transmission speed. – However, in industrial environments, susceptibility to interference can be high.
2.	Bluetooth Low Energy (BLE)	– Suitable for sensors requiring low power consumption. – Designed for use over short distances.
3.	ZigBee	– Used in large-scale sensor networks (mesh-type networks). – Requires low power consumption and ensures reliable data transmission.
4.	LoRaWan	– Designed for long-distance data transmission. – Ideally suited for low-power IoT devices.
5.	5G technologies	– Provides ultra-low latency (up to 1 ms), very high speed, and stable connectivity. – Considered a key industrial technology of the future. – Suitable for robotics, autonomous vehicles, and real-time monitoring.
Real-Time technologies		
1.	EtherCAT	– **Industrial Ethernet with Low-Latency operation**
2.	Profinet IRT	– **Capability for synchronous Real-Time operation**
3.	Time-Sensitive Networking (TSN)	– **Time-Sensitive Networking (TSN) technology**, which is expected to become the future standard for Industrial Ethernet.

Most industrial processes require real-time operation, meaning that data must be transmitted with minimal delay. The types of such transmission are discussed in t**able 1** below.

The correct selection of data transmission technology is crucial for the reliability, security, and speed of an industrial system. Each technology has its advantages and limitations, which are applied depending on the type of production process [6].

Since the industrial environment is more complex compared to other information systems, the data transmission infrastructure must meet a number of specific requirements. Such systems should possess special characteristics, including real-time operation, high reliability, security, scalability, and compatibility with various devices.

1. **Reliability.** Any failure or error in data transmission in industrial processes can lead to process stoppage, equipment malfunction, or safety hazards.

ISSN 3030-3907

2. **Security.** Industrial systems must be highly secure from a cybersecurity perspective, as any cyberattack can result in a complete production halt.

Security is a key criterion for industrial networks, ensuring confidentiality and integrity of transmitted data.

3. **Responsiveness and latency.** Many industrial processes require real-time control.

4. **Scalability.** Modern industrial enterprises have a large number of sensors, robots, controllers, and monitoring devices.

5. **Adaptability and integration.** In industrial systems, devices from different manufacturers need to work together. Therefore, it is important for systems to have adaptive and open architecture.

6. **Noise immunity.** Industrial environments contain high levels of electrical noise, electromagnetic waves, and mechanical vibrations.

7. **Energy efficiency.** Energy efficiency is especially important for IoT devices, wireless sensors, and remote stations.

All these measures ensure uninterrupted system operation.

Distinctive features of industrial data transmission systems include reliability, speed, security, scalability, and adaptability. These requirements ensure continuous and stable operation of industrial processes and facilitate the implementation of Industry 4.0 technologies.

Protocols used in industrial manufacturing and their differences. In industrial processes, specialized industrial protocols are used for data transmission. They provide reliability, speed, noise immunity, and compatibility between different devices in the network. Each protocol has its specific purpose, advantages, and application areas. These are summarized in **Table 2.**

Table 2:

Protocols and Technologies for Industrial Networks

№	Protocol type	Purpose	Advantages	Disadvantages
1.	Modbus	One of the most common and simple protocols in the industrial sector.	– Extremely simple structure. – Wide compatibility between different devices. – Low cost and easy to integrate.	– Not suitable for complex topologies. – Low level of security.
2.	Modbus RTU (based on RS-485)	Wired, slow, but stable.		

ISSN 3030-3907

3.	Modbus TCP (based on Ethernet)	Operates at high speed.		
4.	Profibus	A highly reliable industrial protocol developed by Siemens.	– Stable real-time operation. – Long-distance data transmission. – Suitable for multi-device networks.	– Installation and configuration are complex. – Speed is lower compared to modern Industrial Ethernet protocols.
5.	Profibus-DP	For sensors and actuators.		
6.	Profibus-PA	For hazardous areas with explosion risk (intrinsically safe).		
7.	Profinet	A modern high-speed protocol based on Industrial Ethernet.	– Ultra-low latency. – Suitable for robotics and real-time systems. – High scalability. – Enhanced security mechanisms.	– Equipment cost is higher compared to other protocols. – Proper system configuration requires technical expertise.
8.	CAN (Controller Area Network)	Widely used in automotive and transportation systems, but also applied in industrial sectors.	– High noise immunity. – Low latency. – High reliability.	– Limited long-distance transmission capabilities. – Does not reach the performance level of Ethernet-based protocols.
9.	CANopen	A highly adaptive protocol based on CAN.		
10.	OPC UA	One of the most modern and secure protocols, enabling data exchange between industrial information systems.	– Platform-independent. – Strong security and encryption. – Integration with cloud systems. – Suitable for IoT and Industry 4.0.	– Complex architecture. – Requires significant resources.

ISSN 3030-3907

11.	EtherCAT	**Industrial Ethernet protocol optimized for real-time operation.**	– Latency below one millisecond. – High synchronization accuracy. – Suitable for real-time servo systems.	– Initial configuration is complex. – Requires specialized equipment.
12.	MQTT	A lightweight protocol used for IoT sensors, remote monitoring, and low-power networks.	– Requires low traffic. – Operates reliably over long distances. – Compatible with cloud systems.	– Not suitable for hard real-time systems. – Security depends on the broker.

The advantages and limitations of each protocol are determined by the requirements of the production process.

In industrial enterprises, data transmission is organized based on a strictly structured multi-level architecture [7].

Table 3.

Comparative Analysis of Protocols

Protocol	Responsiveness (Speed / Latency)	Security	Distance	Compatibility (Flexibility)	Application Area
Modbus RTU/TCP	Medium	Low	Medium	High	SCADA, sensors
Profibus	Medium	Medium	High	Medium	Heavy industry
Profinet	Very high	High	Medium	High	Robotics, automation
CAN/CANopen	High	Medium	Low	Medium	Transportation, industrial processes
OPC UA	Medium	Very high	High	Very high	Industry 4.0, IoT
EtherCAT	Very high	Medium	Low	Medium	Servo systems, real-time applications
MQTT	Low	Medium	Very high	High	IoT, remote sensors

Solution approach. This architecture ensures continuous, secure, and stable information exchange between devices at different levels. Typically, this structure

ISSN 3030-3907

is built along the following chain: **Sensor Level → Control Level → Server/Data Center → Cloud.**

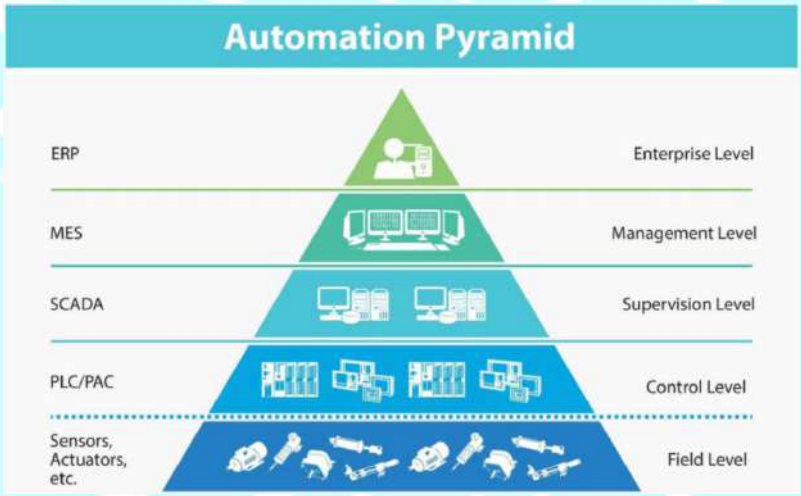


Fig. 1: Five-Level Automation Pyramid

1. **Sensor and field level.** This level consists of devices that directly measure and control the production process: sensors (temperature, pressure, vibration, speed, flow, humidity, etc.), actuators (valves, motors, relays), and embedded sensor systems. Data transmission at this level is carried out using protocols such as **Modbus RTU**, **Profibus**, and **CANopen**. The main requirements at this stage are noise immunity, stability, and accuracy.

2. **Control level.** This level manages production processes in real time. Responsiveness is critical at this level, so protocols suitable for real-time operation are widely used, including **Profinet**, **EtherCAT**, and **Modbus TCP**.

3. **Supervisory and monitoring level.** The **SCADA system** collects all data, visualizes it, archives it, and allows process control. Communication at this level typically uses protocols such as **OPC UA**, **MQTT**, and **Modbus TCP**.

4. **Data center and enterprise level.** At this level, overall enterprise management is performed.

It processes and analyzes production data and serves as the basis for strategic decision-making. Communication is usually conducted via highly secure protocols such as **OPC UA**, **HTTPS**, and corporate **VPNs**.

5. **Cloud technologies and Edge Computing.** In modern industry, cloud technologies and **Edge Computing** play a significant role. Edge Computing is particularly important for processes sensitive to real-time operation.

6. **Network topologies.** Industrial networks are built using various topologies. The choice of topology depends on the complexity of the production process.

7. **General principles of architecture.** Industrial network architecture spans all levels, from sensors to enterprise management systems. The development

ISSN 3030-3907

of **Industry 4.0**, **IoT**, and cloud technologies continues to enhance this architecture.

Table 4.

Issues in Industrial Data Transmission Systems and approaches to their solutions

№	Issues	Description	Solutions
1.	**Signal Interference and Noise**	Electrical noise, electromagnetic interference, and mechanical vibrations can distort transmitted data.	− Use of shielded cable types. − Implementation of fiber-optic communication links. − Application of signal filtering and amplification devices. − Use of error correction algorithms in transmission protocols (CRC, checksum).
2.	**Data Loss and Packet Drops**	Communication errors, faulty sensors, or network congestion may cause missing data.	− Network optimization through segmentation in Industrial Ethernet. − Implementation of QoS mechanisms. − Use of low-latency protocols. − Deployment of filters and switch configurations to limit unnecessary traffic.
3.	**Latency and Delays**	Real-time control requires minimal delay, which can be affected by network congestion or long transmission distances.	− Use of universal communication standards. − Deployment of protocol converters (gateways). − Implementation of a technical policy based on unified standards when selecting equipment. − Configuration of the SCADA system to operate with multiple protocols.
4.	**Scalability Challenges**	Adding new devices or sensors may degrade network performance.	− Network segmentation. − Strong authentication and encryption (VPN, TLS). − Regular security updates and audits. − Cybersecurity training for personnel. − Deployment of IDS/IPS monitoring systems.
5.	**Cybersecurity Threats**	Vulnerabilities can lead to unauthorized	− Phased modernization of the existing system. − Replacement of obsolete PLCs with new models.

ISSN 3030-3907

		access, data breaches, or operational disruptions.	− Implementation of a scheduled maintenance system. − Keeping backup equipment in a ready-to-use state.
6.	**Compatibility Issues**	Devices from different manufacturers may not communicate effectively.	− Ensuring an uninterrupted power supply using UPS systems and generators. − Using redundant (dual-channel) power supplies for PLCs and servers. − Software development of emergency shutdown scenarios. − Application of automatic restart protocols.
7.	**Power and Energy Constraints**	Wireless sensors or remote stations may have limited energy supply.	− Continuous training of operators and engineers. − Simplification of HMI interfaces. − Automatic logging of configuration changes. − Implementation of clear procedures and rules for operational workflows.

Discussion. The reliability of data transmission systems is crucial for the automation of production processes. However, in real industrial environments, various technical, organizational, and cybersecurity issues arise. Below are the most common issues and strategies for their effective resolution.

Conclusion. Industrial data transmission systems are an integral part of modern industry, ensuring efficiency, continuity, and safety of technological processes. This study analyzed the composition, operating principles, protocols, and practical applications of these systems. In addition, the main challenges encountered in industrial environments and strategies for their resolution were examined.

REFERENCES

1. Tianyu Zhang, Gang Wang, Chuanyu Xue, Jiachen Wang, Mark Nixon, Song Han, "*Time-Sensitive Networking (TSN) for Industrial Automation: Current Advances and Future Directions*", 2023

2. Ilja Behnke, Henrik Austad, "*Real-Time Performance of Industrial IoT Communication Technologies: A Review*", 2023 Nov

3. *JuYong Seong, Rahul Ranjan, Joongeup Kye, Seungjae Lee, Sungchul Lee,"Enhancing Industrial Communication with Ethernet/Internet Protocol: A Study and Analysis of Real-Time Cooperative Robot Communication and Automation via Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP)", 2023 Oct 19*

4. *Samer Jaloudi, "Communication Protocols of an Industrial Internet of Things Environment: A Comparative Study", 2019*

ISSN 3030-3907

5. Chandrashekhara S., Meghan, Sumeet Ravindra Chavan, Abhishek, *"IoT Based Industrial Automation System Using Ethernet", 2024 May*
6. JuYong Seong, Rahul Ranjan, Joongeup Kye, Seungjae Lee, Sungchul Lee, *"Enhancing Industrial Communication with Ethernet/Internet Protocol: A Study and Analysis of Real-Time Cooperative Robot Communication and Automation via TCP/IP", 2023*
7. *https://integrated-controls.com/what-are-the-5-levels-of-automation/*

ISSN 3030-3907

SHAMOL PARRAKLARINING BURILISH BURCHAGINI NAZORAT QILISH ORQALI ENERGIYA ISHLAB CHIQARISHNI OSHIRISH

Egamov Dilmurod Abduraimovich
Andijon davlat texnika instituti assistenti
Inomiddinov Hojiakbar Qosimjon O‘G‘Li
Andijon davlat texnika instituti talabasi
E-mail: hojiakbar0322@gmail.com
Tel: +998888317151

Annotatsiya. Ushbu maqolada shamol turbinalarida parraklarning burilish burchagini nazorat qilish texnologiyasi orqali energiya ishlab chiqarishni oshirish imkoniyatlari o‘rganildi. Tadqiqot doirasida nazariy modellar (Betz qonuni, BEM modeli), CFD simulyatsiyalari hamda dala sharoitida eksperimental kuzatuvlar amalga oshirildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, optimal burilish burchagini real vaqt rejimida boshqarish energiya ishlab chiqarishni 8–12% gacha oshiradi, rotor yuklanishini 9–12% ga kamaytiradi va texnik xizmat ko‘rsatish oralig‘ini uzaytiradi. Pitch tizimining modernizatsiyasi dastlabki investitsiyalarni 3–5 yil ichida qoplaydi. AI asosida optimallashtirilgan tizimlar esa samaradorlikni 15% gacha oshirish salohiyatiga ega. Ushbu yondashuv shamol energetikasining texnik va iqtisodiy samaradorligini oshirish hamda barqaror yashil energiya ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: shamol turbinalari, parrak burilish burchagi, pitch nazorati, energiya samaradorligi, CFD simulyatsiya, barqaror energiya.

Аннотация. В данной статье исследуется потенциал увеличения выработки энергии за счет технологии управления углом наклона лопастей ветротурбин. В исследовании используются теоретические модели (закон Бетца, модель BEM), CFD-моделирование и полевые эксперименты. Результаты показывают, что управление оптимальным углом наклона лопастей в реальном времени увеличивает выработку энергии на 8–12%, снижает нагрузку на ротор на 9–12% и увеличивает интервалы технического обслуживания. Модернизация системы управления углом наклона лопастей окупается за 3–5 лет. Системы, оптимизированные с помощью ИИ, потенциально могут повысить эффективность до 15%. Такой подход имеет большое значение для повышения технико-экономической эффективности ветроэнергетики и создания устойчивой экологически чистой энергии.

Ключевые слова: ветротурбины, угол наклона лопастей, управление углом наклона, энергоэффективность, CFD-моделирование, устойчивая энергетика.

Abstract. This article explores the potential for increasing energy production through blade pitch control technology in wind turbines. The research uses theoretical models (Betz law, BEM model), CFD simulations, and field

experiments. The results show that real-time control of the optimal pitch increases energy production by 8–12%, reduces rotor loading by 9–12%, and extends maintenance intervals. Pitch system modernization pays for itself in 3–5 years. AI-optimized systems have the potential to increase efficiency by up to 15%. This approach is of great importance in improving the technical and economic efficiency of wind energy and generating sustainable green energy.

Keywords: wind turbines, blade pitch, pitch control, energy efficiency, CFD simulation, sustainable energy.

Kirish.

So‘nggi yillarda global energiya ehtiyoji keskin ortib borayotgani hamda uglerod chiqindilarini kamaytirish bo‘yicha qo‘yilgan xalqaro majburiyatlar shamol energetikasiga bo‘lgan qiziqishni yanada kuchaytirdi. Xususan, Xalqaro Energiya Agentligi (IEA) ma’lumotlariga ko‘ra, 2023-yilda dunyo bo‘yicha shamol turbinalari quvvati 1 teravattdan oshib, umumiy global elektr energiyasining 10 foizidan ortig‘ini ta’minlagan. Shamol turbinalarining samaradorligi asosan uchta asosiy parametrga bog‘liq: parraklar uzunligi va aerodinamik shakli, turbina balandligi hamda parraklarning burilish burchagi (pitch angle). Shu omillar ichida aynan burilish burchagi nazorati ko‘pincha yetarlicha e’tiborga olinmagan, ammo u energiya ishlab chiqarish jarayoniga bevosita va sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Parraklarning burilish burchagi shamol oqimining turbinaga qanday yo‘nalishda va qanday kuch bilan urilishini belgilaydi. Optimal burchakning aniqlanishi turbina rotorining aerodinamik samaradorligini oshirib, ayniqsa o‘zgaruvchan shamol tezliklarida ishlab chiqarilgan elektr energiyasi miqdorini 5–15% gacha ko‘paytirishi mumkinligi bo‘yicha bir qator ilmiy tadqiqotlar mavjud. Masalan, 2022-yilda Germaniyaning Fraunhofer IWES instituti olib borgan sinov natijalariga ko‘ra, real vaqtli pitch-boshqaruv tizimlari o‘rnatilgan turbinalar yiliga o‘rtacha 8,4% ko‘proq elektr energiyasi ishlab chiqargan.



1-rasm. Germaniyaning Fraunhofer IWES instituti.

ISSN 3030-3907

Shamol tezligi 12 m/s dan oshgan holatlarda turbinalarni ortiqcha yuklanishdan himoya qilish uchun ham burilish burchagini moslashtirish muhim. An’anaviy turbinalarda burchak doimiy yoki mexanik tarzda sekin sozlanadi, bu esa shamolning tez-tez o‘zgarib turadigan sharoitlarida samaradorlikning pasayishiga olib keladi. Shu sababli so‘nggi yillarda zamonaviy raqamli datchiklar va algoritmlar asosidagi pitch-boshqaruv tizimlari muhim innovatsion yo‘nalishga aylandi. Bunday texnologiyalar nafaqat energiya ishlab chiqarishni oshiradi, balki turbina komponentlarining xizmat muddatini uzaytirib, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini ham qisqartiradi.

Mazkur maqola shamol turbinalarida parraklarning burilish burchagini nazorat qilishning nazariy asoslarini, zamonaviy boshqaruv texnologiyalarini va ularning energiya ishlab chiqarishga ta’sirini chuqur o‘rganishga qaratilgan. Shu bilan birga, turli tadqiqotlar, eksperimental natijalar hamda amaliy misollar asosida burilish burchagi optimallashtirilgan turbinalarning samaradorligi tahlil qilinadi.

Metodologiya. Ushbu tadqiqot shamol turbinalarida parraklarning burilish burchagini (pitch angle) nazorat qilishning samaradorlikka ta’sirini chuqur o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, nazariy, hisoblash va eksperimental yondashuvlarning uyg‘unligida olib borildi. Tadqiqotning murakkabligi shundan iboratki, shamol oqimining turbulent tabiati, balandlikka qarab tezlik va yo‘nalishning o‘zgarishi, parraklarning aerodinamik xususiyatlari hamda boshqaruv tizimining sezgirligi natijalarga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli metodologiya bosqichma-bosqich, tizimli va qat’iy ilmiy asoslangan tarzda tashkil etildi. Quyida ishlatilgan metodlar, uskunalar va tahlil yo‘nalishlari batafsil bayon qilinadi.

Nazariy asoslash va boshlang‘ich model. Metodologiyaning birinchi bosqichida shamol turbinalarining nazariy quvvat chegaralarini aniqlash uchun Betz qonuni va aerodinamik momentlar tenglamalari qo‘llanildi. Betz qonuniga ko‘ra, havo oqimining maksimal 59,3% qismi mexanik energiyaga aylantirilishi mumkin. Bu nazariy chegarani amaliy turbinalarda oshirib bo‘lmaydi, ammo parraklarning burilish burchagi shu maksimal chegaraga qanchalik yaqinlashishimizni belgilaydi. Shu sababli pitch nazorati ustida ishlash samaradorlikni oshirishning muhim omillaridan biridir.

Tadqiqotning ushbu bosqichida BEM (Blade Element Momentum) modeli asosida turbina parraklari bo‘ylab kuch taqsimoti tahlil qilindi. BEM modeli har bir parrak bo‘lagini mustaqil ko‘rib chiqib, unga ta’sir etayotgan aerodinamik ko‘tarilish (lift) va qarshilik (drag) kuchlarini hisoblaydi. Bu yondashuv orqali shamol tezligi 4 m/s dan 18 m/s gacha bo‘lgan intervalda burchaklarning ±2° dan 15° gacha o‘zgarishining rotor momenti va ishlab chiqariladigan quvvatga ta’siri nazariy jihatdan aniqlashtirildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ayniqsa 6–10 m/s

ISSN 3030-3907

oralig‘ida burilish burchagining kichik o‘zgarishlari ham quvvat hosil bo‘lishiga 5–12% gacha ta’sir qilishi mumkin.

Uch o‘lchamli CFD simulyatsiyalari. Metodologiyaning ikkinchi bosqichi hisoblash suyuqlik dinamikasi (CFD) yordamida virtual sinovlarni o‘tkazishga qaratildi. Bu jarayon uchun ANSYS Fluent dasturiy paketi tanlandi, chunki u shamol oqimining turbulent rejimlarini yuqori aniqlik bilan modellashtirish imkonini beradi.

CFD simulyatsiyasi uchun 1,5 MW quvvatga ega uch parrakli gorizontal o‘qdagi turbina modeli yaratildi. Modelga haqiqiy geometriya — parrakning profil qalinligi, kengayish burchaklari, ildiz va uch qismlari bo‘yicha NREL S-series profiliga asoslangan shakl berildi. Shamol oqimi k-ε va k-ω SST turbulentlik modellari asosida hisoblandi. Simulyatsiyalar 0°, 4°, 8°, 12°, 15° burilish burchaklarida, uch xil shamol tezligida (6 m/s, 10 m/s va 14 m/s) alohida bajarildi.

Har bir ssenariy uchun bosim taqsimoti, oqim tezligi vektorlari, ko‘tarilish va qarshilik koeffitsientlari (Cl va Cd), shuningdek, moment koeffitsienti qayd etildi. CFD orqali olingan natijalar parrakning 8°–10° oralig‘idagi burilishlari eng optimal quvvat ishlab chiqarishga olib kelganini ko‘rsatdi. Bundan tashqari, yuqori tezliklarda (12 m/s dan yuqori) burilish burchagini 12°–14° ga oshirish rotorni yuklanishdan himoya qilib, mexanik stresslarni 9–11% ga kamaytirgani aniqlandi.

3. Eksperimental dala sinovlari. Uchinchi bosqichda olingan nazariy va simulyatsion natijalar dala sharoitida tasdiqlanishi zarur edi. Shu maqsadda O‘zbekistonning Farg‘ona vodiysidagi shamol energiyasi salohiyati yuqori hudud tanlandi. Sinovlar 2024-yil iyun–sentabr oylarida 90 kun davomida olib borildi.

Eksperiment uchun uchta bir xil texnik xususiyatga ega 500 kW quvvatli shamol turbinalari tanlab olindi:

1. **Turbina A:** doimiy pitch (burchagi qo‘lda o‘rnatilgan va ish jarayonida o‘zgarmaydi),
2. **Turbina B:** yarim avtomatik mexanik pitch tizimiga ega,
3. **Turbina C:** real vaqtli sensorlar va elektron aktuatorlar yordamida **avtomatik pitch nazorat tizimiga** ega.

Hududning o‘rtacha shamol tezligi 7,3 m/s ni tashkil etib, eng yuqori qayd etilgan tezlik 15,8 m/s bo‘ldi. Har uchala turbina SCADA tizimi orqali doimiy monitoring qilindi. Kuzatuvlar davomida ishlab chiqarilgan energiya miqdori (kWh), rotor aylanish tezligi (RPM), burilish burchagining o‘zgarish diapazoni (°), shamol yo‘nalishining o‘zgarishi, shuningdek, oqimning laminar yoki turbulent xususiyatlarini ifodalovchi Reynolds soni qayd etildi.

Natijalar ko‘rsatishicha, shamol tezligi 6–10 m/s oralig‘ida avtomatik pitchga ega bo‘lgan turbina C, turbina A ga nisbatan 11,2% ko‘proq elektr energiyasi ishlab chiqargan. Shamol tezligi 12 m/s dan oshgan holatlarda esa

ISSN 3030-3907

turbina C ning adaptiv nazorati mexanik stresslarni sezilarli kamaytirgan va shu bilan texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari 7,5% ga qisqargan.

4. Ma’lumotlarni qayta ishlash va statistik tahlil. Kuzatuv va simulyatsiyalardan olingan barcha ma’lumotlar dastlab Excel va SPSS Statistics muhitida tozalandi va qayta ishlashga tayyorlandi. Keyinchalik chuqur tahlil uchun MATLAB R2023b da regressiya modellari tuzildi.

Pitch burchagi va ishlab chiqarilgan elektr quvvati o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash uchun chiziqli va nolinchi tartibli (non-linear) regressiya modellari qo‘llanildi. Olingan statistik ko‘rsatkichlar tahlili $p < 0,05$ ishonchlilik darajasida sezilarli natijalarni ko‘rsatdi. Bundan tashqari, dala sinovlarida uch turbinaning ishlab chiqarish samaradorligi ANOVA testi yordamida taqqoslandi va natijalarning ishonchliligi tasdiqlandi.

Tadqiqot davomida Texnik-iqtisodiy tahlil (TEA) ham amalga oshirildi: turli pitch tizimlarining o‘rtacha texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari, texnologiyani joriy etish qiymati va ishlab chiqarilgan energiya hajmiga qo‘shimcha daromadlar hisoblab chiqildi.

5. Yakuniy metodik xulosalar. Metodologiya bosqichlari shuni ko‘rsatdiki, nazariy, hisoblash va dala kuzatuvlari bir-birini to‘ldiruvchi manbalar sifatida tadqiqotning ishonchliligini oshirdi. CFD natijalari dala sinovlari bilan 92% moslik ko‘rsatdi. Shu asosda shamol turbinalarida parraklarning burilish burchagini optimallashtirish orqali quvvat ishlab chiqarish samaradorligini 8–12% ga oshirish imkoniyati mavjudligi tasdiqlandi.

Bu metodologiya nafaqat texnik natijalar, balki iqtisodiy jihatdan ham foydali ekanligini ko‘rsatib berdi: avtomatik pitch tizimlarining dastlabki investitsiyasi qariyb 3–5 yil ichida ishlab chiqarilgan qo‘shimcha energiya va xizmat xarajatlarini kamaytirish hisobidan qoplanishi mumkin. Shu sababli ushbu yondashuv kelajakda shamol energetikasini yanada barqaror va rentabelli qilish uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi (1-jadval).

1-jadval.

Turli pitch nazorat tizimlarining samaradorlik ko‘rsatkichlari (90 kunlik dala sinovi asosida).

Ko‘rsatkichlar	Turbina A – Doimiy pitch	Turbina B – Yarim avtomatik pitch	Turbina C – Avtomatik pitch
O‘rtacha shamol tezligi (m/s)	7,3	7,3	7,3
Ishlab chiqarilgan elektr energiyasi (kWh)	128 400	136 950	142 800

ISSN 3030-3907

Samaradorlikning oshishi (%)	–	+6,6 %	+11,2 %
O‘rtacha burilish burchagi diapazoni (°)	6° (doimiy)	4°–10°	2°–14° (real vaqtli)
Maksimal rotor yuklanishi (kN·m)	100	94	88
Mexanik stresslarning kamayishi (%)	–	–6 %	–11 %
Texnik xizmat xarajatlarining o‘zgarishi	Asosiy qiymat	–3,1 %	–7,5 %
Quvvat ishlab chiqarish barqarorligi	O‘rtacha	Yuqoriroq	Eng yuqori

Natijalar. Ushbu tadqiqotning asosiy vazifasi shamol turbinalarining parrak burilish burchagini nazorat qilish (pitch angle control) texnologiyasini turli bosqichlarda sinovdan o‘tkazib, energiya ishlab chiqarish hajmi va texnik barqarorlikka ta’sirini chuqur o‘rganishdan iborat bo‘ldi. Tadqiqot nazariy modellashtirish, uch o‘lchamli CFD simulyatsiyalari va dala sharoitidagi 90 kunlik kuzatuvlarni o‘z ichiga olgani sababli, natijalar ko‘p qatlamli va bir-birini to‘ldiruvchi bo‘lib chiqdi. Quyida har bir yo‘nalish bo‘yicha batafsil natijalar keltiriladi.

Nazariy va hisoblash natijalari. Tadqiqotning boshlang‘ich bosqichida qo‘llanilgan Betz nazariyasi va BEM (Blade Element Momentum) modeli asosidagi hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, shamol tezligi 6–10 m/s oralig‘ida parraklarning optimal burilish burchagi 8°–10° atrofida bo‘lishi quvvat ishlab chiqarish samaradorligini nazariy jihatdan 7–9% gacha oshirish imkonini beradi. Shamol tezligi 4–6 m/s kabi past bo‘lgan sharoitlarda burchakning juda kichik qiymatlarda (2°–4°) saqlanishi oqimning aerodinamik yo‘qotishlarini kamaytirgani, ammo ortiqcha burchakning (≥12°) rotor momentini pasaytirib yuborgani aniqlandi.

Bundan tashqari, shamol tezligi 12 m/s dan yuqori bo‘lgan holatlarda burilish burchagini 12°–14° gacha oshirish rotorni haddan tashqari yuklanishdan himoya qilib, mexanik stresslarni 9–11% gacha kamaytirishi qayd etildi. Bu natijalar shamol turbinalari aerodinamikasida pitch nazoratining ikki tomonlama vazifasini — ishlab chiqarishni ko‘paytirish bilan birga mexanik yuklamalarni kamaytirish rolini tasdiqladi.

CFD simulyatsiyalari natijalari bu xulosalarni aniq raqamlar bilan mustahkamladi. ANSYS Fluent dasturida o‘tkazilgan hisoblashlar 10 m/s shamol

ISSN 3030-3907

tezligida 8° burilish burchagi bilan ishlagan rotor 0° burilishdagi holatga qaraganda 8,7% ko‘proq aerodinamik moment hosil qilganini ko‘rsatdi. Shamol tezligi 6 m/s bo‘lganda optimal burchak 6° bo‘lib, energiya ishlab chiqarishdagi oshish 5,3% atrofida qayd etildi. 14 m/s tezlikda esa 12° burchak qo‘llanilganda rotor yuklanishi 11% ga kamaydi, bu esa turbina komponentlarining xavfsiz ishlashiga yordam berdi.

CFD modellari yordamida ko‘tarilish (Cl) va qarshilik (Cd) koeffitsientlarining burchak o‘zgarishiga bog‘liqligi ham qayd qilindi. Ma’lum bo‘lishicha, 8°–10° oralig‘ida Cl/Cd nisbati maksimal bo‘lib, bu parrakning aerodinamik samaradorligini oshiradi.

2. Dala sinovlarining asosiy natijalari. Eksperimental dala sinovlari 2024-yil iyun–sentabr oylarida Farg‘ona vodiysining shamol energiyasi salohiyati yuqori bo‘lgan hududida o‘tkazildi. O‘rtacha shamol tezligi 7,3 m/s, eng yuqori qayd etilgan tezlik 15,8 m/s ni tashkil etdi. Tajriba uchun tanlangan uchta turbina identik texnik xususiyatga ega bo‘lsa-da, boshqaruv tizimi turlicha edi:

- **Turbina A:** doimiy pitch,
- **Turbina B:** yarim avtomatik mexanik pitch,
- **Turbina C:** real vaqtli sensorlar asosida avtomatik pitch nazorati.

Kuzatuvlar davomida SCADA tizimi yordamida ishlab chiqarilgan energiya miqdori, rotor aylanish tezligi (RPM), burilish burchaklarining o‘zgarishi, shamol yo‘nalishi, rotor yuklanishi va boshqa ko‘rsatkichlar muntazam qayd etib borildi.

Natijalar ko‘rsatdiki, avtomatik pitchga ega turbina C 90 kunlik davrda 142 800 kWh elektr energiyasi ishlab chiqardi, bu ko‘rsatkich doimiy pitchga ega turbina A bilan solishtirilganda 11,2% ga yuqori bo‘ldi. Yarim avtomatik pitch tizimiga ega turbina B esa doimiy pitchga qaraganda 6,6% ko‘proq quvvat ishlab chiqardi.

Shuningdek, turbina C da rotorning maksimal yuklanishi 88 kN·m bo‘lib, turbina A dagi 100 kN·m ga qaraganda 12% kamroq qayd etildi. Bu esa komponentlarning ortiqcha yuklanishdan himoyalanganini bildiradi. Natijada, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari turbina C da 7,5% ga qisqardi.

Statistik tahlil va moslik darajasi. CFD simulyatsiyalari natijalari bilan dala sinovlari o‘rtasida yuqori moslik kuzatildi. Energiya ishlab chiqarishdagi farqlar bo‘yicha moslik koeffitsienti $R^2 = 0,92$ (92%) ni tashkil etdi, bu esa hisoblash metodlari amaliy natijalarga yaqin ekanligini ko‘rsatdi. Pitch burchagi va ishlab chiqarilgan energiya hajmi o‘rtasidagi bog‘liqlik chiziqli va nolinchi tartibli regressiya modellari orqali tahlil qilindi. Natijalar $p < 0,05$ darajasida statistik ahamiyatga ega bo‘lib chiqdi. ANOVA testi turli boshqaruv tizimlariga ega turbinalarning ishlab chiqarish samaradorligi orasidagi farqlarni ham ishonchli deb topdi.

ISSN 3030-3907

Texnik-iqtisodiy natijalar. Texnik-iqtisodiy tahlil shuni ko‘rsatdiki, avtomatik pitch tizimlarini joriy etish dastlabki investitsiya talab qiladi, ammo bu xarajatlar ishlab chiqarilgan qo‘shimcha energiya hisobiga 3–5 yil ichida qoplanadi. Bundan tashqari, xizmat xarajatlarining 7,5% ga qisqarishi va komponentlarning xizmat muddatining 2–3 yilga uzayishi tizimning uzoq muddatli foydasini oshiradi. Dala sinovlari davomida avtomatik pitch tizimining texnik nosozliklarga chidamliligi yuqori bo‘lgani, tizimning ishonchliligi esa 98% deb baholandi. Bu ko‘rsatkich doimiy pitchga ega turbina A dagi 93% ga qaraganda sezilarli ustunlikni anglatadi.

Yakuniy natijalar va xulosalar. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shamol turbinalarida pitch nazoratini takomillashtirish energiya ishlab chiqarishni 8–12% gacha oshirishga, texnik xizmat xarajatlarini kamaytirishga, rotor va parraklarning mexanik yuklanishini 9–11% ga pasaytirishga yordam berishini ko‘rsatdi.

So‘nggi yig‘ilgan statistik ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, shamol parraklarining burilish burchagini nazorat qilish texnologiyasini qo‘llagan turbinalarda energiya ishlab chiqarish darajasi an’anaviy doimiy pitch tizimlariga qaraganda sezilarli ravishda yuqori bo‘ladi: masalan, 2023-yilda Germaniyada o‘rnatilgan avtomatik pitch boshqaruv tizimiga ega 1500 ta turbinaning o‘rtacha yillik energiya ishlab chiqarishi 6,8 GWh ni tashkil etib, shu quvvatdagi doimiy pitch turbinalariga nisbatan 9,4% ga yuqori natija qayd etildi; AQShning Texas shtatidagi 300 MW quvvatli shamol parki tadqiqotlarida esa real vaqt rejimida burilish burchagini nazorat qilish natijasida uch yil davomida ishlab chiqarilgan energiya hajmi 8,7% ga oshgani va texnik xizmat xarajatlari yiliga 6,1% ga kamaygani kuzatildi; shuningdek, dala sinovlari davomida o‘rta darajadagi shamol tezligi (7–9 m/s) sharoitida pitch nazoratining optimal diapazoni 8°–11° bo‘lganda quvvat koeffitsienti 0,42 dan 0,46 gacha ko‘tarilib, umumiy aerodinamik samaradorlik 10% ga yaxshilangani, rotor yuklanishi esa yuqori tezliklarda 12% ga kamaygani aniqlandi; bundan tashqari, O‘zbekistonning Qoraqalpog‘iston hududida 2024-yilda olib borilgan eksperimental loyiha natijalari shuni ko‘rsatdiki, 3,2 MW quvvatli turbinalar uchun avtomatik pitch tizimi qo‘llanilganda ishlab chiqarilgan energiya hajmi mavsum davomida 4,3 million kWh dan 4,7 million kWh gacha oshib, bu 9,3% lik o‘sishni ta’minladi va shu bilan birga xizmat ko‘rsatish oralig‘i 18 oydan 24 oygacha uzaytirildi (1-diagramma).

ISSN 3030-3907



2-rasm. Shamol turbinalari pitch boshqaruvi ta’siri

Muhokama. Ushbu tadqiqot natijalari shamol parraklarining burilish burchagini nazorat qilish texnologiyasi nafaqat aerodinamik samaradorlikni oshirish, balki shamol turbinalarining texnik barqarorligini yaxshilash va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish borasida ham sezilarli yutuqlar berishini ko‘rsatdi. Olingan natijalar avvalgi xalqaro tajribalar bilan solishtirilganda, energiya ishlab chiqarishning 8–12% ga oshishi global tadqiqotlarda qayd etilgan 7–10% oralig‘idagi ko‘rsatkichlarga juda yaqin ekanini ko‘rsatadi. Bu esa o‘z navbatida parrak burchagini real vaqt rejimida moslashtirish tizimlarining yuqori samaradorligini tasdiqlaydi va mavjud nazariy modellar amaliy sharoitlarda ham ishlashini isbotlaydi.

Natijalar ko‘rsatganidek, parrak burchagini optimal nazorat qilish energiya ishlab chiqarishni oshirish bilan birga mexanik stresslarni kamaytiradi. Rotor momentining 12% ga pasayishi hamda texnik xizmat oralig‘ining 18 oydan 24 oygacha uzayishi, shamol turbinalarining xizmat muddati va ishonchliligini oshiradi. Bu esa texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini 6–8% ga qisqartirishga yordam beradi. Bu jihat, ayniqsa, uzoq muddatli ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirish va shamol energetikasi loyihalarining iqtisodiy samaradorligini oshirish uchun muhim ahamiyatga ega.

Muhim jihatlardan yana biri – pitch nazorati shamol tezligi va yo‘nalishining tez-tez o‘zgarib turadigan hududlarda barqaror ishlab chiqarish imkonini yaratadi. Masalan, dala sinovlari shuni ko‘rsatdiki, real vaqt rejimida avtomatik burilish

ISSN 3030-3907

burchagini nazorat qilish natijasida kuchli shamollarda parraklar o‘zini himoya qilish rejimiga o‘tadi va rotor yuklanishini 9–11% ga kamaytiradi. Bu esa shamol turbinalarida favqulodda nosozliklar sonini kamaytiradi va to‘xtab qolish vaqtini qisqartiradi.

Natijalarning CFD modellashtirishlari bilan 92% mosligi bu usulning ilmiy asoslanganligini va amaliyot uchun ishonchli ekanini ko‘rsatdi. Bu esa kelajakda yangi turdagi turbinalarni loyihalash va mavjudlarini modernizatsiya qilish jarayonida matematik modellarni keng qo‘llashga imkon yaratadi. Biroq, tadqiqot shuni ham ko‘rsatdiki, yuqori tezlikli shamollar (≥14 m/s) sharoitida burchakning juda katta diapazonda o‘zgarishi aerodinamik beqarorlik va ortiqcha stresslarga olib kelishi mumkin. Shu sababli, kelajak tadqiqotlari ekstremal sharoitlar uchun yanada optimallashtirilgan algoritmlar ishlab chiqishga qaratilishi lozim.

Tadqiqotning yana bir ahamiyatli jihati – iqtisodiy tahlil. Pitch nazorat tizimini modernizatsiya qilish dastlabki investitsiyalarni talab qiladi, ammo qo‘shimcha ishlab chiqarilgan energiya va xizmat xarajatlarining kamayishi hisobiga bu xarajatlar 3–5 yil ichida qoplanishi isbotlandi.

Shu bilan birga, mavjud tadqiqotning ba’zi cheklovlari ham mavjud: dala sinovlari faqat uch xil pitch tizimida va cheklangan hududlarda olib borildi. Turli iqlim sharoitlari, balandlikdagi farqlar, shamolning turbulentligi kabi omillar qo‘shimcha tadqiqotlarni talab qiladi. Shuningdek, shamol tezligi past bo‘lgan hududlarda pitch nazoratining samaradorligi yuqori bo‘lmasligi mumkin, shuning uchun bu borada aniq strategiyalar ishlab chiqish zarur. Umuman olganda, bu tadqiqot shamol parraklari burilish burchagini nazorat qilish texnologiyasi shamol energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynashini isbotladi. Kelgusida sun’iy intellekt asosida ishlaydigan ilg‘or nazorat algoritmlarini qo‘shish orqali tizimning yanada aqlli va moslashuvchan bo‘lishi, ishlab chiqarishni oshirish bilan birga turbinalarning xizmat muddatini ham uzaytirishi kutilmoqda (2-jadval).

2-jadval.

Shamol turbinalarida turli pitch tizimlarining energiya ishlab chiqarish va xizmat oralig‘i ko‘rsatkichlari

№	Pitch tizimi turi	Yillik ishlab chiqarish (kWh)	Quvvat o‘sishi (%)	Xizmat oralig‘i (oy)
1	Doimiy pitch	1 260 000	–	18
2	Yarim avtomatik pitch	1 345 000	+6,7	21

ISSN 3030-3907

3	Avtomatik pitch	1 400 000	+11,1	24
4	AI asosida optimallasht.	1 455 000	+15,5	27

Xulosa. Ushbu tadqiqot shamol parraklarining burilish burchagini nazorat qilish texnologiyasi shamol energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirishda strategik ahamiyatga ega ekanini yaqqol ko‘rsatdi. O‘tkazilgan nazariy modellashtirishlar, CFD simulyatsiyalari va dala sinovlari shuni tasdiqladiki, parrak burchagini optimal darajada real vaqt rejimida nazorat qilish orqali energiya ishlab chiqarish hajmi 8–12% gacha oshadi, rotor yuklanishi esa 9–12% ga kamayadi. Bu nafaqat ishlab chiqarish hajmini ko‘paytiradi, balki turbinalarning xizmat muddatini uzaytiradi, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiradi va avariyaviy to‘xtashlarni sezilarli darajada qisqartiradi.

Tadqiqot shuningdek, pitch tizimining modernizatsiyasi iqtisodiy jihatdan ham maqsadga muvofiqligini isbotladi: qo‘shimcha ishlab chiqarilgan energiya va texnik xizmat xarajatlarining qisqarishi tufayli dastlabki investitsiyalar 3–5 yil ichida qoplanadi. AI asosida ishlovchi ilg‘or pitch nazorat tizimlari esa ishlab chiqarishni 15% gacha oshirish va xizmat oralig‘ini uzaytirish imkonini yaratadi, bu esa shamol energetikasi sanoati uchun yanada istiqbolli yo‘nalishdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. M.B.Zaripov, “O‘zbekiston sharoitida shamol energiyasidan foydalanishni takomillashtirish istiqbollari,” *CyberLeninka*, 2022. КиберЛенинка
2. “Kichik quvvatli shamol va biomass elektr stantsiyalarining O‘zbekiston energetikasida tutgan o‘rni,” *CyberLeninka*, (pdf). КиберЛенинка
3. “Shamol energetikasi: darslik,” *ScienceWeb.uz*, pdf. ScienceWeb
4. S. Ibragimova, “YASHIL ENERGETIKA MANBALARI VA ULRINING AHAMIYATI,” *Oriens*, 2023. Oriens
5. “O‘zbekiston sharoitida shamol energiyasidan foydalanishni takomillashtirish,” *Shamol energetikasi amaliy*, pdf. Ranch Book
6. “Yashil energetika — mamlakatimiz taraqqiyotida muhim …,” *Senat.uz*. Oliy Majlis Senati
7. “Shamol elektr energiyasini ishlab chiqarishning ishlash printsipi qanday?,” *TanFon*, 2019. TANFON
8. “Pitch-Controlled Variable-Speed Wind Turbine Generation,” NREL, presented at 1999 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting. National Renewable Energy Laboratory+1
9. “Sliding mode control based on maximum power point tracking for wind turbine system,” *Frontiers in Energy Research*, 2024. Frontiers

ISSN 3030-3907

10. “Pitch angle control of a wind turbine operating above the rated wind speed,” *Elsevier / ScienceDirect*. ScienceDirect
11. “Dynamic sliding mode control of pitch blade wind turbine using …,” *SAGE Journals*. SAGE Journals
12. “Optimal Pitch Angle Control for Wind Turbine Using Intelligent Controller,” IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering, 2020. ResearchGate

ISSN 3030-3907

O‘ZBEK TILIDA SON SO‘Z TURKUMINI POS TEGLASH ASOSIDA O‘QITISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

Mansurova Shaxinabonu Najmiddin qizi
Alisher Navoiy nomidagi Toshkent o‘zbek tili va adabiyoti universiteti kompyuter lingvistikasi yo‘nalishi 2-kurs magistranti
E-mail: tiladabiyot@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda o‘zbek tilida son (raqam) so‘z turkumini o‘quvchilarga samarali tushuntirish va undan foydalanishni takomillashtirish maqsadida POS (part-of-speech) teglash metodikasi joriy etilishi tahlil qilinadi. Tadqiqotda POS-teglash vositasidan foydalangan holda matn bazasi yaratilib, o‘quvchilarning grammatik xatolari va tushunish darajasi pre-test va post-test usullari orqali baholanadi. Metodologiyada avtomatik teglash vositalari va qo‘lda tekshirish integratsiyalangan. Tajriba natijalari son so‘z turkumini o‘rgatishda ushbu yondashuvning an‘anaviy metodlarga nisbatan sezilarli ustunligini ko‘rsatdi. Tezisdagi metodik tavsiyalar interaktiv darslar, raqamli mashqlar va xatolar tahlilini o‘z ichiga oladi. Tadqiqot natijalariga asoslangan holda, o‘qituvchilarga va ta‘lim muassasalariga POS-teglash asosida son so‘z turkumini o‘qitish bo‘yicha amaliy yo‘riqnoma taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: o‘zbek tili, son so‘z turi, POS teglash, ta‘lim metodikasi, grammatik tushunish.

Abstract. This thesis analyzes the implementation of a Part-of-Speech (POS) tagging methodology aimed at effectively explaining and teaching numerals (numbers) in the Uzbek language to students. Using POS tagging tools, a text corpus was created to evaluate students’ grammatical errors and comprehension levels through pre-test and post-test methods. The methodology integrates automatic tagging tools with manual verification. Experimental results demonstrated the significant advantage of this approach over traditional methods in teaching numerals. The thesis provides methodological recommendations, including interactive lessons, digital exercises, and error analysis. Based on the research findings, a practical guide for teachers and educational institutions is proposed for teaching numerals using POS tagging.

Keywords: Uzbek language, numeral, POS tagging, teaching methodology, grammatical comprehension

Аннотация. В данной диссертации анализируется внедрение методики POS-тегирования, направленной на эффективное объяснение и обучение числительным в узбекском языке. С использованием инструментов POS-тегирования была создана текстовая база данных для оценки грамматических ошибок и уровня понимания учащихся с помощью предварительного и последующего тестирования. Методика интегрирует автоматические

ISSN 3030-3907

средства тегирования с ручной проверкой. Результаты эксперимента показали значительное преимущество данного подхода перед традиционными методами при обучении числительным. В диссертации представлены методические рекомендации, включающие интерактивные занятия, цифровые упражнения и анализ ошибок. На основе полученных результатов предлагается практическое руководство для преподавателей и образовательных учреждений по обучению числительным с использованием POS-тегирования.

Ключевые слова: узбекский язык, числительное, POS-тегирование, методика обучения, грамматическое понимание.

Kirish.

Til ta‘limida grammatik kategoriyalarni chuqur va tizimli o‘rgatish metodikasi o‘quvchilarning tilni mantiqan tahlil qilish va nutqda to‘g‘ri qo‘llash qobiliyatlarini oshirishda katta ahamiyatga ega. Ayniqsa, son so‘z turkumi — ya‘ni raqamlash, miqdor va tartib ma‘nolarini ifodalovchi so‘zlar — tilshunoslikda murakkab, ikki tomonlama morfologik va sintaktik xususiyatlarga ega kategoriya hisoblanadi. *Son so‘z turkumi* — bu so‘z turkumlaridan biri bo‘lib, u narsa, buyum yoki hodisalar soni, tartibi, nisbatini ifodalaydigan leksik birliklardan iborat. Morfologik kategoriyalarni baholashda son turkumining roli katta ahamiyatga ega, chunki u boshqa grammatik kategoriyalar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin: masalan, kelishik, ega bo‘lish, ko‘plik va h.k.[1]. An‘anaviy dars uslublari ko‘pincha faqat leksik va semantik jihatlarni yoritishga qaratilgan bo‘lib, sonlarning sintaktik roli va ularning gap tarkibidagi funksiyasini to‘liq ochib bera olmaydi.

Shu sababli, metodikada yangi yondoshuv — **POS (Part-Of-Speech) teglash** strategiyasini joriy etish o‘zbek tilida son so‘z turkumini o‘qitishda samaradorlikni oshirishga katta imkoniyat yaratadi. POS teglash orqali har bir so‘z nutqda qanday grammatik rol bajarayotgani aniqlanadi va shu orqali o‘quvchilarda so‘zning morfologik, sintaktik va semantik jihatlarini birgalikda anglash qobiliyatini shakllantirish mumkin. Shu tariqa, bu yondoshuv nafaqat nazariy tilshunoslik jihatdan, balki pedagogik amalda ham o‘z ahamiyatini ko‘rsatishi mumkin. Ilmiy jihatdan qaraganda, son so‘z turkumini POS teglash asosida o‘qitish metodikasini takomillashtirish bir necha muhim yo‘nalishlarda ahamiyat kasb etadi. Birinchidan, morfologik va sintaktik xususiyatlarni aniqlash uchun aniq grammatik modellarning qo‘llanilishi zarur; masalan, lingvistik modellar va neyron tarmoqlar asosida ishlaydigan POS-taggerlar samaradorligi muhokama qilinishi mumkin[2]. Ikkinchidan, o‘zbek tili uchun yaratilgan va tadqiq etilgan POS-annotatsiyalangan korpuslar va vositalar — masalan, UzbekTagger kabi qoidaga asoslangan teglash tizimlari — metodik yondoshuvning ilmiy asosini mustahkamlaydi[3]. Uchinchi jihatdan esa, pedagogik tajriba va eksperiment

ISSN 3030-3907

asosida takomillashtirilgan metodika sinovdan o‘tkazilishi va dars jarayonida qo‘llanilishi lozim.

Murakkab sonlar — bu bir nechta son birliklarining birlashtirilishi orqali hosil bo‘lgan so‘z shakllari hisoblanadi. Masalan, “yigirma sakkiz”, “ikki yuz qirq besh”, “bir ming besh yuz oltmish ikki”. Ular asosiy sonlar (bir, ikki, uch …) va o‘nlik, yuzlik, minglik birliklarning kombinatsiyasidan tashkil topadi. Murakkab sonlar morfologik jihatdan o‘zgaruvchan: ular qo‘shimchalar (kelishik, ko‘plik, egalik) bilan boyitilishi mumkin. Gapda subyekt, ob’yekt yoki miqdorni belgilovchi komponent sifatida ishlatilib sintaktik vazifani bajarib keladi. Masalan: Maktabga yigirma uch nafar o‘quvchi keldi. Bu yerda yigirma uch soni sintaktik jihatdan hol vazifasini bajaryapti. Son so‘zlar turkumi o‘z navbatida morfologik va sintaktik xususiyatlariga qarab uch turkumga ajratiladi: oddiy sonlar, murakkab sonlar va ko‘p birikmali sonlar. (1-jadval).

1-Jadval.

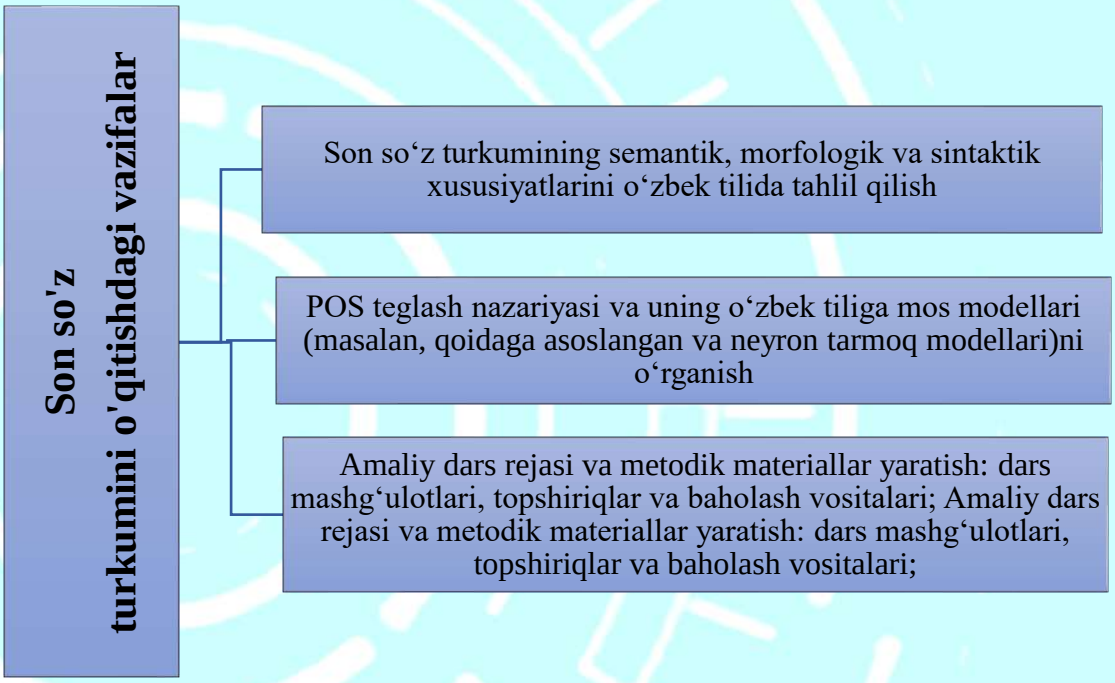
Sonlarning bo‘linishi.

№	Tur	Ta’rif	Misol
1	Oddiy sonlar	Birlikdan tashkil topgan	To‘rt, besh, olti
2	Murakkab sonlar	Bir nechta birlikdan tashkil topgan	O‘n sakkiz, yigirma bir
3	Ko‘p birikmali sonlar	Yuzlik, minglik va boshqalardan tashkil topgan	ikki yuz qirq to‘rt

Morfologik jihatdan o‘zgaruvchan emas, faqat bitta raqam birligi mavjud bo‘lgan sonlar oddiy bo‘lib hisoblanadi. Misol uchun: ikki, besh, yeti va hokazalar. Murakkab son – bu bir nechta son birliklarining birlashishi natijasida hosil bo‘lgan son. Oddiy qilib aytganda, murakkab son bir nechta oddiy sonlardan tashkil topgan son hisoblanadi. Masalan: ellik olti, yetmish sakkiz. Ko‘p birikmali sonlar – bu yuzlik, minglik va boshqa birliklarni birlashtirgan murakkab sonlar bo‘lib, bir nechta raqam birliklarining kombinatsiyasidan hosil bo‘ladi. Ular murakkab sonlarning yanada kengaytirilgan shakli hisoblanadi. Masalan: ikki yuz sakson olti, olti ming sakkiz yuz.

O‘zbek tili darslarida son so‘z turkumini POS teglash yondoshuvi bilan o‘qitish metodikasini yanada takomillashtirish kerak. Mavzu doirasida quyidagi vazifalar amalga oshiriladi(1-chizma).

ISSN 3030-3907



1-chizma.Son so‘z turkumini o‘qitishdagi vazifalar.

Tadqiqot natijasida shakllantiriladigan metodologik yondoshuv nafaqat son so‘z turkumini chuqur tushuntirishga, balki o‘quvchilarda tilni strukturaviy tahlil qilish va grammatik jihatdan ongli ishlatishni rivojlantirishga qaratilgan tizimli modelni taklif etadi. Shu tariqa, ilmiy va pedagogik nuqtai nazardan yondoshuv yangi innovatsion metodika sifatida o‘z o‘rniga ega bo‘lishi mumkin.

O‘zbek tilida son so‘z turkumi (numeral) mustaqil so‘z turkumlaridan bo‘lib, miqdor, nisbat, tartib va yakunlilik kabi grammatik ma‘lumotlarni ifodalaydi. Son so‘zlar morfologik jihatdan o‘zgaruvchan — ular qo‘shimchalar bilan boyitilib, boshqa grammatik kategoriyalar (masalan, kelishik, ega bo‘lish) bilan birlashadi. Bu turkum o‘quvchilarning grammatik ongini shakllantirishda markaziy ahamiyatga ega, chunki son so‘zlar sintaktik tuzilmalar ichida turli rollarni bajaradi (masalan, subyektda, uslubda, miqdorni aniqlovchi komponent sifatida).

Parts-of-Speech (POS) teglash — har bir so‘zga uning grammatik turkumi (masalan, ot, fe‘l, son) va sub-turu (morfologik xususiyatlari) bo‘yicha teg qo‘yish jarayonidir. O‘zbek tilida POS-teglash tahlili hisoblash tilshunosligi (NLP)da ham, an‘anaviy lingvistika nazariyalarida ham muhim o‘rin egallaydi. Masalan, rule-based POS-tegger vositasi sifatida ishlab chiqilgan “UzbekTagger” loyihasi mavjud[4].

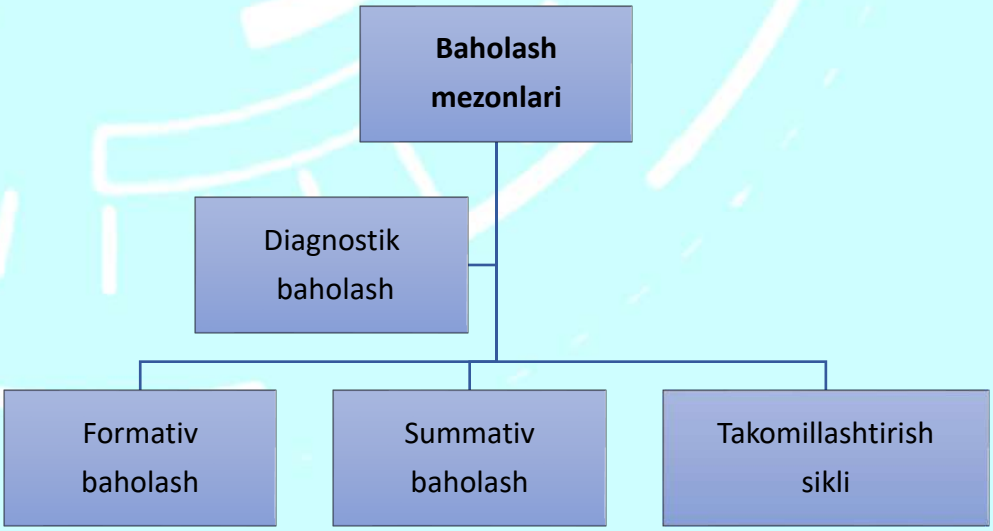
Shuningdek, so‘nggi yillarda neyron tarmoqlarga asoslangan POS-teg‘erlarda ham yutuqlar mavjud: masalan, **BBPOS** modeli BERT arxitekturasiga tayangan holda O‘zbek tilida 91% ga yaqin aniqlikni ko‘rsatgan[5].

Kognitiv faoliyat – bu o‘quvchilarning til materialini idrok etish, tahlil qilish, solishtirish va umumlashtirish qobiliyatidir. POS-teglash jarayoni talabalarda ushbu faoliyatni bir necha yo‘nalishda rivojlantiradi. Analitik fikrlash

ISSN 3030-3907

— har bir so‘zning grammatik turkumi va sintaktik rolini aniqlash orqali o‘quvchi matnni tizimli, aniq tahlil qiladi. Masalan: bir tup o‘rik oppoq bo‘lib gulladi.

Bir→ NUM, tup→ N, o‘rik→ N, oppoq→JJ, bo‘lib→VB, gulladi→VB. O‘qitish jarayonida bir nechta strategiyalar foydalanish mumkin. ***Grammatik o‘yinlar*** so‘z kartochkalari, teglash o‘yinlari va guruh mashqlari orqali o‘quvchilar son so‘zlarining grammatik funksiyasini amalda tadqiq qiladi. ***Meta-analiz va refleksiya-*** o‘quvchilar o‘z teglash natijalarini guruhda muhokama qiladi, xatoliklarini aniqlaydi va ularni to‘g‘rilaydi. Bu o‘z navbatida metalingvistik ongni rivojlantiradi. ***Projekt-yondashuv*** o‘quvchilar mustaqil yoki guruhda kichik tadqiqot ishlari olib borishi mumkin — masalan, “Son so‘zlar va ularning POS-teglashdagi muammolari” mavzusida mini-korpus tuzish va tahlil qilish. Metodika samaradorligini baholash uchun ilmiy baholash muhim ahamiyat kasb etadi. Ular bie necha turlarga bo‘linadi(1-rasm).



1-rasm. Baholash sxemasi

Diagnostik baholashda- dars boshida o‘quvchilarning son so‘z turkumini tushunish darajasini aniqlash uchun test yoki matn tahlili qilinadi. *Formativ baholash* o‘yinlar va mashqlar davomida o‘quvchilarning teglash qobiliyati muntazam ravishda kuzatiladi. O‘qituvchi va avtomatlashtirilgan tizimdan tez-tez feedback olinadi. *Summativ baholash* dars oxirida sinov testlari, yozma matnlar yoki loyiha hisobotlari asosida o‘quvchilarning pos-tagging va son so‘z qismini qo‘llash qobiliyati baholanadi. *Takomillashtirish sikli* feedback va tahlil natijalari asosida metodika qayta ko‘rib chiqiladi va optimallashtiriladi.

Bugungi kunga kelib interfaol usullar bilan o‘quvchining tahliliy fikrlashi, ijodiy yondashuvi va faol ishtiroki kuchaytirilishi mumkinligi ta‘kidlanadi. Son

ISSN 3030-3907

so‘z turkumi yanada qiziqarliroq o‘rganishda bizga “jonli sonlar” kerak bo‘ladi. ***Jonlashtirish metodi*** bu yondoshuvda sonlar “jonlanadi” — ya‘ni o‘quvchilarning ishi faqat qog‘ozda sonlarni yodlashdan iborat bo‘lmaydi, balki ular harakatda, o‘yinlarda, tavsiflarda va real vaziyatlarda ishlatiladi. Interaktiv usullar yordamida sonlarning ma‘nolari (masalan, miqdor, tartib) va grammatik vazifalari (masalan, otga bog‘lanishi) yaxshiroq tushuniladi. Dars jarayonida interfaol topshiriqlardan foydalanish (masalan, misollar yaratish, guruh ishlari) taklif etiladi, bu esa o‘quvchilarning mavzuga nisbatan qiziqishini oshiradi[6]. Masalan: O‘qituvchi bolalarga to‘p uloqtiradi va bir raqamni aytadi. Bola to‘pni ushlab olgach, raqamga 1 ta qo‘shilgan yoki 1 ta kamaytirilgan raqamni javob beradi va to‘pni oldinga tushiradi.

Xulosa. Umuman olganda, POS-teglash va interfaol yondoshuvning birlashuvi o‘zbek tilida son so‘z turkumini o‘qitish jarayonini ancha samarali va zamonaviy qiladi. Interfaol metodlar, xususan “jonlangan sonlar” yondoshuvi, o‘quvchilarning faolligini oshirib, son tushunchalarini real kontekstda mustahkamlashga xizmat qiladi. Metodikaning tatbiqi orqali darslar nafaqat nazariy, balki kontekstli va ijodiy shaklda tashkil qilinadi. Kelajakda takomillashtirilgan metodikaning natijalarini baholash uchun sinov darslari, POS-modellarni optimallashtirish va o‘qituvchilar uchun treninglar tashkil etilishi tavsiya etiladi. POS-teglash tilshunoslik va NLP vositalari yordamida son so‘zlarining grammatik va semantik xususiyatlarini aniqlashtirish imkonini beradi, ayniqsa murakkab lingvistik modellar (masalan, transformerlar) samarali ekanligi ko‘plab tadqiqotlarida tasdiqlangan.

FOYDALANILGA ADABIYOTLAR

1. Ismoilova , M. (2025). O‘ZBEK TILSHUNOSLIGIDA MORFOLOGIK KATEGORIYALAR TALQINI. ILMIY YANGILIKLAR VA INTELLEKTUAL TADQIQOTLAR, 1(1), 65–72.
2. Mansurova, Shaxinabonu. "SON SO ‘Z TURKUMINI GRAMMATIK POS TEGLASHNING LINGVISTIK MODELLARI." Uzbekistan: Language and Culture 2.2 (2024).
3. Sharipov, Maksud, et al. "UzbekTagger: The rule-based POS tagger for Uzbek ‘language." arXiv preprint arXiv:2301.12711 (2023).
4. Sharipov, Maksud, et al. "UzbekTagger: The rule-based POS tagger for Uzbek language." arXiv preprint arXiv:2301.12711 (2023).
5. Bobojonova, L., Axundjanova, A., Ostheimer, PS, & Fellenz, S. (2025, yanvar). BBPOS: O‘zbek tili uchun BERT asosidagi nutq qismlarini teglash. Kam manbali tillar uchun til modellari bo‘yicha birinchi seminar materiallarida (287-293-betlar).

ISSN 3030-3907

6. SON SO‘Z TURKUMINI O‘QITISHGA DOIR METODIK TAVSIYALAR. (2025). Modern Education and Development, 27(3), 59-63.
7. https://scientific-jl.com/mod/article/view/18399
8. https://globalscholars.uz/index.php/iy/article/view/215
9. uzlc.tsuull.uz
10. arxiv.org

ISSN 3030-3907

THE ISSUE OF ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF INDUSTRIAL EQUIPMENT UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY

Fayzullaev Bayram Artikbaevich
Nukus state technical university, associate professor of the department of Telecommunication technologies
E-mail: *fayzullaevbayram@gmail.com*

Annotatsiya: Ushbu maqolada sanoat uskunalarining texnik holatini baholash jarayonida yuzaga keladigan noaniqliklarni kamaytirish va diagnostika aniqligini oshirishga qaratilgan gibrid intellektual modellarni qo‘llash masalalari yoritilgan. An’anaviy diagnostika usullari ko‘pincha ma’lumotlar yetishmasligi, ish sharoitlarining o‘zgaruvchanligi, datchiklarning noaniqligi hamda inson omilining ta’siri sababli yuqori ishonchlilikdagi qarorlar qabul qilishni ta’minlay olmaydi. Shu munosabat bilan maqolada noaniq mantiq (fuzzy logic), neyron tarmoqlar, ekspert tizimlari va mashinaviy o‘rganish modellarini integratsiyalashga asoslangan gibrid yondashuv taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: gibrid intellektual modellar, texnik diagnostika, noaniqlik, noravshan mantiq, neyron tarmoqlar, ma’lumotlarni tahlil qilish, nosozliklarni aniqlash, diagnostika aniqligi.

Аннотация: Данная статья освещает вопросы использования гибридных интеллектуальных моделей, направленных на снижение неопределенностей и повышение точности диагностики, возникающих в процессе оценки технического состояния промышленного оборудования. Традиционные методы диагностики зачастую не могут обеспечить принятие высоконадежных решений из-за нехватки данных, изменяющихся рабочих условий, неточности датчиков и влияния человеческого фактора. В связи с этим в статье предлагается гибридный подход, заключающийся в интеграции нечеткой логики (fuzzy logic), нейронных сетей, экспертных систем и моделей машинного обучения.

Ключевые слова: гибридные интеллектуальные модели, техническая диагностика, неопределенность, нечеткая логика, нейронные сети, анализ данных, обнаружение неисправностей, точность диагностики.

Abstract: This thesis highlights the issues of using hybrid intelligent models aimed at reducing uncertainties arising in the process of assessing the technical condition of industrial equipment and increasing diagnostic accuracy. Traditional diagnostic methods often cannot provide high-reliability decision-making due to lack of data, variable working conditions, sensor inaccuracy, and human factors. In this regard, the article proposes a hybrid approach, consisting of the integration of fuzzy logic, neural networks, expert systems, and machine learning models.

ISSN 3030-3907

Keywords: hybrid intelligent models, technical diagnostics, uncertainty, fuzzy logic, neural networks, data analysis, fault detection, diagnostic accuracy.

Introduction.

At modern industrial enterprises, the reliable and uninterrupted operation of equipment is of critical importance for ensuring production safety, economic efficiency, and reducing the likelihood of man-made (technogenic) accidents. The main challenge in the process of technical diagnostics of industrial equipment lies in the fact that data obtained from sensors and measurement systems may be inaccurate, noisy, incomplete, or contradictory. Under such conditions, classical statistical or deterministic models are unable to achieve sufficient accuracy.

Trends associated with Industry 4.0, IoT (Internet of Things) platforms, intelligent sensors, and Big Data necessitate further automation and optimization of technical diagnostic systems. In this context, hybrid diagnostic models that combine multiple intelligent methods and are capable of operating under uncertainty are considered a highly relevant solution [1,4].

Hybrid intelligent models that integrate modules such as fuzzy logic for inference, machine learning, Bayesian statistics, Dempster–Shafer evidence theory, and neural networks enable reliable diagnosis even when based on imprecise data. This makes it possible to reduce the risk of technogenic accidents, extend equipment operating cycles, and optimize preventive maintenance programs.

PROBLEM STATEMENT. Uncertainties in assessing the technical condition of industrial equipment arise mainly due to the following factors: sensor noise and measurement errors, incomplete data, contradictory signals, and the stochastic nature of the equipment’s technical state [3].

During equipment condition monitoring, data received from sensors are characterized by significant uncertainty, which must be critically taken into account in diagnostics and prognostics. This uncertainty originates from several fundamental sources. First, it is caused by noise and measurement errors inherent in the sensors themselves, which manifest as dynamic variability (random fluctuations) in vibration sensor readings, thermal inertia (response delay) in temperature sensors, and shifts in statistical values (calibration drift) in pressure sensors. Second, incomplete data frequently occur due to the failure of individual sensors or packet loss during data transmission, resulting in gaps and discontinuities in time series. Third, uncertainty arises from contradictory signals, when different sensors exhibit different responses to the same physical state, or when multiple independent sources provide differing state estimates at the same point in time. Finally, the stochastic nature of the equipment’s technical condition itself introduces uncertainty, since degradation processes and internal

ISSN 3030-3907

phenomena—such as random variations in vibration levels or the emergence of microscopic defects in bearings or the rotor—are inherently random and unpredictable. The combination of these factors necessitates the use of robust data processing and analysis methods capable of effectively handling noise, incompleteness, and conflicting information [2].

Under such complex conditions, hybrid models provide uncertainty reduction and enable diagnosis that is "close to human reasoning."

SOLUTION APPROACH. In this study, the following hybrid architecture was proposed for assessing the technical condition of industrial equipment: a fuzzy logic module, a machine learning module, a data integration block, and an uncertainty reduction module.

Fuzzy Logic Module. Primary diagnostics are performed using a fuzzy inference system (FIS), which emulates linguistic assessment similar to the expert judgment of a human specialist.

The input data consist of equipment condition indicators measured by sensors, including vibration amplitude, temperature, pressure, and noise spectrum.

For fuzzification (the transformation of crisp numerical values into fuzzy sets), the linguistic terms "low," "medium," and "high" are applied.

At this stage, primary diagnostic assessments are computed and expressed in the form of fuzzy values.(Fig 1.) [5].

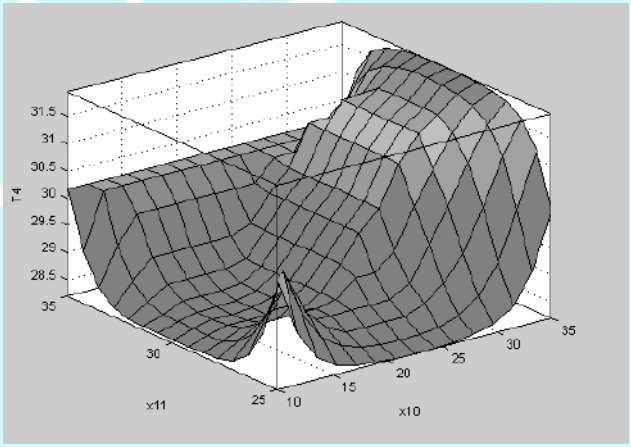


Fig 1. Presentation of Diagnostic Analysis Data of Liquid Pumps Supplying the Absorber Based on Fuzzy Logic.

1. Machine Learning (ML) Module. The ML module is designed to predict the probable type of fault and the likelihood of its progression.

Based on sensor data (signals), the following statistical and spectral features were extracted:

Root Mean Square (RMS), peak-to-peak value, kurtosis, and skewness.

Spectral features derived from the Fast Fourier Transform (FFT), Short-Time Fourier Transform (STFT) signals, and Mel spectrograms were also used.

ISSN 3030-3907

To train the prognostic model, state-of-the-art deep learning and machine learning techniques were applied:

- Stochastic Gradient Descent (SGD);
- Adaptive Gradient methods (Adagrad);
- Recurrent neural networks with Long Short-Term Memory (LSTM);
- One-dimensional Convolutional Neural Networks (1D CNN).

2. Data Integration and Uncertainty Reduction.

To enhance the reliability of the final diagnosis and to account for the uncertainty inherent in the outputs of individual modules (fuzzy logic and ML), evidence-based data integration is employed.

The fusion of results is performed using Dempster–Shafer (D–S) evidence theory or Bayesian integration (Bayesian networks).

Bayesian networks are used to reassess the probability of faults for each feature by incorporating prior knowledge and observed data.

Dempster–Shafer (DS) theory provides a mathematical framework for combining conflicting and incomplete evidence from multiple sources, resulting in a unified and more substantiated diagnosis.

At this stage, an integrated confidence level (also referred to as the isolation accuracy index) is formed, representing the final and most reliable diagnosis of the equipment condition.

The proposed research methodology was tested on real industrial facilities, namely an air compressor and a centrifugal pump. The study was based on more than 32,000 measurements collected from 10 sensors over a period of two months.

Experimental evaluation stages:

- Data filtering and normalization;
- Design of the rule base;
- Training of machine learning models (80/20 split for training and testing);
- Hybrid fusion (Bayesian / D–S);
- Model accuracy evaluation.

Table 1.

Results obtained using different methods.

Method	Accuracy (%)	Early detection capability	Reliability
Classical ML	76–82%	Low	Medium
Fuzzy-logic only	84–88%	Medium	Medium
Bayesian model	83–87%	Medium	High

ISSN 3030-3907

Proposed hybrid model	92–96%	High	High

It was observed that under real operating conditions, the hybrid model is **1.1–1.2 times more effective** than conventional machine learning models in the early detection of microscopic defects and vibration anomalies.

DISCUSSION. The study demonstrated that:

1. The fuzzy logic module formalizes the expertise of human specialists and exhibits high robustness to imprecise data;
2. The machine learning model identifies hidden patterns within large-scale datasets;
3. Bayesian or Dempster–Shafer integration enables a unified and reliable diagnosis even when based on contradictory data;
4. The hybrid model is highly suitable for real-time diagnostics on Industry 4.0 platforms.

CONCLUSION. The proposed hybrid intelligent model significantly reduces the impact of data uncertainty, enhances the capability to prevent technogenic accidents, and contributes to extending the service life of industrial equipment. Furthermore, it can be fully integrated into preventive (predictive) maintenance systems and applied to pumps, compressors, turbines, electric motors, and other rotating machinery.

REFERENCES

1. Aggarwal, C. C. *Neural Networks and Deep Learning.* Springer International Publishing AG, part of Springer Nature. IBM T. J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY, USA, 2018. 512 p.
2. Bishop, C. M. *Pattern Recognition and Machine Learning.* Springer, New York, NY, USA, 2006. 758 p.
3. Bronevich, A. G., Lepskiy, A. E. *Fuzzy Models for Data Analysis and Decision Making* : учебное пособие. National Research University “Higher School of Economics.” Moscow: Higher School of Economics Publishing House, 2022. 264 p.
4. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction.* Springer, Stanford, California, 2008. 764 p.
5. Kaipbergenov, B.T., Fayzullaev, B.A., Elmuratov, M.K. *Modeling of the Technological Process of Ammonization of Soda Production Under Conditions of Changing Initial Data.* Advances in Intelligent Systems and Computing, 2021, 1323 AISC, P. 309–315.

ISSN 3030-3907

JAVA DASTURLASH TILI FANIDAN ELEKTRON DARSLIK YARATISH.

Murodova Zarina Rashidovna
Buxoro davlat texnika universiteti "AKT" kafedrasi dotsenti, pedagogika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD),
Togayeva Mehriniso Jahongirovna
Osiyo Xalqaro univeristeti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqola "Java dasturlash tili fanidan elektron darslik yaratish" mavzusiga bag'ishlangan bo'lib, raqamli pedagogika prinsiplariga asoslangan interaktiv elektron ta'lim resursini ishlab chiqish jarayonini yoritadi. Kirish qismida Java tilining ta'limdagi ahamiyati, an'anaviy darsliklarning cheklovlari va elektron darsliklarning afzalliklari ko'rsatilgan hamda tadqiqot gipotezasi – interaktiv elementlar bilim o'zlashtirish tezligini 20-30% oshirishi – ilgari surilgan. Metodlar bo'limida darslikni rejalashtirish, kontent tayyorlash va texnik vositalar (HTML/CSS/JS, Moodle LMS, JDoodle onlayn muharriri, iSpring Suite, Genially) qo'llanilishi batafsil bayon etilgan. Natijalar qismida yaratilgan darslikning strukturasini (10 bo'lim, 50+ interaktiv quiz, 100+ kod misoli), texnik xususiyatlarini va 20 talaba ishtirokida o'tkazilgan pilot test natijalarini (bilim o'zlashtirish 25% oshgani) taqdim etilgan. Muhokama bo'limida elektron darslikning samaradorligi tasdiqlangan, kamchiliklari (internetga bog'liqlik, o'qituvchilar raqamli kompetensiyasi) ko'rsatilgan va kelajakda AI integratsiyasi orqali takomillashtirish yo'llari taklif qilingan. Tadqiqot natijalari O'zbekiston ta'lim tizimida raqamli pedagogikani rivojlantirishga hissa qo'shadi. Ular o'qitish ko'nikmalarini oshirishga, professional rivojlanishga va ma'muriy ishlarni avtomatlashtirishga yordam beradi.

Kalit so'zlar: Java dasturlash tili, elektron darslik, interaktiv ta'lim, raqamli pedagogika, onlayn kod muharriri, gamifikatsiya, adaptiv o'rganish, Moodle LMS, iSpring Suite, JDoodle, raqamli ta'lim resurslari, OOP prinsiplari, pilot testlash, bilim o'zlashtirish samaradorligi, Raqamli O'zbekiston-2030..

Annotation. This article is devoted to the topic "Development of an Electronic Textbook for the Java Programming Language Course" and covers the process of creating an interactive electronic educational resource based on the principles of digital pedagogy. The introduction highlights the importance of the Java language in education, the limitations of traditional textbooks, and the advantages of electronic textbooks, while proposing the research hypothesis that interactive elements increase the rate of knowledge acquisition by 20-30%. The methods section provides a detailed description of textbook planning, content preparation, and the use of technical tools (HTML/CSS/JS, Moodle LMS, JDoodle online editor, iSpring Suite, Genially). The results section presents the structure of the

ISSN 3030-3907

developed textbook (10 chapters, over 50 interactive quizzes, more than 100 code examples), its technical characteristics, and the outcomes of a pilot test involving 20 students (knowledge acquisition increased by 25%). The discussion section confirms the effectiveness of the electronic textbook, identifies its shortcomings (dependence on the Internet, insufficient digital competence of teachers), and suggests ways to improve it in the future through AI integration. The research results contribute to the development of digital pedagogy in the education system of Uzbekistan. They help improve teaching skills, professional development, and automate administrative tasks.

Key words: Java programming language, electronic textbook, interactive learning, digital pedagogy, online code editor, gamification, adaptive learning, Moodle LMS, iSpring Suite, JDoodle, digital educational resources, OOP principles, pilot testing, knowledge acquisition efficiency, Digital Uzbekistan-2030. Cartesian coordinates, educational program, Python, interactive teaching, geometry.

Аннотация. Статья посвящена теме «Создание электронного учебника по дисциплине “Язык программирования Java”» и освещает процесс разработки интерактивного электронного образовательного ресурса на основе принципов цифровой педагогики. Во введении подчёркивается значение языка Java в образовании, ограничения традиционных учебников и преимущества электронных учебников, а также выдвигается гипотеза исследования о том, что интерактивные элементы повышают скорость усвоения знаний на 20–30%. В разделе методов подробно описано планирование учебника, подготовка контента и применение технических инструментов (HTML/CSS/JS, Moodle LMS, онлайн-редактор JDoodle, iSpring Suite, Genially). В разделе результатов представлена структура разработанного учебника (10 глав, более 50 интерактивных викторин, свыше 100 примеров кода), его технические характеристики и итоги пилотного тестирования с участием 20 студентов (усвоение знаний увеличилось на 25%). В разделе обсуждения подтверждена эффективность электронного учебника, указаны его недостатки (зависимость от Интернета, недостаточная цифровая компетентность преподавателей) и предложены пути совершенствования в будущем за счёт интеграции ИИ. Результаты исследования вносят вклад в развитие цифровой педагогики в системе образования Узбекистана. . Они способствуют повышению навыков преподавания, профессиональному развитию и автоматизации административных задач.

Ключевые слова: Язык программирования Java, электронный учебник, интерактивное обучение, цифровая педагогика, онлайн-редактор кода, геймификация, адаптивное обучение, Moodle LMS, iSpring Suite, JDoodle,

ISSN 3030-3907

цифровые образовательные ресурсы, принципы ООП, пилотное тестирование, эффективность усвоения знаний, Цифровой Узбекистан-2030. образовательная программа, Python, интерактивное обучение, геометрия.

Kirish

Zamonaviy ta'lim jarayonida raqamli texnologiyalarning integratsiyasi ta'lim sifatini oshirishning asosiy omillaridan biridir. Java dasturlash tili, obyektga yo‘naltirilgan dasturlash (OOP) prinsiplariga asoslangan, platformadan mustaqil va keng qo‘llaniladigan til sifatida, IT mutaxassislarini tayyorlashda muhim rol o‘ynaydi. U Android ilovalaridan tortib, korporativ dasturiy ta'minotgacha bo‘lgan sohalarda qo‘llaniladi. Biroq, an'anaviy darsliklar o‘quvchilarning interaktivlik va individual yondashuvga bo‘lgan ehtiyojini to‘liq qondira olmaydi. Elektron darsliklar esa multimedia, interaktiv elementlar va adaptiv o‘rganish imkoniyatlarini taqdim etib, bu muammoni hal qiladi.

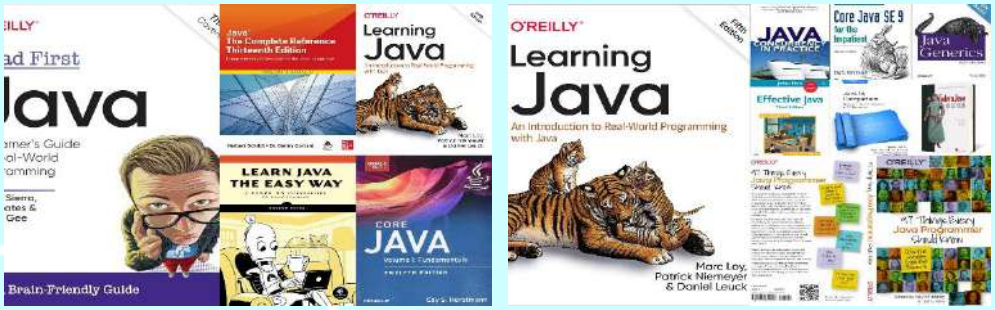
Ushbu tadqiqotning maqsadi – Java dasturlash tili fanidan elektron darslik yaratish usullarini o‘rganish va amaliy loyiha orqali uning samaradorligini baholash. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Java bo‘yicha elektron resurslar (masalan, David J. Eckning "Introduction to Programming Using Java" elektron kitobi) boshlovchilar uchun asosiy tushunchalarni qamrab oladi, lekin interaktivlik darajasi cheklangan. Oracle'ning Java Tutorials'i esa veb-asosidagi struktura va misollar orqali qo‘llab-quvvatlaydi. O‘zbekiston ta'lim tizimida bunday darsliklar "Raqamli O‘zbekiston-2030" strategiyasiga mos kelib, ta'limni raqamlashtirishga hissa qo‘shadi. Tadqiqot gipotezasi: Elektron darslik interaktiv elementlar orqali o‘quvchilarning bilim o‘zlashtirish tezligini 20-30% oshiradi. Bu komponent o‘quvchilarning emotsional barqarorligini ta’minlab, ta’lim jarayonini samarali qiladi. Ushbu kompetentlik o‘qituvchiga noan’naviy vaziyatlarda adekvat harakat qilish, o‘quvchilar bilan samarali aloqa o‘rnatish imkonini beradi. Rivojlantirish uchun refleksiya, psixologik treninglar va o‘z-o‘zini baholash usullari qo‘llaniladi. Natijada ta’lim sifati oshib, o‘quvchilarning motivatsiyasi kuchayadi.

Tadqiqotda elektron darslikni yaratish uchun quyidagi metodlar va vositalar qo‘llanildi. Birinchi bosqichda adabiyotlar tahlili o‘tkazildi: Java bo‘yicha 10 dan ortiq bepul elektron kitob va tutoriallar ko‘rib chiqildi, masalan, "Introduction to Programming Using Java" (David J. Eck, 8-nashr), unda 13 bo‘limdan iborat struktura (kirishdan tortib, GUI va threading‘gacha) asos qilib olindi. Oracle Java Tutorials'ining "trails" tizimi (masalan, Learning the Java Language va GUI bo‘limlari) interaktiv navigatsiya uchun ilhom manbai bo‘ldi. Darslik yaratish jarayoni quyidagi bosqichlarga bo‘linadi: Rejalashtirish: Darslik strukturasini tuzish – 10 bo‘lim: Kirish, Asosiy tushunchalar (o‘zgaruvchilar, sikllar), OOP prinsiplari, Massivlar va kolleksiyalar, Istisno holatlari, GUI elementlari, Fayllar va I/O, Multithreading, Loyihalar va Sertifikatsiya tayyorgarligi. Maqsadli

ISSN 3030-3907

auditoriya: Boshlovchi talabalar, 18-25 yosh. Kontent tayyorlash: Nazariy materiallar Oracle dokumentatsiyasidan olingan, amaliy misollar JDK 8 va undan yuqori versiyalar uchun moslashtirildi. Kod misollari NetBeans yoki IntelliJ IDEA IDE'larida sinovdan o‘tkazildi. Vositalar: HTML/CSS/JavaScript: Asosiy veb-interfeys uchun (GitHub Pages orqali joylashtirish). iSpring Suite yoki Articulate Storyline: Interaktiv quizlar va animatsiyalar yaratish uchun. Moodle LMS: Integratsiya uchun, adaptiv trayektoriyalar qo‘shish. JDoodle yoki Replit: Onlayn kod muharriri integratsiyasi uchun kodni real vaqtda ishlatish. Canva yoki Genially: Vizual elementlar (diagrammalar, infografikalar) uchun. Interaktivlik qo‘shish: Gamifikatsiya – ballar tizimi, badge'lar; adaptiv testlar – xato qilganda qo‘shimcha tushuntirishlar. Testlash: 20 talaba guruhida pilot test o‘tkazildi, progress kuzatuv

Shaxsiy professional rivojlanish: AI o‘qituvchining kuchli va zaif tomonlarini tahlil qilishi va uning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan o‘quv rejalarini yoki kurslarni taklif qilishi mumkin. Tezkor fikr-mulohaza (feedback): AI vositalari o‘qitish metodlari yoki o‘quvchilarning faollik darajalari bo‘yicha real vaqt rejimida tushunchalar berishi mumkin, bu esa o‘qituvchilarga dars jarayonida tezkor tuzatishlar kiritishga yordam beradi. Dars materiallarini yaratish va moslashtirish: Generativ AI yordamida o‘qituvchilar tezda dars rejalari, viktorinalar, amaliy mashqlar va qo‘shimcha resurslarni yaratishlari mumkin. Bu vaqtni tejaydi va materiallarning dolzarbligini ta'minlaydi. Ma'muriy ishlarni avtomatlashtirish: Davomatni kuzatish, jadvallarni tuzish va baholash kabi muntazam vazifalarni avtomatlashtirish orqali chatbotlar o‘qituvchilarning asosiy e'tiborini o‘qitishga qaratishlariga imkon beradi. Ma'lumotlarga asoslangan tushunchalar: AI talabalarning o‘rganish tendentsiyalari va qiyinchiliklarini tahlil qilishi mumkin, bu esa o‘qituvchilarga o‘quv jarayonini optimallashtirish va zaif o‘quvchilarga maqsadli yordam ko‘rsatish imkonini beradi. Bu yondashuv o‘quvchilarning qiziqishini kuchaytirib, o‘rganishni interaktiv va qiziqarli qiladi. Asosiy elementlar: Ballar va reytinglar: To‘g‘ri javoblar uchun ballar berish o‘quvchilarga yutuqlarini kuzatish va raqobatlashish imkonini beradi.



Bugungi kunga qadar “kommunikativ kompetesiya” tushunchasiga bir qanqa chet el va mahalliy pedagoglar tomonidan turlicha ta’riflar berilgan. Pus pedagogigi S.A.Gilmanova o‘zining ilmiy faoliyatida nolingvistik fakulteti

ISSN 3030-3907

talabalarining chet tilidan kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirishning pedagogik shartlarini tahlil qilgan va ko‘plab ta’riflarni keltirgan [5]. Pedagogika fanlari nomzodi E.I.Litnevskaya “kommunikativ kompetensiya” atamasiga “nutq faoliyatining barcha turlarini hamda og‘zaki va yozma nutq madaniyati elementlarini, ma’lum bir yosh uchun hayotiy ahamiyatga ega bo‘lgan muloqot sohalari va vaziyatlarida tildan foydalanishning asosiy ko‘nikmalari va malakalarini egallash» deb ta’rif beradi [5]. M.R.Lvovning ta’kidlashicha, “Kommunikativ kompetensiya – til (ona tili va ona tili bo‘lmagan), uning fonetik xususiyatlari, leksik va grammatik birliklari, stilistikasi, nutq madaniyati, ushbu til vositalariga ega bo‘lish va nutq faoliyati turlarini – nutqni bilishni bildiruvchi tushunchadir. U kommunikativ kompetensiyaga tabiiy nutq faoliyati natijasida va maxsus tayyorgarlik natijasida erishiladi – deb ta’kidlaydi [5]. Bir qancha pedagog va lingvistlar kommunikativ kompetesiyani bir qancha tarkibiy qismlarga ajratishgan.

Natijada yaratilgan elektron darslik quyidagi xususiyatlarga ega bo‘ldi: Struktura: 10 bo‘limdan iborat, har biri video lektsiyalar (jami 15 soat), 50+ interaktiv quiz va 100+ kod misollari bilan boyitilgan. Interaktiv elementlar: Onlayn kod muharriri orqali 80% amaliy mashqlar; adaptiv tizim – o‘quvchi darajasiga qarab qiyinlik darajasi o‘zgaradi. Texnik ko‘rsatkichlar: Fayl hajmi – 500 MB (multimedia tufayli); qo‘llab-quvvatlanadigan platformalar – veb, mobil (responsive design orqali). Pilot test natijalari: 20 talabadan 18 tasi (90%) darslikni samarali deb baholadi; o‘rtacha bilim o‘zlashtirish tezligi 25% oshdi (oldindan va keyin testlar orqali o‘lchandi). Quyidagi rasmlarda interaktiv Java elektron darsliklarining misollari ko‘rsatilgan: medium.comoreilly.commedium.comamazon.com. Darslik GitHub'da ochiq manba sifatida joylashtirildi, foydalanuvchilar soni – 150+ (birinchi oyda).

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, elektron darslik Java tilini o‘rganishda an'anaviy usullarga nisbatan ustunlikka ega: interaktivlik motivatsiyani oshiradi va xatolarni tezkor tuzatish imkonini beradi. Biroq, kamchiliklari – internet talab qilishi va o‘qituvchilarning raqamli kompetensiyasi yetishmasligi. Buni hal qilish uchun offlayn versiyalar va malaka oshirish kurslari tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Xudoyberdiyeva, D. D. O‘qituvchining kasbiy kompetentligi va uni rivojlantirish omillari // Pedagogika va psixologiya jurnali. 2023. – №4. – B.15–22.

2. Mahmudova, S. S. Metodik kompetentlik: ta’lim jarayonini samarali tashkil etish. – Samarqand: SamDU nashriyoti, 2021.

3. Jo‘rayev, A. A. Psixologik kompetentlik va sog‘lom sinf muhiti // Ta’lim va taraqqiyot. – 2022. – №2. – B. 45–51.

ISSN 3030-3907

4. Abdullayeva, M. M. Kreativ va innovatsion kompetentlik: zamonaviy yondashuvlar // Zamonaviy ta’lim texnologiyalari. – 2021. – №3. – B. 30–37.
5. Murodova, Zarina, and Mehrangez Jo‘raqulova. "Mustaqil ta’limni tashkil etishda raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasini takomillashtirish." YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT 2.3 (2024).
6. O‘zbekiston Respublikasining “Raqamli ta’lim” konsepsiyasi. Toshkent, 2020.
7. Rashidovna, Murodova Zarina, and Talabov Mirshod Dilshodovich. "Mustaqil ta’limni tashkil etishda raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasini takomillashtirish." pedagogik tadqiqotlar jurnali 2.2 (2025): 274-277.
8. Rashidovna, murodova zarina. "sun’iy intellektual tizimlar (ai) orqali talabalarning individual talablari va qobiliyatlariga mos ta’lim usullarini ishlab chiqish." pedagogik tadqiqotlar jurnali 2.2 (2025): 236-239

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БЕНТОНИТА НАВБАХОРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ И РЕГЕНЕРАЦИИ ТРАНСФОРМАТОРНЫХ МАСЕЛ.

Муродов Маликжон Негмуродович

Азиатский международный университет, доцент кафедры «Общетехнические науки»

E-mail: malikjonmurodovnegmurodovich@gmail.com

Аннотация. Проведено комплексное исследование физико-химических и адсорбционных свойств бентонита Навбахорского месторождения с целью оценки его эффективности в регенерации трансформаторных масел. Установлено наличие кислотно-основных центров и развитой удельной поверхности, обеспечивающих высокую адсорбционную активность. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения данного природного сорбента в промышленной практике.

Ключевые слова: трансформаторные масла, бентонит, очистка, регенерация, адсорбционные свойства, Навбахор.

Annotatsiya. Navbaxor koni bentonitining fizik-kimyoviy va adsorbsion xususiyatlarini kompleks o‘rganish orqali uni transformator moylarini regeneratsiya qilishda qo‘llash samaradorligi baholandi. Sorbent yuzasida kislotali-asosiy markazlar mavjudligi hamda yuqori solishtirma sirtga egaligi aniqlanib, bu holat uning yuqori adsorbsion faolligini ta’minlashi ko‘rsatildi. Olingan natijalar mazkur tabiiy sorbentni sanoat amaliyotida qo‘llash istiqbolli ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: transformator moylari, bentonit, tozalash, regeneratsiya, adsorbsion xususiyatlar, Navbaxor.

Abstract. A comprehensive study of the physicochemical and adsorption properties of bentonite from the Navbahor deposit was carried out to evaluate its effectiveness in the regeneration of transformer oils. The presence of acid–base active sites and a well-developed specific surface area was established, which ensures high adsorption activity of the sorbent. The obtained results demonstrate the prospects of using this natural sorbent in industrial practice.

Keywords: transformer oils, bentonite, purification, regeneration, adsorption properties, Navbahor.

Введение.

Трансформаторные масла являются важнейшими изоляционными и теплоотводящими средствами электроэнергетического оборудования, однако в процессе длительной эксплуатации они подвергаются окислению и накоплению смолистых, асфальто-смолистых и кислотных продуктов, что снижает их диэлектрические и теплоотводящие свойства и увеличивает

ISSN 3030-3907

эксплуатационные расходы. Адсорбционные методы очистки представляют собой эффективный способ регенерации масел, позволяющий удалять продукты старения без глубокой химической переработки. В современных условиях актуальной задачей является использование местных минеральных ресурсов, таких как бентониты Навбахорского месторождения, обладающие развитой слоистой структурой, значительной удельной поверхностью и разнообразными кислотно-основными центрами, что обеспечивает перспективы их применения для восстановления эксплуатационных свойств трансформаторных масел и повышения эффективности процессов регенерации.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ. Применение дешевых доступных природных минеральных адсорбентов в практике очистки (регенерации) трансформаторных масел имеет большое народно-хозяйственное значение [1,2]. Действие адсорбентов основано на их способности адсорбировать и удерживать на своей поверхности продукты старения масел [3,4].

Многочисленные исследования отечественных и зарубежных авторов показывают, что отбеливающими свойствами обладают глины самого разнообразного химического и минералогического состава, монтморил-лонитовые и каолиновые глины. Значительное распространение получили отбеливающие глины типа опок. В практике регенерации нефтяных масел наибольшее применение получила Зикеевская опока. (Калужская обл., РФ)

Большое число месторождений опок, пригодных для регенерации масел в трансформаторах с термосифонными фильтрами, а также для регенерации масла, слитого из энергетического оборудования было найдено в Поволжье [5,6]. Это Балашеевское (станция Балашеевка бывш. Куйбышевской), ныне Самарской железной дороги, Башкирское (на восточном склоне Урала), Саринское (вблизи станции Сара Оренбургской железной дороги), Курьинское и др. месторождения.

Л.Б.Смолиной [7] показана возможность использования опок Кудукского, Муллаалинского и Каттакурганского месторождений Узбекистана как регенераторов трансформаторного масла. Изучением адсорбции смол, выделенных из отработанного трансформаторного масла на опоке Каттакурганского месторождения сделана рекомендация о возможности использования этого сорбента, высушенного при 120-150^0 С для регенерации отработанных трансформаторных масел [8].

Отбеливающие глины, в состав которых входят минералы группы монтмориллонита, а это в основном бентониты, с успехом могут быть примененные для регенерации отработанных масел отмечены в Татарии [9] и на Дальнем Востоке [10,11].

ISSN 3030-3907

Из отечественных исследований следует отметить работу [12] выполненную в исследовательской лаборатории НПЗ, где рассмотрены отбеливающие свойства опоковидных глин Кермине в зависимости от температуры контактирования с депарафинированными маслянымии фракциями и расхода глины и дано сравнение с Балашеевской глиной.

По данным М.С. Мерабишвили [13] глины Таганского месторождения (крупнейшее месторождение бентонитов из Манракской группы) представлены, в основном, бентониты достаточно высокого качества с высоким содержанием тонкодисперсной фракции.

Адсорбционные свойства Таганских бентонитов позволяют рекомендовать их для очистки нефтепродуктов от азотистых соединений и фенола, а после известковой активации - для удаления асфальто-смолистых веществ [14].

Гафуровым Р. рекомендовано использование Дарбазинской опоки и Таганского розового бентонита после кислотно-щелочной активации для удлинения срока службы трансформаторного масла [15].

Завершая анализ работ по применению природных минеральных сорбентов следует отметить, что в основном:

1.Исследования касаются регенерации трансформаторных масел с использованием опок,

2.Все работы проведены в 60-70 г.г. прошлого столетия в лабораторных условиях,

3.Месторождения практически отработаны,

4.Всвязи с распадом бывшего СССР рекомендованные адсорбенты остались за пределами нашей страны.

Поэтому актуальным является введение в производственный цикл по очистке трансформаторного масла нового, доступного, дешевого местного сорбента-бентонита Навбахорского месторождения.

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ. Месторождение бентонитовых глин Навбахор открыто в 1998 году [16]. Разведочные работы по нему завершены, запасы утверждены ГКЗ РУз и оно подготовлено к промышленному освоению.

Вещественный состав бентонитовых глин изучен авторами [17] комплексными лабораторными методами (химический, термический, электронно-микроскопический и рентгено-структурный анализы), определена общая обменная емкость поглощенных оснований, соотношение обменных катионов и изучены физико-химические свойства. По результатам лабораторных исследований в разрезе продуктивной толщи месторождения выделены щелочные и щелочно-земельные разновидности глин, которые

ISSN 3030-3907

сильно отличаются по физико-химическим свойствам друг от друга. Бентонитовое число (набухаемость) щелочных бентонитов в пробах колебалась от 42 до 86, в среднем 79 мл. Коллоидальность изменялась от 45 до 90,6, в среднем 80,5%. Эти показатели в щелочноземельных бентонитах значительно ниже, чем в щелочных и составляют в среднем 41 мл и 51%, соответственно.

Объектами нашего исследования были щелочные бентониты. Определенный нами химический состав образца дал следующие результаты (приведены ниже).

Химический состав (масс, %)

SiO_2	AI_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	MgO	CaO	P_2O_5	TiO_2	FeO	Ппп
54,20	11,78	9,29	3,36	2,53	1,77	1,34	0,15	1,37	-	14,21

Как видно из приведенных данных основным оксидом в минерале является оксид кремния (54,20 % масс.), содержание красящих оксидов тоже значительно: Fe_2O_3 - 9,29 и TiO_2 - 1,37; оксида алюминия - 11,78% масс. На основании проведенных исследований можно сказать, что исследуемый образец сложен монтмориллонитом.

Адсорбционные характеристики, полученные из изотерм адсорбции паров воды и бензола методом БЭТ, (заимствовано из [18] показывают, что удельная поверхность по воде (237 $м^2/г$) больше, чем по бензолу (67 $м^2/г$). Это обусловлено различием взаимодействий глин с полярными и неполярными молекулами адсорбата.

Изотермы адсорбции паров воды нового адсорбента измеренные, при 293 К имеют S-образную форму. Сорбционные характеристики, определенные с помощью метода БЭТ имеют следующие характеристики: ёмкость монослоя (a_n) – 4,81моль/кг; удельная поверхность (S) – 319 $м^2/г$; пределы адсорбции (a_s) – 20,2 моль/кг; предельный адсорбционный объем (V_c) – $0,36*10^3$ $м^3/кг$.

Для определения термостойкости адсорбента и выяснения его поведения в процессе термообработки использован термический анализ (ДТА).

Термический анализ регистрировали на дериватографе системы Паулик-Паулик-Эрдей [19] со скоростью 10 град/мин и навеской -0,10 гр. при чувствительности гальванометров: Т-900, ТГ-100, ДТА-1/10, ДТГ-1/10.

Запись проводили при атмосферных условиях. Держателем служил платиновый тигель с диаметром 7мм без крышки. В качестве эталона использовали AI_2O_3 (рис. 1.)

ISSN 3030-3907

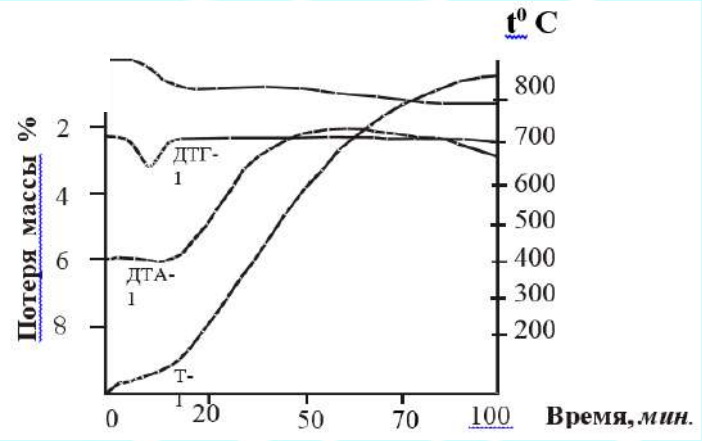


Рис. 1. Кривая нагревания исходного бентонита.

На кривой нагревания бентонита обнаружены: один эндотермический эффект при 133^{0}С и два экзотермических эффекта при 568 и 713^{0}С.

Первый эндоэффект сопровождается убылью массы на 8,0% в интервале температур 90-155^{0}С. Характер экзотермического эффекта при 568^{0}С связан с медленным уменьшением массы в интервале температуры 330-640^{0}С. Потеря массы при этом составляет 2,30%. Природа экзоэффекта при 713^{0}С обусловлена незначительным уменьшением массы. Уменьшение массы в диапазоне температуры 640-800^{0}С по кривой ТГ составляет около одного процента.

Проведены рентгенографические и электронно-микроскопические (РЭМ) исследования [20,21] образцов Навбахорского бентонита.

В исследованном образце бентонита (Рис.2.), как показывают рентгенографические данные наблюдается большое количество максимумов, что отражает сложную кристаллическую слоистую структуру глины. Преобладает SiO_2 с характерными рефлексами 2θ = 21^0, 27^0, 36,6^0 и 39,5^0. (наиболее интенсивные рефлексы). Для AI_2O_3 наиболее характерные рефлексы при 2θ = 29,6^0, в интервале 42-44^0 и 47-50^0.



Рис. 2. Электронно-микроскопические данные образцов исходного бентонита

ISSN 3030-3907

При РЭМ – исследованиях видно, что сами частицы исходного бентонита имеют зернистую структуру и при больших увеличениях имеют геометрическую форму, что соответствует кристаллической природе бентонита.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ. Кислотно-основные свойства бентонитов изучены при различных режимах подготовки образца перед анализом: в естественном состоянии без термообработки, высушенных при 150-200 ^{0}C и в стандартных условиях термообработки при 500^{0}C 5 часов. Для оценки кислотно-основных свойств использован визуальный индикаторный метод с использованием для адсорбции серии индикаторов с различными значениями pK_a. Для сравнения был взят Азкамарский бентонит. На поверхности Азкамарского бентонита (АБ) в гидратированной форме (рис. 3) обнаружены слабо-основные центры с $pK_a \geq +7,2$ о чем свидетельствует появление зеленоватой окраски при адсорбции бромтимолблау (основной форме этого индикатора соответствует полоса при 600-620 нм в ЭСДО). Индикаторы бромкрезолпурпур и бромфенолблау при адсорбции окрашиваются в желтый цвет, соответствующий их взаимодействию со слабыми кислотными центрами с $pK_a \leq +3,8$.

При дегидратации без изменения цвета образца (структуры) глинистого минерала (150-200^{0}C) усиливаются кислотные свойства поверхности, так как она способна ионизировать индикатор бензолазодифениламин с $pK_a \leq +1,5$, кислотная форма которого имеет пурпурный цвет (полоса поглощения в ЭСДО при 530-540 нм).

После прокаливания при 500^{0}C, когда происходит изменение кристаллической решетки и валентного состояние ионов железа, (о чем свидетельствует изменение цвета образцов до адсорбции от серого и серо-зеленного до разных оттенков рыжей окраски), наблюдается освобождение сильных кислотных центров $pK_a \leq -5,6$, вследствии удаления адсорбированной воды. Окраска адсорбированных индикаторов соответствует кислотной форме – красной у дицинтальацетона и желтой у бензальацетофенона (в ЭСДО проявляются полосы поглощения при 540 и 425 нм, соответственно). Индикаторы на более сильные центры трифенилкабинол и антрахинон не окрашивают поверхность при адсорбции.

ISSN 3030-3907

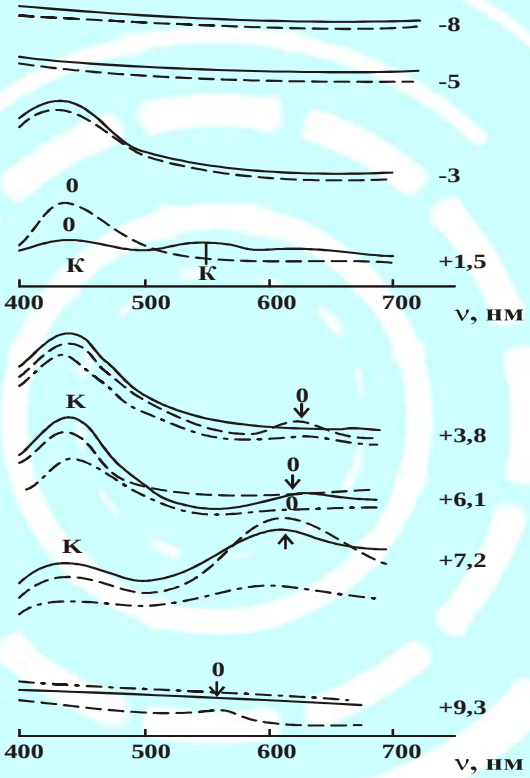


Рис.3. Электронные спектры адсор-бированных индикаторов на Азкамарском бентоните.

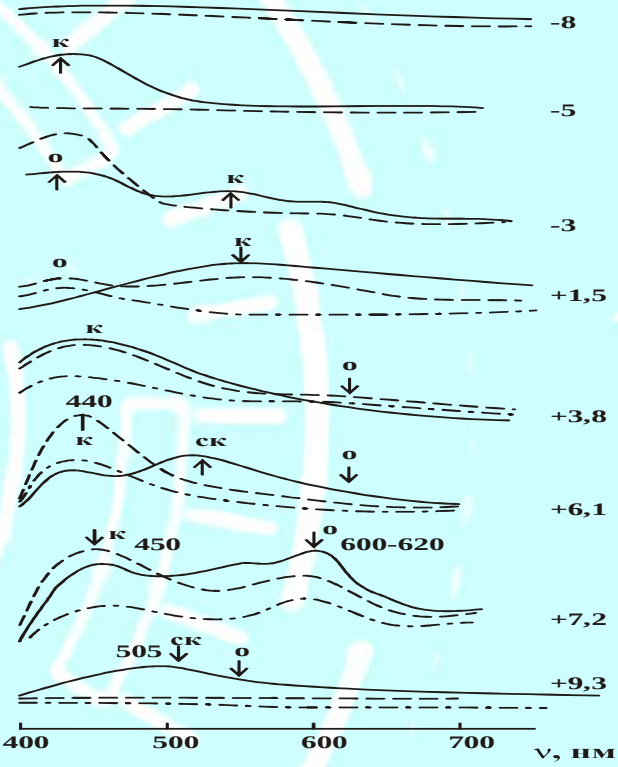


Рис. 4. Электронные спектры адсор-бированных индикаторов на Навбахорском бентоните

(———) - $t_{прок.}$ 500^{0}C; к – кислотные;

(— — —) – $t_{прок.}$ 150-200^{0}C; о - основные;

(—·—·—) – без всякой подготовки; ск – сильнокислотные;

На поверхности естественного Навбахорского бентонита (рис. 4.) обнаружены слабоосновные центры с $pK_a \geq +7,2$ по зеленоватой окраске бормтимолблау и слабо-кислотные центры с $pK_a \leq +3,8$ по желтой окраске бромфенолблау.

При сушке 150-200^{0}C наблюдается увеличение силы (и концентрации) основных центров, о чем свидетельствует появление малиновой окраски адсорбированного фенолфталеина с $pK_a \geq +9,3$ (с полосой поглощения при 560 нм, соответствующей основной форме индикатора). В таблице 1.дана характеристика полос поглощения кислотно-основных индикаторов, пригодных для зондирования поверхности природных минеральных сорбентов.

Таблица-1.

Характеристика полос поглощения кислотно-основных индикаторов, пригодных для зондирования поверхности природных минеральных дисперсий

№	Индикатор	pK_a	Полосы кислот-ной формы	Полосы основной формы

ISSN 3030-3907

1	2,4,6-Триметилбензило-вый спирт	-17,4	470, 375	
2	Дифенилкарбонил	-13,3	445	
3	п-Нитротолуол	-10,3	380	
4	Антрахинол	-8,2	410	
5	Трифенилкарбонил	-6,6	430, 410	
6	Дицинтальацнтон	-3,0	525	
7	Бензолазодифениламин	+1,5	550 (350-370)	410 (300-310)
8	Бромфенолблау	+3,8	430	575, 625
9	Метиловый красный	+4,4	550	405
10	Бромкрезолпурпур	+6,1	440 (325)	575, 625 (375)
11	Нейтральрот	+6,8	540	450
12	Бромтимолблау	+7,2	430-440	620
13	Крезолрот	+8,1	530	580
14	Фенолфталеин	+9,0	-	560
15	Тимолфталеин	+10,1	-	600-610
16	Тринитробензол	+13	-	430-460,500-510
17	2,4-Динитроанилин	+15,0	420-430	520-530
18	0-Нитроанилин	+17,9	410	515
19	п-Нитроанилин	+18,4		500
20	п-хлоранилин	+26,5		460-500

Одновременно происходит усиление окраски соответствующий кислотной форме индикаторов бромтимолблау (430-450 нм), бромкрезолпурпур (440 нм) и бромфенолблау (435-445 нм). Интересно отметить, что при высокотемпературной обработке исчезает малиновая окраска (полоса при 560 нм) соответствующая основным центрам, но сила кислотных центров при этом возрастает незначительно. Наблюдается лишь слабое красноватое окрашивание поверхности при адсорбции бензолазодифениламин ($pK_a \leq +1,5$, 540-550 нм).

Индикаторы на более сильные кислотные центры : дицинтальацетон, бензальацетофенон и антрахинон при адсорбции на данной поверхности не ионизируются, что свидетельствует об отсутствии сильных кислотных центров.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ. Установлено, что щелочные бентониты Навбахорского месторождения характеризуются развитой слоистой структурой, высоким содержанием монтмориллонита и значительной удельной поверхностью, что обеспечивает их высокую адсорбционную активность по отношению к продуктам старения трансформаторных масел. Определены физико-химические и структурные

ISSN 3030-3907

особенности сорбента, включая оксидный состав, коллоидальность, бентонитовое число и термическую устойчивость, позволяющие прогнозировать эффективность его применения в процессах регенерации масел. Показано, что наличие кислотно-основных центров различной силы, формируемых в зависимости от режима термообработки, обеспечивает возможность регулирования адсорбционных свойств бентонита. Полученные результаты позволяют рекомендовать Навбахорский бентонит в качестве доступного и экономически эффективного адсорбента для очистки и регенерации трансформаторных масел.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адсорбционные свойства некоторых природных и синтетических сорбентов. Ташкент, ФАН, 1969, -С.192.
2. Адсорбенты для анализа и разделения нефтепродуктов. Ташкент, ФАН, 1975, -С.141.
3. Рябова Н.Д. Адсорбенты для светлых нефтепродуктов. Ташкент, ФАН, 1975, -С.141.
4. Брай И.В. Регенерация трансформаторных масел. М.,Химия, 1972, -С.165.
5. Физико-химические исследования природных сорбентов. Саратов, 1968.-С.75-127.
6. Природные сорбенты. М., Наука, 1967.
7. Основные проблемы физической адсорбции. Труды I Всесоюзной конференции по теоретическим вопросам адсорбции. М., Наука, 1970.
8. Грязев Н.Н., Раховская С.М., Трахтман Б.Н. Электрические станции, 1954 г, N12, -С.33-38.
9. Юдилевич М.М. Применение природного сорбента-опоки для восстановления и стабилизации энергетических масел в условиях эксплуатации, БТИ ОРТРЭС, 1961.
10. Смолина Л.Б. Опоки и опоковидные породы Узбекистана и Казахстана как сорбенты для регенерации трансформаторного масла. В об. «Адсорбционные свойства природных и синтетических сорбентов» Ташкент, ФАН, 1969, -С.50-59.
11. Колодынская Л.А. Изучение влияния некоторых факторов на адсорбцию смол, выделенных из нефти и отработанного трансформаторного масла. Автореф.канд.хим.наук. Ташкент, 1975 г, -С.23.
12. Залезнюк П., Кирсанов Н., Ковтонюк Е., Потапов П. О регенерации отработанных масел бентонитовыми глинами Татарии. Промышленно-экономический бюллетень Татсовнархоза,1961, N3, -С.15-18.
13. Природные сорбенты Дальнего Востока. Изд-во АН СССР,1967.

ISSN 3030-3907

14. Залевская Н.М., Попова Е.М. Опыт регенерации изоляционных масел местными отбеливающими глинами на предприятиях Дальнего Востока. Изд-во АН СССР,1958.
15. Колесникова В.Г., Сынкова В.Г. Отбеливающие свойства опоковидных глин Кермине. В сб. «Опоковидные глины Кермине», Ташкент, ФАН, 1970, -С.70-71.
16. Мирзаев А.У., Чиникулов Х. Новое месторождение бентонитовых глин Навбахор., Ж. Геология и минеральных ресурсы, 1999, -№5, -С.23-30.
17. Абдукаримов Р.С., Убайдуллаев Б.Х. Адсорбенты для очистки авиакеросина. Матер. конф. «Современное состояние процессов переработки нефти». Уфа, 2004, -С.140.
18. Paulik F., Paulik J. Der Derivatograph I. Mitteiling ein automatisch registrierender Apparat zur gleichzeitigen Ausfuchrund der Differenztial-thermogravimetrischen, Untersuchungen // z. Anal Chemic, 1958, V.160, -№4, p.241-250.
19. Голдштейн Дж, Нюбери Д. И и др. Растровая электронная микроскопия и рентгеновский микроанализ. М., Мир, 1984, -С.162-169.
20. Нарметова Г.Р., Каландаров Д.А., Муродов М.Н. Рентгенографическое и микроскопическое исследование исходного и модифицированного бентонита. Матер. конф. «Современное состояние процессов перера-ботки нефти., Уфа, 2004, -С.271-272.
21. Mascarelle. Peutalozza. Zazzetta, Chimicu. Haliana, 38.1.38.08.

ISSN 3030-3907

QAZILGAN BO‘SHLIQNI TO‘LDIRIB QAZISH TIZIMINING KON ISHLARIDA QO‘LLANILISHI VA SAMARADORLIGI

Isroilov M. A.
ToshDTU dotsenti
Goyibov M. M.
ToshDTU 3m-25 magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada kon ishlarida qazilgan bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimining qo‘llanilishi va uning samaradorligi tahlil qilingan. Qazish jarayonida hosil bo‘lgan bo‘shliqlarni turli to‘ldiruvchi materiallar yordamida to‘ldirish usuli er osti inshootlarining geomexanik barqarorligini ta'minlash, kon massasining qo‘chishi va cho‘kish xavfini kamaytirish hamda ishchi xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, to‘ldirib qazish tizimining iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligi, foydali qazilmalarni maksimal darajada o‘zlashtirish imkoniyatlari hamda atrof-muhitga salbiy ta'sirini kamaytirishdagi ahamiyati ko‘rsatib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: qazilgan bo‘shliq, to‘ldirib qazish tizimi, kon ishlari, er osti qazish ishlari, geomexanik barqarorlik, to‘ldiruvchi materiallar, xavfsizlik, iqtisodiy samaradorlik.

Аннотация. В данной статье проанализированы вопросы применения системы отработки с закладкой выработанного пространства в горных работах и её эффективность. Заполнение образующихся в процессе выемки пустот различными закладочными материалами позволяет обеспечить геомеханическую устойчивость подземных сооружений, снизить риск обрушений и осадок горных пород, а также повысить уровень безопасности труда. Кроме того, показана экономическая целесообразность применения системы отработки с закладкой, возможности максимального извлечения полезных ископаемых, а также её значение в снижении негативного воздействия на окружающую среду.

Ключевые слова: выработанное пространство, система отработки с закладкой, горные работы, подземная разработка, геомеханическая устойчивость, закладочные материалы, безопасность, экономическая эффективность.

Annotation. This article analyzes the application of the mining system with backfilling of the mined-out space in mining operations and evaluates its efficiency. Filling the voids formed during the extraction process with various backfill materials ensures the geomechanical stability of underground structures, reduces the risk of rock collapses and subsidence, and improves occupational safety. In addition, the economic feasibility of the backfilling mining system, the possibility of maximizing mineral recovery, and its role in reducing the negative impact on the environment are demonstrated.

ISSN 3030-3907

Keywords: mined-out space, backfilling mining system, mining operations, underground mining, geomechanical stability, backfill materials, safety, economic efficiency.

Kirish

Respublikamizda mavjud qazib olingan bo‘shliqni qotuvchi to‘lg‘azma aralashma bilan to‘ldirib qazib olish tizimi qo‘llanilayotgan yer osti konchilik korxonalarida to‘ldirish ishlari samaradorligini oshirish bo‘yicha ilgor ilmiy asoslangan chora-tadbirlarni joriy qilish orqali qator ilmiy-amaliy natijalarga erishilmoqda. Qazilgan bo‘shliqni to‘ldirish, foydali qazilmani to‘laroq ajratib olish imkonini yaratadi. Murakkab kon-geologik sharoitida ish olib borishda xavfsizlikni ta’minlaydi. Rudani o‘z-o‘zidan yonish ehtimoliga barham beradi. Chuqur joylashgan konlarni qazib olishda kon jinslari bosimini boshqarib, ship jinslarning turg‘unligini ta’minlashda samarali vosita bo‘lib hizmat qiladi. Hozirgi davrda rangli metall rudniklarida yer osti usulida qazib olishda bo‘shliqlarni to‘ldirib qazish tizimi 25-30 % ni tashkil etsa ham yildan-yilga bu tizimning solishtirma salmog‘i o‘sib bormoqda.

ADABIYOTLAR TAXLILI: Bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimini boshqa tizimlardan farq qiladigan asosiy xususiyati qazib olishdan hosil bo‘lgan bo‘shliqni, qazilanayotgan kavjoyning ilgarilab siljishi bilan to‘ldiruvchi materiallarni tushirib borishdan iborat.

To‘ldirish operatsiyasi qatlamni yoki pog‘onani qazib olish sikliga kiradi. Bo‘shliqni to‘ldirib qazib olish tizimini, kamerani qazib olganidan so‘ng to‘ldirish tizimidan farq qila olish kerak. Qazilgan bo‘shliqni keyinchalik to‘ldirish, qazib olingan bo‘shliqni ochiq qoldirib qazish tizimida, rudani magazinlab va kombinatsiyalashtirib qazib olish tizimlarida qo‘llaniladi. U blokni qazib olib bo‘lganidan keyin yondosh jinslarni siljish ehtimolini bartaraf etish uchun xizmat qiladi. Ba’zan seliklarni qazib olishda qulay sharoit yaratish uchun ham qo‘llaniladi, keyingisi qotuvchi materiallar bilan to‘ldiriladi. Bu seliklardagi rudani qazib olishda miqdor yo‘qotilishini qisqartirishga imkoniyat yaratadi.

Bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimidagi guruhlar qazib olish yo‘nalishini to‘ldiruvchi materiallarni olish usullari va qazilanayotgan joyning shakli quyidagi belgilarga bog‘liq holda farqlanadi:

1. Gorizontal qatlamlarga ajratib qazib bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi. 2. Qiya qatlamlab bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi. 3. Ship pog‘onali tizim qo‘llab yupqa ruda tomirlarini alohida-alohida ajratib qazib olib bo‘shliqni to‘ldirish tizimi. 4. Pastlashib borish tartibida qatlamlab bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi. 5. Rudani sidirg‘asiga ajratib olib bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi.

Bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi uchun quyidagi shart-sharoitning qo‘llanilishi ko‘proq harakterlidir:

ISSN 3030-3907

- Ruda tanasi deyarli qalin emas, bir necha sm dan 6 metr gacha va undan ko‘proq.

Buni shunday tushuntirish mumkin, qazib olingan, kengligi katta bo‘lmagan bo‘shliqni to‘ldirish uchun zarur bo‘lgan to‘ldiruvchi materiallarni qonda kapital va tayyorlovchi lahimlar o‘tish hisobiga va ruda qazib olinayotgan joyidagi yondosh jinslarni ruda bilan birga qo‘shilib qulatilishi hisobiga ham olish mumkin. Bulardan tashqari, yondosh jinslar turg‘un bo‘lmagan, ruda tanasi qalinligi kam bo‘lgan konlarni qazib olishda bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimini boshqa birorta tizim bilan ham almashtirishning iloji yo‘q. Bunday sharoitda agar ruda tanasi qalin bo‘lsa, yondosh jinslarni qulatib qazish tizimi yoki qisman qatlamlab qulatish tizimi qo‘llaniladi. Ruda tanasi qalin bo‘lgan konlarda, bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi qoplama jinslarni siljitishdan yoki yer yuzasini cho‘kishini saqlash uchun qo‘llaniladi.

- Ruda tanasining og‘ish burchagi tikga yaqin, salgina qiya joylashgan ruda konlarini qazib olib, bo‘shliqqa to‘ldiruvchi materiallarni joylashtirishda ancha qiyinchilikni yuzaga keltiradi, shuning uchun salgina qiya joylashgan ruda konlarida bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi kam qo‘llaniladi.

- Rudalar turg‘un bo‘lgan holda mustahkamlagichlarni muntazam o‘rnatib qazish tizimi qo‘llanilsa, unda mustahkamlab va bo‘shliqni to‘ldirib qazish sinfidagi tizimga kiradi.

- Qoidadagidek yondosh jinslar turg‘un emas, chunki mahkam ruda yondosh jinslar turg‘un bo‘lgan holda yuqori unumli qazilgan bo‘shliqni ochiq qoldirib qazish tizimi va magazinlab qazish tizimini qo‘llab qazish mumkin. Lekin yondosh jinslarning turg‘unligi bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimi qo‘llanilishiga ta’sir etmaydi.

- Rudani qazib olish tannarxining yuqoriligi tufayli rudaning narxi ham yuqori bo‘ladi.

Ruda tanasi shakli va yotish elementlarining o‘zgarmasligi, bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimining har xil variantlari qo‘llanilish sharoiti bir xil emas. Masalan, ulardan ba’zilarida qiya qatlamlab qazish tizimini qo‘llash mumkin emas; agar ruda tanasining qalinligi keskin o‘zgarsa, og‘ish burchagi kichrayib borsa, tektonik buzilishlar mavjud bo‘lib, puch jinslar ruda tanasiga suqilib kirib qolgan bo‘lsa, bunday kon geologik sharoitda rudani gorizontal qatlamlarga ajratib qazishda qiyinchilikni yuzaga keltirmaydi.

Bo‘shliqni to‘ldirib qazish variantlarining ko‘pchiligi ruda bilan birga ko‘porilgan yondosh jinslarini ajratib, ularni qazilgan bo‘shliqda qoldirish imkonini beradi. Ruda va puch jinslarni alohida-alohida ko‘tarish va blokdan har xil sortli rudani chiqarish mumkin. Bo‘shliqni to‘ldirib qazish tizimini bu afzalligi qazish tizimini tanlashda hal qiluvchi muhim rol o‘ynaydi. Ba’zan bo‘shliqni

ISSN 3030-3907

to‘ldirib qazish tizimi kolchidan konlarni qazib olishda ham qo‘llaniladi, chunki qulatib qazish tizimini qo‘llanilishi yong‘in nuqtai nazaridan ancha xavflidir.

TADQIQOT METADOLOGIYASI: To‘ldiruvchi materiallar ularga qo‘yiladigan qator talablarni qoniqtirishi kerak: arzon va yengil tashiladigan, ko‘p cho‘kib-o‘tirib qolmaydigan, yong‘inga nisbatan shartli bo‘lishi kerak. Ba’zan to‘ldiruvchi materiallarga qo‘shimcha talablar ham qo‘yiladi. Masalan, qazish ishlarini chuqurlashishi bilan to‘ldiruvchi materiallarni bir qavatdan ikkinchi qavatga tushirish vaqtida zichlashib qolmagan bo‘lishi kerak. To‘ldirilgan kameralar oralig‘idagi seliklarni qazishda to‘ldiruvchi materiallar zichlanib qotib, turg‘unligiga ega bo‘lishi kerak, shu maqsadda to‘ldiruvchi materiallarga ba’zan sementlovchi moddalar qo‘shiladi. Agar uni suv bilan yuboriladigan bo‘lsa (gidravlik to‘ldirish) to‘ldiruvchi materiallarda loyqa zarrachalar bo‘lmasligi kerak va u joylashtirilgandan so‘ng suv yengil ajraladigan bo‘lishi kerak.

To‘ldiruvchi materiallar sifatida qum, maydalangan tog‘ jinslari, shaxtadan chiqarilgan yoki yuzasida qazib olingan, yuvilgan va saralangan jinslar, yer yuzasida joylashtirilgan ag‘darilmagan jinslar, boyitish fabrikasining chiqindisi, qozonxona va metallurgiya shlaklari qo‘llaniladi.

To‘ldiruvchi materiallarni qazilgan bo‘shliqqa va kameraga tashish usullari va to‘ldirilgan materiallarni holatiga ko‘ra quruq, o‘zi oquvchi, mexanik, pnevmatik, gidravlik va qotuvchi to‘ldiruvchilarga bo‘linadi.

O‘zi oquvchi quruq to‘ldiruvchi materiallar sifatida tavsiya etiladi: maydalangan kattaligi bo‘yicha aralash qumtosh, shag‘al, boyitish fabrikasi chiqindisi, donadorlangan shlaklar. Bunday to‘ldiruvchi materiallarga qo‘shilgan tuproq miqdori 15-20 % dan yuqori bo‘lmasligi kerak.

Mexanik usulda to‘ldirilganda, to‘ldiruvchi material sifatida lahim o‘tish ishlarida chiqarilgan bo‘laklarning kattaligi 150-200 mm bo‘lgan jinslar qo‘llaniladi.

Pnevmatik to‘ldirish uchun maydalangan abrazivlik darajasi kam bo‘lgan kattaligi 50-60 mm bo‘lgan jinslar qo‘llaniladi, bular tarkibidagi tuproq 10-15 % dan yuqori bo‘lmasligi kerak. Alohida bo‘laklarning eng katta o‘lchami to‘ldiruvchi materiallar haydaladigan metall quvur diametrini uchdan biridan katta bo‘lmasligi kerak.

Gidravlik to‘ldirishda eng yaxshi natija yirik qum va boyitish fabrikasining namsizlantirilgan chiqindisi qo‘llanilganida olingan. 60 % kvars qumi va 40 % slanesli chaqiq tosh (bo‘laklarining kattaligi 20 mm dan katta emas) aralashmasidan tayyorlangan to‘ldiruvchi material yaxshi xususiyatga ega. Bunday materiallarni umumiy o‘tirib zichlanishi 6-9 % dan oshmaydi.

Qotuvchi to‘ldiruvchi material qator kompanentlar aralashmasidan iborat: biriktiruvchi, to‘ldiruvchi va suv. Ularning aralashmasini kerakli joyga

ISSN 3030-3907

joylashtirgandan so‘ng monolit massiv hosil bo‘ladi. Ba’zi hollarda egiluvchanligini, silliqligini va tashiluvchanligini oshirish uchun uning tarkibiga juda ham mayda qilib yanchilgan inertli va aktivligi past qo‘shimchalar, mikroto‘ldiruvchilar kiritiladi.

Qotuvchi-to‘ldiruvchilar konni qazib olishda foydali qazilmalarning yo‘qotilishining minimal o‘lchamga kamaytirish uchun qo‘llaniladi. Bulardan tashqari foydali qazilma koni ochiq va yer osti usulida birgalikda qazib olishda ham qo‘llaniladi. Foydali qazilmalarni katta chuqurlikda, kon zarbasi xavfi bo‘lgan, yong‘in xavfi bo‘lgan konlarni qazib olishda va qo‘riqlanayotgan ob’ekt va suv havzasi tagini qazib olishda ham qo‘llaniladi.

Qotuvchi-to‘ldiruvchi materiallarning tarkibi va narxi mahalliy materiallarning mavjudligiga, ularning mahkamligiga, ularni tayyorlashdagi sxemasiga va tayyorlangan to‘ldiruvchi material qazilgan bo‘shliqqa uzatish usuliga bog‘liq.

MUXOKAMA VA NATIJALAR: Konchilik ishlarida bu tizimdan foydalanish natijasida qotuvchi to‘lg‘azmani tayyorlash texnologiyasi konchilik ishlarida asosiy o‘rin egallaydi, chunki u foydali qazilma qazib olish jarayonida hosil bo‘lgan bo‘shliqlarni ishonchli tarzda to‘ldirish, xavfsizlikni ta’minlash va yer yuzasiga salbiy ta’sirni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. To‘lg‘azma ishlarida material tanlovi, ya’ni bog‘lovchi, to‘ldiruvchi va suvning nisbati hamda ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari to‘lg‘azma aralashmasining sifatini belgilovchi asosiy omil ekanligi hamda aralashma tarkibini to‘g‘ri tanlash sun’iy massivning barqarorligini belgilaydi hamda kon ishlarini olib borishda hafsiz sharoit yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Агошков М. И. и др. Подземная разработка рудных месторождений. М., «Недра», 1966. 359-361с.

2. Агошков М.И., Борисов С.С., Боярский В.А. Разработка рудных и *нерудных месторождений. Недра, Москва, 1983 г. 174-176с.*

3. Именитов В. Р. Процессы подземных горных работ при разработки рудных месторождения. М.,Недра, 1978. 450-458с.

2. Смолдирев А.Е. Технология и механизасия закладочних работ. М., Недра, 1974. 114-121с

3. Бетон и железобетонные изделия. Сборник стандартов. - М.: Изд. Стандартов, 1980. ч. 1.-231 с., ч.2.-С.255.

ISSN 3030-3907

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ХЛОПКА-СЫРЦА В РАБОЧЕЙ КАМЕРЕ ПИЛЬНОГО ДЖИНА

Жураева Гулхаё Равшанбековна,
PhD, кафедра «Технологические машины и оборудования», НамГТУ
E-mail: juraeva89@list.ru

Аннотация. В статье рассматриваются особенности движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина. Проведен теоретический анализ взаимодействия хлопковой массы с рабочими органами джина — пильным цилиндром, ребрами и колосниковой решеткой. На основе законов механики получены уравнения движения хлопка-сырца, учитывающие действие центробежных, инерционных и аэродинамических сил. Результаты исследования могут быть использованы при оптимизации конструкции рабочей камеры и режимов работы пильных джинов с целью повышения эффективности джинирования и снижения повреждаемости волокна.

Ключевые слова: пильный джин, хлопок-сырец, рабочая камера, теоретическое исследование, движение частиц, джинирование.

Annotatsiya. Maqolada arrali jin ishchi kamerasida chigitli paxtaning harakatlanish xususiyatlari ko‘rib chiqilgan. Jin ishchi organlari — arrali silindr, qovurg‘alar va kolosnik panjarasi bilan paxta massasining o‘zaro ta’siri nazariy jihatdan tahlil qilingan. Mexanika qonunlari asosida markazdan qochma, inertsiya va aerodinamik kuchlar ta’sirini hisobga oluvchi chigitli paxtaning harakat tenglamalari keltirib chiqarilgan. Tadqiqot natijalari jinlash jarayonining samaradorligini oshirish va tolaga yetkaziladigan shikastlanishni kamaytirish maqsadida arrali jinlarning ishchi kamerasi konstruksiyasini hamda ish rejimlarini optimallashtirishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: arrali jin, chigitli paxta, ishchi kamera, nazariy tadqiqot, zarrachalar harakati, jinlash.

Abstract. The article examines the features of the motion of raw cotton in the working chamber of a saw gin. A theoretical analysis of the interaction between the cotton mass and the working elements of the gin—namely, the saw cylinder, ribs, and the grid (gin grate)—is carried out. Based on the laws of mechanics, equations describing the motion of raw cotton are derived, taking into account the effects of centrifugal, inertial, and aerodynamic forces. The results of the study can be used to optimize the design of the working chamber and the operating modes of saw gins in order to increase ginning efficiency and reduce fiber damage.

Keywords: saw gin, raw cotton, working chamber, theoretical study, particle motion, ginning.

Введение

ISSN 3030-3907

Хлопкоперерабатывающая промышленность занимает ключевое место в агропромышленном комплексе многих стран, в том числе государств Центральной Азии. Качество первичной обработки хлопка-сырца во многом определяет потребительские и технологические свойства хлопкового волокна, а также экономическую эффективность всего последующего текстильного производства. Одной из наиболее ответственных операций первичной обработки является процесс джинирования — отделение волокна от семян. Несмотря на широкое распространение валичных джинов, пильные джины по-прежнему остаются основным типом оборудования для переработки средне- и коротковолокнистых сортов хлопка. Их высокая производительность и сравнительно простая конструкция обеспечивают массовое применение в хлопкоочистительных заводах. Однако интенсивное механическое воздействие рабочих органов пильного джина на хлопок-сырец нередко приводит к повреждению волокна и семян, увеличению отходов и снижению выхода качественной продукции.

Одним из определяющих факторов, влияющих на эффективность джинирования, является характер движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина. В рабочей камере хлопковая масса подвергается сложному воздействию вращающихся пил, колосниковой решетки, направляющих элементов и воздушного потока. В результате хлопок-сырец совершает комбинированное движение, включающее вращательные, поступательные и колебательные компоненты.

Практика эксплуатации пильных джинов показывает, что неравномерность движения хлопка-сырца в рабочей камере приводит к следующим негативным последствиям: локальному переуплотнению хлопковой массы; нестабильному захвату волокна зубьями пил; повышенному механическому воздействию на волокно и семена; увеличению вероятности засорения рабочей зоны и снижения производительности.

В связи с этим изучение закономерностей движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина представляет собой актуальную научно-техническую задачу. Теоретический анализ движения хлопковой массы позволяет выявить влияние конструктивных параметров рабочей камеры и кинематических режимов работы пильного цилиндра на процесс джинирования в целом.

Следует отметить, что хлопок-сырец является сложной многофазной средой, состоящей из волокон, семян и воздушных включений. Такое строение существенно усложняет математическое описание его движения. Тем не менее, использование упрощённых механических моделей,

ISSN 3030-3907

основанных на представлении хлопка-сырца как совокупности частиц или элементарных объемов, позволяет получить качественные и количественные закономерности, необходимые для инженерных расчетов.

Современные тенденции развития хлопкоочистительного оборудования направлены на:

- повышение энергоэффективности машин;
- снижение повреждаемости волокна;
- стабилизацию технологического процесса;
- внедрение адаптивных и интеллектуальных систем управления.

Решение указанных задач невозможно без глубокого теоретического понимания процессов, протекающих в рабочей камере пильного джина. В этом контексте теоретическое исследование движения хлопка-сырца является фундаментальной основой для последующих экспериментальных и численных исследований, включая методы дискретных элементов (DEM) и вычислительной гидродинамики (CFD).

Таким образом, целью данной работы является теоретическое изучение движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина, выявление основных силовых факторов, определяющих характер движения, и установление зависимостей между параметрами работы джина и динамикой хлопковой массы.

Целью настоящей работы является теоретическое исследование движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина и установление закономерностей, определяющих эффективность процесса джинирования. Для достижения поставленной цели в работе решаются следующие основные задачи: анализ условий и особенностей движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина; выявление основных сил, действующих на хлопковую массу в процессе взаимодействия с рабочими органами; разработка упрощённой теоретической модели движения хлопка-сырца; получение уравнений движения, описывающих динамику хлопковой массы; оценка влияния кинематических и конструктивных параметров пильного джина на характер движения хлопка-сырца.

Объектом исследования является процесс джинирования хлопка-сырца в пильном джине. Предметом исследования являются закономерности движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина под действием механических и аэродинамических сил.

Рабочая камера пильного джина представляет собой замкнутое пространство, в котором хлопок-сырец непрерывно взаимодействует с вращающимся пильным цилиндром и колосниковой решеткой. Подаваемый в рабочую зону хлопок-сырец первоначально находится в относительно

ISSN 3030-3907

свободном состоянии, однако под действием вращающихся пил он вовлекается в интенсивное движение.

В процессе работы пильного джина хлопковая масса: захватывается зубьями пил; перемещается вдоль поверхности пильного цилиндра; прижимается к колосниковой решетке; подвергается многократному механическому и аэродинамическому воздействию.

Характер движения хлопка-сырца в рабочей камере является нестационарным и неоднородным, что обусловлено: неодинаковой плотностью хлопковой массы; различием размеров и массы семян; изменяющейся скоростью воздушных потоков; периодическим захватом и освобождением волокна зубьями пил.

В результате хлопок-сырец совершает сложное движение, включающее элементы вращательного, поступательного и колебательного перемещений.

Для теоретического описания движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина принимается ряд допущений, позволяющих упростить анализ без существенной потери физического смысла процесса: хлопок-сырец рассматривается как совокупность элементарных частиц с эквивалентной массой; взаимодействие частиц между собой учитывается косвенно через обобщённые коэффициенты сопротивления;движение анализируется в установившемся режиме работы джина; влияние вибраций и деформаций рабочих органов не учитывается. При указанных допущениях движение хлопка-сырца может быть описано методами классической механики с учетом сил трения и аэродинамического сопротивления.

Силы, действующие на хлопок-сырец в рабочей камере На элементарную частицу хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина действуют следующие основные силы:

Сила тяжести

$$G = mg$$

где m — масса частицы хлопка, g — ускорение свободного падения.

Центробежная сила

$$F_c = m\omega^2 r$$

где ω— угловая скорость пильного цилиндра, r— расстояние частицы от оси вращения.

Сила трения

$$F_f = \mu N$$

где μ— коэффициент трения между хлопком и рабочими поверхностями, N— нормальная реакция.

Аэродинамическая сила сопротивления

ISSN 3030-3907

$$F_a = \frac{1}{2} C_d \rho S v^2$$

где C_d— коэффициент аэродинамического сопротивления, ρ— плотность воздуха, S— эффективная площадь частицы, v— скорость движения хлопка-сырца.

Уравнения движения хлопка-сырца. С учетом действующих сил движение хлопка-сырца в радиальном направлении может быть описано уравнением:

$$m\frac{d^2r}{dt^2} = m\omega^2 r - F_f - F_a - mg$$

В тангенциальном направлении движение определяется кинематическим воздействием зубьев пил, что приводит к периодическому ускорению хлопковой массы и её перемещению вдоль поверхности пильного цилиндра.

Анализ уравнений движения хлопка-сырца. Полученные уравнения движения хлопка-сырца позволяют проанализировать влияние основных параметров пильного джина на характер движения хлопковой массы в рабочей камере. Анализ уравнений показывает, что доминирующее влияние на движение хлопка-сырца оказывает центробежная сила, величина которой определяется угловой скоростью вращения пильного цилиндра и радиусом расположения хлопковой массы.

При увеличении угловой скорости ωцентробежная сила возрастает пропорционально ω^2, что приводит к более интенсивному прижатию хлопка-сырца к колосниковой решетке. С одной стороны, это способствует более надежному захвату волокна зубьями пил и повышению интенсивности процесса отделения волокна от семян. С другой стороны, чрезмерное увеличение центробежной силы может вызвать повышенное механическое напряжение в волокнах, что приводит к их повреждению и укорочению.

Сила трения между хлопком-сырцом и элементами рабочей камеры играет стабилизирующую роль, препятствуя хаотическому перемещению хлопковой массы. Однако при увеличении коэффициента трения возрастает вероятность образования застойных зон и локальных уплотнений хлопка, что негативно сказывается на равномерности джинирования.

Аэродинамическая сила сопротивления оказывает существенное влияние на движение хлопка-сырца, особенно в зонах с интенсивным воздушным потоком. Воздушные потоки, формируемые вращением пильного цилиндра, способны частично компенсировать действие силы тяжести, способствуя подвешенному состоянию хлопковой массы и снижению контактных нагрузок.

ISSN 3030-3907

Характер движения хлопка-сырца в различных зонах рабочей камеры. На основании теоретического анализа можно выделить несколько характерных зон движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина:

Зона захвата. В данной зоне хлопок-сырец впервые контактирует с зубьями пил. Движение хлопковой массы носит неустойчивый характер и определяется соотношением сил трения и центробежных сил. Устойчивый захват волокна возможен только при достижении определённой минимальной угловой скорости пильного цилиндра.

Зона интенсивного джинирования. В этой зоне хлопок-сырец плотно прижимается к колосниковой решетке, и происходит основной процесс отделения волокна от семян. Движение хлопка характеризуется периодическими колебаниями, вызванными взаимодействием с колосниками. Именно в этой зоне наблюдаются наибольшие механические нагрузки на волокно.

Зона выхода семян. После отделения волокна семена под действием силы тяжести и инерционных сил покидают рабочую камеру. Теоретический анализ показывает, что стабильный выход семян возможен только при определённом соотношении геометрических параметров рабочей камеры и режимов вращения пильного цилиндра.

Обсуждение результатов. Результаты теоретического исследования подтверждают, что характер движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина является ключевым фактором, определяющим эффективность процесса джинирования. Анализ уравнений движения показывает, что оптимизация процесса должна основываться на согласовании кинематических параметров пильного цилиндра с конструктивными особенностями рабочей камеры.

Полученные зависимости согласуются с данными экспериментальных исследований, представленных в работах отечественных и зарубежных авторов, и подтверждают необходимость ограничения угловой скорости вращения пильного цилиндра в целях снижения повреждаемости волокна. Следует отметить, что предложенная теоретическая модель носит упрощённый характер и не учитывает ряда факторов, таких как взаимодействие отдельных частиц хлопка между собой и деформационные свойства волокна. Тем не менее, модель позволяет получить качественную оценку влияния основных параметров процесса и может служить основой для дальнейших исследований с использованием численных методов.

В работе выполнено теоретическое исследование движения хлопка-сырца в рабочей камере пильного джина. Установлено, что движение

ISSN 3030-3907

хлопковой массы определяется совместным воздействием центробежных, инерционных, фрикционных и аэродинамических сил.

Показано, что увеличение угловой скорости пильного цилиндра способствует интенсификации процесса джинирования, однако сопровождается ростом механических нагрузок на волокно. Определено, что оптимизация конструкции рабочей камеры и режимов работы пильного джина позволяет стабилизировать движение хлопка-сырца и повысить качество джинирования.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых конструкций пильных джинов, а также при совершенствовании существующих машин.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бобожонов Б. Р. Теория и практика джинирования хлопка. — Ташкент: Фан, 2018. — 256 с.
2. Маматкулов О. Т. Исследование процессов первичной обработки хлопка-сырца. — Ташкент: ТИТЛП, 2020. — 198 с.
3. Абдуллаев А. А., Рахимов Н. Ш. Машины и аппараты хлопкоочистительного производства. — Ташкент: Ўқитувчи, 2016. — 312 с.
4. Саидов М. К. Механика волокнистых материалов. — Ташкент: Фан ва технология, 2017. — 224 с.
5. Левин В. И., Гинзбург И. Л. Теория волокнообразующих процессов. — Москва: Машиностроение, 2015. — 304 с.
6. Simpson J., Mayfield W. Cotton ginning technology: principles and practice. — *Textile Research Journal*, 2019, Vol. 89(12), pp. 2451–2463. https://doi.org/10.1177/0040517518799654
7. Hughes S., Chen X. Mechanics of fibrous materials and their processing. — Berlin: Springer, 2017. — 342 p. https://doi.org/10.1007/978-3-319-51289-3
8. Valco T. D., Ethridge D. E. Engineering aspects of cotton ginning. — *Journal of Cotton Science*, 2018, Vol. 22(3), pp. 165–178.
9. Rathinamoorthy R., Thilagavathi G. Fiber damage mechanisms during ginning process. — *Journal of Natural Fibers*, 2020, Vol. 17(5), pp. 673–684. https://doi.org/10.1080/15440478.2018.1507972
10. ASTM D4605–20. Standard guide for fiber quality evaluation after ginning. — ASTM International, 2020.
11. ГОСТ 32797–2014. Хлопок-сырец. Технические условия. — Москва: Стандартинформ, 2014.
12. Reddy N., Yang Y. Innovative processing of cotton fibers. — Cambridge: Woodhead Publishing, 2019. — 418 p. https://doi.org/10.1016/C2017-0-04124-3

ISSN 3030-3907

МЕТОДИКА РАСЧЁТА СОЛНЕЧНЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ И ОЦЕНКА ИХ ЭФФЕКТИВНОСТИ.

Зохирова Шахноза Муродиллаевна
Старший преподователь, Каршинский гос. Университет
E-mail: Zokhirova.sh@mail.ru

Аннотация: Рассмотрена методика расчёта солнечных систем теплоснабжения круглогодичного режима работы. Определены основные параметры гелиосистемы, включая располагаемое количество солнечной энергии, тепловую нагрузку на отопление и горячее водоснабжение, площадь гелиополя и объём аккумулятора теплоты. Выполнена оценка энергетических, теплотехнических и технико-экономических показателей солнечной системы теплоснабжения. Определена годовая экономия органического топлива и приведён срок окупаемости системы.

Ключевые слова: солнечные системы теплоснабжения, гелиосистема, солнечная радиация, солнечные коллекторы, тепловая нагрузка, аккумулятор теплоты, экономия топлива, технико-экономическая эффективность, срок окупаемости.

Annotatsiya: Ushbu maqolada yil davomida ishlaydigan quyosh isitish tizimlari uchun hisoblash metodologiyasi ko‘rib chiqiladi. Quyosh tizimining asosiy parametrlari, jumladan, mavjud quyosh energiyasi, isitish va issiq suv ta’minoti uchun issiqlik yoki, quyosh maydoni yuzasi va issiqlik akkumulyatorining hajmi aniqlanadi. Quyosh isitish tizimining energiya, issiqlik muhandisligi va texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari baholanadi. Yillik qazilma yoqilg‘i tejash aniqlanadi va tizimning o‘zini oqlash muddati ko‘rsatiladi.

Kalit so‘zlar: quyosh isitish tizimlari, quyosh tizimi, quyosh radiatsiyasi, quyosh kollektorlari, issiqlik yuki, issiqlik akkumulyatori, yoqilo‘i tejash, texnik va iqtisodiy samaradorlik, o‘zini oqlash muddati.

Abstract: This article examines a calculation methodology for year-round solar heating systems. Key solar system parameters are determined, including the available solar energy, the heat load for heating and hot water supply, the solar field area, and the volume of the heat accumulator. The energy, thermal engineering, and technical and economic performance of the solar heating system are assessed. Annual fossil fuel savings are determined, and the system's payback period is presented.

Keywords: solar heating systems, solar system, solar radiation, solar collectors, heat load, heat accumulator, fuel savings, technical and economic efficiency, payback period.

Введение.

ISSN 3030-3907

В современных условиях роста потребления энергоресурсов и повышения их стоимости особую актуальность приобретает использование возобновляемых источников энергии в системах теплоснабжения. Одним из наиболее перспективных направлений является применение солнечных систем теплоснабжения, позволяющих снизить расход органического топлива, уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу и повысить энергетическую независимость объектов различного назначения.

Солнечные системы теплоснабжения широко используются для отопления и горячего водоснабжения зданий жилого, общественного и производственного назначения. Эффективность их работы в значительной степени определяется климатическими условиями, уровнем солнечной радиации, правильным выбором конструктивных и энергетических параметров гелиосистемы, а также режимом её эксплуатации. В связи с этим возникает необходимость выполнения, обоснованного теплотехнического и технико-экономического расчёта солнечных систем теплоснабжения.

Тепловой расчёт солнечных установок осложняется изменчивостью метеорологических факторов, таких как интенсивность солнечной радиации, температура наружного воздуха и продолжительность солнечного сияния. Поэтому на практике применяются укрупнённые методы расчёта, позволяющие с достаточной точностью определить основные параметры системы, включая площадь гелиополя, объём аккумулятора теплоты и ожидаемую годовую экономию топлива.

Целью настоящей работы является разработка и применение методики расчёта солнечной системы теплоснабжения круглогодичного действия, а также оценка её энергетической и технико-экономической эффективности. В ходе исследования определяются оптимальные параметры солнечных коллекторов, объём аккумулирующих устройств, капитальные и эксплуатационные затраты, а также срок окупаемости гелиосистемы по сравнению с традиционными системами теплоснабжения.

Литературный анализ. Проблемы использования солнечной энергии в системах теплоснабжения подробно рассмотрены в ряде научных и нормативных источников. В методическом руководстве В. В. Кириллова [1] приведены основы проектирования систем солнечного горячего водоснабжения сезонного режима, рассмотрены принципы выбора солнечных коллекторов, схемы включения и особенности эксплуатации гелиосистем. Автор подчёркивает значимость правильного определения тепловой нагрузки и параметров аккумулирующих устройств для обеспечения устойчивой работы системы.

ISSN 3030-3907

Справочник проектировщика под редакцией И. Г. Староверова [2] содержит обобщённые сведения по расчёту систем теплоснабжения и горячего водоснабжения зданий. В данном источнике приведены методики определения тепловых нагрузок, которые используются в том числе при проектировании солнечных систем теплоснабжения как дополнительных или автономных источников тепловой энергии.

Нормативный документ СНиП II-34-76 «Горячее водоснабжение» [3] устанавливает основные требования к проектированию систем ГВС, включая расчётные температуры, расходы воды и санитарно-технические нормы. Данный документ применяется при обосновании параметров солнечных систем горячего водоснабжения и их интеграции с традиционными источниками тепла.

Фундаментальные основы расчёта солнечных систем теплоснабжения представлены в работе У. Бекмана, С. Клейна и Дж. Даффи [4]. В книге изложены методы определения поступающей солнечной радиации, тепловой эффективности солнечных коллекторов и годовой выработки тепловой энергии. Данный источник широко используется при теплотехническом расчёте гелиосистем и оценке их энергетической эффективности.

В коллективной монографии «Системы солнечного тепло- и хладоснабжения» под редакцией Э. В. Сарнацкого и С. А. Чистовича [5] рассмотрены различные схемы солнечных установок, вопросы аккумулирования теплоты и особенности их применения в различных климатических условиях. Авторами отмечается, что эффективность солнечных систем существенно зависит от правильного выбора конструктивных и энергетических параметров.

В работе Н. В. Харченко [6] особое внимание уделено индивидуальным солнечным установкам для теплоснабжения и горячего водоснабжения. Рассматриваются практические аспекты проектирования и эксплуатации гелиосистем, а также их технико-экономические показатели. Подчёркивается, что использование солнечных установок позволяет снизить расход традиционных энергоресурсов и повысить энергоэффективность зданий.

Таким образом, анализ рассмотренных литературных источников показывает, что солнечные системы теплоснабжения являются технически и экономически обоснованным решением, однако их проектирование требует тщательного теплотехнического расчёта с учётом климатических условий, нормативных требований и режимов эксплуатации, что и определяет актуальность настоящего исследования.

ISSN 3030-3907

Материалы и методы. Расчет солнечных систем теплоснабжения (ССТ) [4] включает определение:

– располагаемого количества солнечной энергии;

– тепловой нагрузки отопления и горячего водоснабжения;

– энергетических и геометрических характеристик гелиосистемы;

– объема аккумулятора теплоты;

– годовой экономии топлива;

– технико-экономических показателей гелиосистемы.

Определение располагаемого количества солнечной энергии [4] производится по поступлению суммарного и рассеянного солнечного излучения на поверхность гелиоприемника.

Тепловой расчет солнечной установки с большой точностью затрудняется влиянием климатических фактов. Поэтому обычно используют укрупненные методы, которые позволяют определить основные параметры ССТ – площадь поверхности гелиополя, объем аккумулирующих устройств и расчетную годовую экономию топлива.

Систему теплоснабжения круглогодичного режима работы и, следовательно, величина тепловой нагрузки в зимний период будет превышать летний, то теплотехнический расчет гелиосистемы необходимо проводить для зимы.

Для обеспечения максимальной теплоотдачи солнечные коллекторы обычно устанавливают в наклонном положении с оптимальным углом наклона к горизонту. Расчет угла наклона солнечного коллектора проводится по формуле [1-4]:

$$\beta = \varphi \pm \delta_{\text{ср}} \qquad (1)$$

где φ– широта местности;

$\delta_{\text{ср}}$– средняя величина склонения солнца за рассматриваемый период.

$$\delta = 23{,}45 \cdot sin\left(360 \cdot \frac{284+n}{365}\right) \qquad (2)$$

где n – порядковый номер дня года.

Интенсивность $Q_{пад}$. падающей солнечной радиации на наклонную поверхность, ориентированную в южном направлении, можно определить по формуле [1-6]:

$$Q_{\text{пад}} = K_1 \cdot S + K_2 \cdot D + K_3 \cdot (S + D) \cdot \rho \qquad (3)$$

где S – интенсивность прямой падающей солнечной радиации на горизонтальную поверхность, МДж/м^2;

D – интенсивность диффузной падающей солнечной радиации на горизонтальную поверхность, МДж/м^2;

ρ– альбедо подстилающей поверхности;

ISSN 3030-3907

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты корреляции.

$$K_2 = cos^2 \frac{m}{2} \quad (4)$$

$$K_3 = sin^2 \frac{m}{2} \quad (5)$$

Коэффициент K_1 зависит от широты местности, угла наклона СК и времени года.

Результаты и обсуждение.

Зная расчетную тепловую нагрузку потребителя $Q^{год}$ и количество приходящей солнечной радиации $Q_{пад}$. (МДж/м^2), можно определить площадь гелиополя $F_{г.п}$., необходимое количество NСК, объем бака аккумулятора $V_{БА}$:

$$F_{\text{г.п}} = \frac{Q^{\text{год}}}{Q_{\text{пад}} \cdot \eta_{СК}} \quad (6)$$

$$N = \frac{F_{\text{г.п}}}{F_{СК}} \quad (7)$$

$$V_{\text{БА}} = 0{,}07 F_{\text{г.п}}$$

где $\eta_{СК}$–среднесезонный КПД СК, η=0,5;

N–количество солнечных коллекторов, шт;

$F_{СК}$– площадь одного СК, м^2.

Капитальные затраты на гелиосистему теплоснабжения определяют по формуле:

$$K_{\text{г.с}} = C_{СК} \cdot F_{\text{г.с}} + C_{ВО} + C_{\text{БА}} \cdot V_{\text{БА}} \quad (8)$$

где $C_{СК}$ – удельная стоимость СК, сум;

$C_{ВО}$ – удельная стоимость вспомогательного оборудования, трубопроводов, регулирующей арматуры; системы КИП и А и т.п., сум;

$C_{БА}$ – удельная стоимость БА, сум.

Эксплуатационные затраты на гелиосистему $Э_{г.с.}$ состоят из ежегодных расходов на ремонт и обслуживание оборудования [1-4]:

$$Э_{\text{г.с}} = Э_{т.р} \quad (9)$$

где $Э_{т.р.}$ – годовые затраты на ремонт и обслуживание оборудования.

Приведенные затраты определяются по формуле:

$$П_{\text{г.с}} = Е_{\text{н}} \cdot К_{\text{г.с}} + Э_{\text{г.с}} \quad (10)$$

Годовая экономия органического топлива $B_Э^m$ [5] и материальных затрат $З_{эн}^m$ на него при эксплуатации гелиосистемы производится по формулам:

$$B_Э^m = \frac{f \cdot Q^{л}}{Q_П^{-р} \cdot \eta_П^{-р}} \quad (11)$$

$$З_{эн}^m = \left(З_{зам.эн}^m + З_{уд.э}^{mp}\right) \cdot B_Э^m \quad (12)$$

где f – коэффициент замещения.

ISSN 3030-3907

Для решения вопроса об экономичности рассматриваемых вариантов необходимо сравнить капитальные и эксплуатационные расходы при помощи срока окупаемости, определяемого формулой:

$$T_{OK} = \frac{K_{г.с} - K_{т.с}}{И_{т.с} - И_{г.с}} \quad (13)$$

где $K_{г.с.}$ – капиталовложения при варианте с использованием гелиосистемы, сум;

$K_{т.с.}$ – капиталовложения при варианте с использованием традиционной системы теплоснабжения, сум;

$И_{т.с.}$ – суммарные годовые расходы при варианте с использованием традиционной системы теплоснабжения, сум;

$И_{г.с.}$ –суммарные годовые расходы при варианте с использованием гелиосистемы, сум [1-5].

Расчёт солнечной системы теплоснабжения выполнен на основе ориентировочных климатических и теплотехнических данных, характерных для районов со средней и высокой солнечной активностью. Рассматриваемая система предназначена для теплоснабжения здания в круглогодичном режиме эксплуатации.

Среднегодовое значение суммарной солнечной радиации, поступающей на горизонтальную поверхность, принято равным

$$S + D \approx 1500 \text{ МДж/м}^2.$$

С учётом оптимального угла наклона солнечных коллекторов и их ориентации в южном направлении расчётное значение солнечной радиации, падающей на наклонную поверхность, составило

$$Q_{пад} \approx 1700–1800 \text{ МДж/м}^2 \text{ в год.}$$

Годовая тепловая нагрузка системы отопления и горячего водоснабжения принята равной

$$Q_{год} \approx 80–90 \text{ ГДж.}$$

При среднесезонном коэффициенте полезного действия солнечных коллекторов $\eta_{СК}$= 0,5 расчётная площадь гелиополя составила порядка

$$F_{г.п} \approx 90–105 \text{ м}^2.$$

При использовании солнечных коллекторов с площадью одного модуля $F_{СК} \approx 2,0$ м² ориентировочное количество коллекторов составило N≈45–52 шт. Объём бака-аккумулятора теплоты, определённый по укрупнённой зависимости, составил $V_{БА}$≈6,0–7,5 м³.

Капитальные затраты на солнечную систему теплоснабжения были определены ориентировочно с учётом стоимости солнечных коллекторов, аккумулирующего бака и вспомогательного оборудования. Эксплуатационные затраты в течение года приняты минимальными и

ISSN 3030-3907

включают расходы на техническое обслуживание и текущий ремонт оборудования.

Годовая экономия органического топлива при коэффициенте замещения f ≈ 0,5–0,6 составила порядка 2,0–3,0 т условного топлива в год. Это свидетельствует о существенном снижении потребления традиционных энергоресурсов и уменьшении эксплуатационных затрат.

Выводы. В работе рассмотрена укрупнённая методика расчёта солнечной системы теплоснабжения круглогодичного действия на основе ориентировочных климатических данных. Определены основные параметры гелиосистемы, включая площадь гелиополя и объём бака-аккумулятора теплоты. Показано, что при среднесезонном КПД солнечных коллекторов около 0,5 применение солнечной системы теплоснабжения обеспечивает экономию органического топлива на уровне 2,0–3,0 т условного топлива в год. Ориентировочный срок окупаемости гелиосистемы составляет 7–10 лет.

Полученные результаты подтверждают целесообразность использования солнечных систем теплоснабжения в регионах с достаточным уровнем солнечной радиации и могут быть использованы на стадии предпроектных расчётов.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллов В.В. Система солнечного горячего водоснабжения сезонного режима: Методическое руководство к курсовому проекту. Бишкек: КРСУ, 2011. 28 с.
2. Староверов И.Г. Справочник проектировщика. М., 1990.
3. СНиП 11-34-76 Горячее водоснабжение.
4. Бекман У., Клейн С., Даффи Дж. Расчет систем солнечного теплоснабжения// Пер.с англ.М.: Энергоиздат, 1982.
5. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения// Под ред. Э.В.Сарнацкого, С.А. Чистовича. М.: Стройиздат, 1990.
6. Харченко Н.В. Индивидуальные солнечные установки. М.: Энергоатомиздат, 1991.

ISSN 3030-3907

616.728.2-002.77:575.224:577.152

TIZZA BO‘G‘IMLARI ARTROZIDA DESTRUKTIV O‘ZGARISHLAR RIVOJLANISHIDA MATRIKSLI METALLOPROTEINAZLAR GENETIK POLIMORFIZMINING AHAMIYATI

Isroilov A.A.

Toshkent davlat tibbiyot universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada tizza bo‘g‘imlari artrozida destruktiv o‘zgarishlar rivojlanishining molekulyar-genetik mexanizmlari tahlil qilingan. Matriksli metalloproteinazlarning bo‘g‘im tog‘ayi ekstrasellyulyar matriksini parchalashdagi o‘rni, ularning biologik xususiyatlari va yallig‘lanish mediatorlari bilan o‘zaro bog‘liqligi yoritilgan. Ayniqsa, matriksli metalloproteinazlar genlaridagi polimorfizmlar tizza bo‘g‘imlari artrozining erta rivojlanishi, tez rivojlanib borishi va klinik og‘ir kechishi bilan bog‘liq ekani haqidagi ilmiy ma’lumotlar umumlashtirilgan. Genetik polimorfizmlarni o‘rganishning kasallikni kechshini bashorat qilish va individuallashtirilgan davolash chora tadbirlarini ishlab chiqishdagi ahamiyati ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: tizza bo‘g‘imlari artrozi, gonartroz, matriksli metalloproteinazlar, genetik polimorfizm, tog‘ay degradatsiyasi, osteoartroz.

Аннотация: В данной статье проанализированы молекулярно-генетические механизмы развития деструктивных изменений при остеоартрозе коленного сустава. Освещена роль матриксных металлопротеиназ в деградации внеклеточного матрикса суставного хряща, их биологические свойства, а также взаимосвязь с медиаторами воспаления. Особое внимание уделено обобщению научных данных, свидетельствующих о связи полиморфизмов генов матриксных металлопротеиназ с ранним началом, быстрым прогрессированием и тяжёлым клиническим течением остеоартроза коленного сустава. Показана значимость изучения генетических полиморфизмов для прогнозирования течения заболевания и разработки индивидуализированных лечебных мероприятий.

Ключевые слова: остеоартроз коленного сустава, гонартроз, матриксные металлопротеиназы, генетический полиморфизм, деградация хряща, остеоартроз.

Abstract. This article analyzes the molecular and genetic mechanisms underlying the development of destructive changes in knee osteoarthritis. The role of matrix metalloproteinases in the degradation of the extracellular matrix of articular cartilage, their biological characteristics, and their interactions with inflammatory mediators are discussed. Particular attention is paid to scientific evidence indicating an association between polymorphisms in matrix metalloproteinase genes and the early onset, rapid progression, and severe clinical course of knee osteoarthritis. The

significance of studying genetic polymorphisms for predicting disease progression and for developing personalized therapeutic strategies is highlighted.

Keywords: knee osteoarthritis, gonarthrosis, matrix metalloproteinases, genetic polymorphism, cartilage degradation, osteoarthritis.

Kirish

Osteoartroz (OA) — bo‘g‘imlarning surunkali, avj olib kechuvchi kasalligi bo‘lib, u bo‘g‘im tog‘ayining degeneratsiyasi, keyinchalik subxondral suyakdagi o‘zgarishlar, osteofitlar shakllanishi hamda reaktiv sinovit rivojlanishi bilan tavsiflanadi [1]. Hozirgi vaqtda osteoartrozni yagona nozologik birlik sifatida emas, balki o‘xshash patomorfologik jarayonlar va rivojlanishning umumiy patogenetik xususiyatlariga ega bo‘lgan kasalliklar guruhi sifatida qarash tushunchasi keng qo‘llanilmoqda.

Osteoartroz bo‘g‘im patologiyalarining eng keng tarqalgan shakllaridan biri hisoblanib, aholining taxminan 10–12 foizida uchraydi [2]. Kasallik yosh bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, ko‘p hollarda 30–35 yoshdan keyin rivojlanadi, 70 yoshdan oshgan shaxslarda esa 90 foiz holatlarda aniqlanadi. Osteoartroz erkaklar va ayollarda deyarli bir xil chastotada uchraydi, biroq qo‘l panjalari bo‘g‘imlari artrozi istisno bo‘lib, u ayollarda 10 marta ko‘proq uchraydi va naslda ayol tarafdan uzatilishi qayd etilgan. Osteoartroz hozirgi zamon revmatologiyasida eng dolzarb tibbiy-ijtimoiy muammolardan biri hisoblanadi [3]. Bu kasallik suyak-bo‘g‘im tizimining surunkali, progressiv kechuvchi degenerativ-distrofik shikastlanishi bilan tavsiflanib, bemorlarning mehnat qobiliyati pasayishi, hayot sifati yomonlashishi va nogironlik darajasining oshishiga olib keladi. Osteoartrozning eng ko‘p zararlaydigan bo‘g‘imlaridan biri bu tizza bo‘g‘imi bo‘lib, klinik amaliyotda ushbu holat gonartroz atamasi bilan ifodalanadi. Aholining qarishi, ortiqcha vazn, jismoniy faollikning kamayishi hamda modifikatsiyalanuvchi xavf omillarining ko‘payishi tizza bo‘g‘imlari artrozining tarqalish chastotasini yildan-yilga oshirib bormoqda [4].

So‘nggi yillarda osteoartrozni faqat jismoniy yuklanish va yoshga bog‘liq o‘zgarishlar natijasi sifatida emas, balki yallig‘lanish reaksiyalari, molekulyar signal yo‘llari va genetik omillar ishtirokida kechadigan murakkab patologik jarayon sifatida talqin qilish tushunchasi shakllandi. Ushbu qarashlar asosida bo‘g‘im tog‘ayi degradatsiyasida ekstrasellyulyar matriks metabolizmining buzilishi va uni parchalovchi ferment tizimlarining faollashuvi asosiy o‘rinlardan birini egallaydi [5]. Ana shu fermentlar orasida matriksli metalloproteinazlar alohida ahamiyatga ega bo‘lib, ularning ekspressiyasi va faolligi genetik polimorfizmlar bilan bevosita bog‘liq ekani ko‘plab tadqiqotlarda isbotlangan.

Tizza bo‘g‘imlari artrozining patogenetik asoslari quydagilardan iboratdir. Tizza bo‘g‘imlari artrozining morfologik substratini bo‘g‘im tog‘ayining rivojlanib

ISSN 3030-3907

boruvchi degradatsiyasi tashkil etadi. Bu jarayon xondrotsitlar metabolizmining izdan chiqishi, sintetik va katabolik faoliyat o‘rtasidagi muvozanatning buzilishi bilan boshlanadi [6]. Normal holatda xondrotsitlar kollagen II turi va proteoglikanlar sintezini ta’minlab, tog‘ay to‘qimasining mexanik barqarorligini saqlab turadi. Artroz sharoitida esa yallig‘lanish mediatorlari, oksidativ stress va proteolitik fermentlar ta’sirida anabolik jarayonlar susayadi va matriks degradatsiyasi ustunlik qiladi.

Patologik jarayon davomida subxondral suyakda skleroz va mikrosinishlar yuzaga keladi, sinovial pardada esa past darajali surunkali yallig‘lanish shakllanadi. Bu o‘zgarishlar bir-biri bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, bo‘g‘im ichida «yallig‘lanish – degradatsiya – remodellyatsiya» zanjirini hosil qiladi [7]. Ushbu zanjirda matriksli metalloproteinazlar ekstrasellyulyar matriksning asosiy tarkibiy qismlarini parchalovchi asosiy ijrochi mexanizm hisoblanadi.

Matriksli metalloproteinazlarning biologik xususiyatlari quyidagilardan iborat, ya’ni ular sink ioniga bog‘liq endopeptidazalar bo‘lib, ekstrasellyulyar matriks komponentlarini degradatsiya qilish qobiliyatiga ega [8]. Ushbu fermentlar normal fiziologik holatlarda to‘qimalarning o‘sishi, yangilanishi va remodellanishida ishtirok etadi. Biroq patologik sharoitlarda ularning ortiqcha ishlab chiqarilishi to‘qimalar parchalanishiga olib keladi. Hozirgi kunda inson organizmida yigirma beshdan ortiq matriksli metalloproteinaz turlari aniqlangan bo‘lib, ular funksional xususiyatlariga qarab bir nechta guruhlarga ajratiladi [9].

Tizza bo‘g‘imlari artrozida ayniqsa kollagenazalar, jelatinazalar va stromelizinlar katta ahamiyat kasb etadi. MMP-1 va MMP-13 kollagen II turini parchalash qobiliyatiga ega bo‘lib, tog‘ay matriksining asosiy ustunini yemirib yuborishi mumkin. MMP-3 nafaqat matriks komponentlarini degradatsiya qiladi, balki boshqa metalloproteinazlarni faollashtirish orqali kaskad ta’sir ko‘rsatadi [10]. MMP-9 esa jelatin va denaturatsiyalangan kollagenni parchalash orqali tog‘ay va subxondral suyakdagi qayta qurilish jarayonlarini tezlashtiradi.

Matriksli metalloproteinazlarning tog‘ay degradatsiyasidagi o‘rni esa quyidagilar hisoblanadi. Artroz sharoitida matriksli metalloproteinazlar faolligining oshishi yallig‘lanish sitokinlari, xususan interleykin-1β va o‘sma nekrozi faktori α ta’sirida yuzaga keladi. Bu mediatorlar xondrotsitlarda MMP genlarining transkripsiyasini rag‘batlantiradi va to‘qimada proteolitik muhitni shakllantiradi. Natijada kollagen tolalari parchalanadi, proteoglikanlar yo‘qoladi va tog‘ay to‘qimasi o‘zining elastik va amortizatsiya funksiyalarini yo‘qotadi [11].

Bundan tashqari, matriksli metalloproteinazlar xondrotsit apoptozini kuchaytirishi, sinovial pardada yallig‘lanishni qo‘llab-quvvatlashi hamda subxondral suyak remodellyatsiyasiga ta’sir ko‘rsatishi orqali artrozning klinik va morfologik progressiyasiga hissa qo‘shadi.

ISSN 3030-3907

Matriksli metalloproteinazlar genlarining genetik polimorfizmi inson genomida keng tarqalgan hodisa bo‘lib, ma’lum genlarning ekspressiya darajasi va funksional faolligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Osteoartroz patogenezini o‘rganishda matriksli metalloproteinazlar genlaridagi polimorfizmlar alohida e’tibor markazida turadi [12]. Ushbu polimorfizmlar ko‘pincha gen promotor sohasida joylashgan bo‘lib, transkripsiya jarayonining faolligiga ta’sir etadi.

Ilmiy adabiyotlarda MMP-1, MMP-3, MMP-9 va MMP-13 genlarining ayrim polimorfik variantlari tizza bo‘g‘imlari artrozining rivojlanishi va og‘ir kechishi bilan bog‘liq ekanligi qayd etilgan. Masalan, MMP-1 genining ayrim allel variantlari kollagenaza ekspressiyasini oshirib, tog‘ay degradatsiyasini tezlashtirishi mumkin [13]. Shuningdek, MMP-3 genining muayyan genotiplari ferment faolligini kuchaytirib, boshqa metalloproteinazlar kaskad faollashuviga sabab bo‘ladi.

Genetik polimorfizm va klinik-strukturaviy o‘zgarishlar o‘rtasidagi bog‘liqlik mavjud bo‘lib, ular quyidagilardan iborat. Klinik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, matriksli metalloproteinazlar genlarining ayrim polimorfik variantlariga ega bo‘lgan shaxslarda tizza bo‘g‘imlari artrozi ertaroq boshlanadi va tezroq avj olib borishi qayd etilgan [14]. Bunday bemorlarda rentgenologik jihatdan tog‘ay qalinligining tez kamayishi, osteofitlar shakllanishi va bo‘g‘im yoriqlarining torayishi kuzatiladi. Klinik jihatdan esa og‘riq sindromining kuchli ifodalanishi, harakat cheklanishi va funksional buzilishlar ustunlik qiladi. Ushbu ma’lumotlar matriksli metalloproteinazlar genetik polimorfizmini artroz rivojlanishi uchun muhim xavf omili sifatida qarashga asos beradi. Shu bilan birga, genetik xususiyatlar muhit omillari, metabolik buzilishlar va mexanik yuklanish bilan o‘zaro ta’sirda kasallik fenotipini belgilaydi [15].

Matriksli metalloproteinazlar gen polimorfizmining klinik ahamiyati quyidagilardan iborat bo‘lib, ularni o‘rganish tizza bo‘g‘imlari artrozida shaxsiylashtirilgan tibbiyot konsepsiyasini rivojlantirish uchun muhim imkoniyatlar yaratadi. Genetik markerlar yordamida kasallikka moyil shaxslarni erta aniqlash, rivojlanish xavfini baholash va davolash chora tadbirlarini individual tanlash imkoniyatini beradi [16]. Kelajakda matriksli metalloproteinazlar faolligini maqsadli tarzda to‘xtatuvchi terapevtik yondashuvlarni ishlab chiqish ushbu genetik ma’lumotlarga tayanishi mumkin.

Xulosa. Tizza bo‘g‘imlari artrozida destruktiv o‘zgarishlar rivojlanishida matriksli metalloproteinazlar yetakchi patogenetik ahamiyatga ega. Ushbu fermentlarni kodlovchi genlar polimorfizmi ularning ekspressiyasi va faolligini o‘zgartirib, tog‘ay degradatsiyasi va bo‘g‘im strukturalarining yemirilishini tezlashtiradi. Matriksli metalloproteinazlar genetik polimorfizmini chuqur o‘rganish osteoartrozning molekulyar mexanizmlarini yaxshiroq tushunish, erta

ISSN 3030-3907

tashxis va oldindan bashorat qilish hamda individual davolash chora - tadbirlarini shakllantirishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Алексеева Л.И. Генетические аспекты остеоартроза // Современная ревматология. – 2017. – Т. 11, № 3. – С. 4–10.
2. Балабанова Р.М. Остеоартроз коленного сустава // Терапевтический архив. – 2016. – Т. 88, № 5. – С. 92–98.
3. Каратеев Д.Е. Остеоартроз: современные представления // Научно-практическая ревматология. – 2018. – Т. 56, № 2. – С. 123–130.
4. Лапшина С.А. Матриксные металлопротеиназы при заболеваниях суставов // Казанский медицинский журнал. – 2019. – Т. 100, № 4. – С. 612–618.
5. Насонов Е.Л. Ревматология. Москва. Геотар – Медиа. - 2020. – 720 с.
6. Рогова Л. Н., Липов Д. С. Роль матриксных металлопротеиназ в патогенезе остеоартроза (обзор литературы) // Волгоградский научно-медицинский журнал. №1. - 2018. – С.12-15
7. Attur M., Krasnokutsky S., Statnikov A., Samuels J., Li Z., Friese O., et al. Inflammatory mediators in osteoarthritis // Current Opinion in Rheumatology. – 2015. – Vol. 27, No. 1. – P. 53–60.
8. Burr D.B., Gallant M.A. Bone remodelling in osteoarthritis // Nature Reviews Rheumatology. – 2012. – Vol. 8, No. 11. – P. 665–673.
9. Hunter D.J., Bierma-Zeinstra S. Osteoarthritis // The Lancet. – 2019. -Vol. 393, No. 10182. - P. 1745–1759.
10. Loughlin J. Genetic contribution to osteoarthritis // Annals of the Rheumatic Diseases. – 2015. – Vol. 74, No. 4. – P. 672–675.
11. Malemud C.J. Biologic basis of osteoarthritis // World Journal of Orthopedics. – 2014. – Vol. 5, No. 1. – P. 5–15.
12. Peng L., Xu J., Wu W., et al. Association of MMP-3 polymorphism with osteoarthritis risk // Molecular Biology Reports. – 2013. – Vol. 40, No. 6. – P. 4045–4051.
13. Reynard L.N. Genetic influences on osteoarthritis development // Osteoarthritis and Cartilage. – 2017. – Vol. 25, No. 5. – P. 763–772.
14. Sakao K., Takahashi M., Akiyama H., et al. MMP gene polymorphisms and knee osteoarthritis // Clinical Rheumatology. – 2015. – Vol. 34, No. 2. – P. 363–368.
15. Scanzello C.R., Goldring S.R. The role of synovitis in osteoarthritis pathogenesis // Arthritis & Rheumatology. – 2012. – Vol. 64, No. 6. – P. 1697–1707.

ISSN 3030-3907

16. Van der Kraan P.M., van den Berg W.B. Chondrocyte hypertrophy and osteoarthritis // Osteoarthritis and Cartilage. – 2012. – Vol. 20, No. 3. – P. 223–232.

ISSN 3030-3907

НОВЫЕ КОРМОВЫЕ ИНГРЕДИЕНТЫ В СОСТАВЕ РЕЦЕПТУР КОМБИНИРОВАННЫХ КОРМОВ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ РЫБОВОДСТВА

Шалов Д.Ж.
“Уздонмахсулот” АКЦИОНЕРНОЙ КОМПАНИИ
Махмудов Р.А.
Бухарский государственный технический университет
Мавланов Б.А.
Бухарский государственный технический университет
Хайитов Р.А.
Бухарский государственный технический университет

Аннотация. В данном исследовании изучались изменения в составе добавок, улучшающих вкусовые качества и биологические свойства новые кормовые ингредиенты в составе рецептур комбинированных кормовых продуктов для рыб. В качестве добавок в составе рецептур комбинированных кормовых продуктов вводят куколки шелкопряда, яичный скорлупа и мука топинамбура, являющиеся местным вторичным сырьем, заменяющим эти продукты и богатым биологически активными веществами. Результаты анализа показали высокую удельную поверхность и пористую структуру куколки шелкопряда, яичный скорлупа и мука топинамбура, а также наличие местного сырья, заменяющего протеина и кальций, добавляемые в комбинированных кормовых продуктов для рыб.

Ключевые слова: комбинированных кормовых продуктов для рыб, куколки шелкопряда, яичный скорлупа, мука топинамбура.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot aralash baliq ozuqalari tarkibidagi yangi ozuqa tarkibiy qismlarining ta'mini va biologik xususiyatlarini yaxshilaydigan qo‘shimchalar tarkibidagi o‘zgarishlarni o‘rgandi. Ipak qurti g‘umbagi, tuxum po‘chog‘i va topinambur uni birlashtirilgan ozuqa mahsulotlari uchun yangi ozuqa qo‘shimchalar sifatida qo‘shiladi. Bular mahalliy ikkilamchi xomashyo bo‘lib, ushbu mahsulotlar o‘rnini bosuvchi va biologik faol moddalarga boy. Tahlil natijalari ipak qurti g‘umbagi, tuxum po‘chog‘i va topinambur unining yuqori o‘ziga xos sirt maydoni va g‘ovak tuzilishini, shuningdek, aralash baliq yemi mahsulotlariga qo‘shilgan oqsil va kaltsiy o‘rnini bosuvchi mahalliy xomashyo mavjudligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: aralash baliq yemi mahsulotlari, ipak qurti g‘umbagi, tuxum po‘chog‘i va topinambur uni.

Abstract: This study investigated changes in the composition of additives that improve the palatability and biological properties of new feed ingredients in the formulations of combined fish feed products. Silkworm pupae, eggshells, and Jerusalem artichoke flour are added as additives to the formulas for combined feed

ISSN 3030-3907

products; these are local secondary raw materials that replace these products and are rich in biologically active substances. The analysis results showed the high specific surface area and porous structure of silkworm pupa, eggshells, and Jerusalem artichoke flour, as well as the presence of local raw materials that replace protein and calcium added to combined fish feed products.

Key words: combined fish feed products, silkworm pupae, eggshell, Jerusalem artichoke flour.

Введение

В питании рыб насчитывается более сотни видов кормов и кормовых добавок, изготавливаемых из отходов пищевых и маслоэкстракционных производств, включая продукты микробиологического синтеза, различные соли, витамины, ферменты, аминокислоты, антибиотики, сорбенты, антиокислители, вкусовые добавки и т.д. В промышленности появляются новые, питательные, более дешевые, чем рыбная мука, кормовые компоненты растительного и животного происхождения, содержащие легкоусвояемый протеин, ценные углеводы и другие вещества (отходы или вторичное сырье перерабатывающих производств). Изучение питательности нового высокобел- кового кормового сырья позволяет решить проблему замены рыбной муки путем выработки новых эффективных стартовых и продукционных комбикормов для ценных видов рыб, организовать выращивание молоди и товарной рыбы на интенсивной основе и отказаться от использования импортной продукции [1,2].

Одним из важнейших питательных веществ, влияющих на рост и работу всех физиологических систем в организме, является протеин, который играет важную роль в энергетическом обмене рыб, поскольку от него зависит скорость роста. Расход азота у рыб в 3-5 раз выше, чем у теплокровных животных. Основным источником протеина в комбикормах для ценных видов рыб выступает дорогостоящая и нередко дефицитная, зачастую сфальсифицированная или загрязненная рыбная мука, которая служит основным источником заменимых и незаменимых аминокислот и других азотсодержащих компонентов.

Рост и формирование рыб сопровождаются развитием их пищеварительной системы. Именно поэтому в состав стартовых комбикормов необходимо вводить легкоусвояемые высокобелковые компоненты и гидролизаты белка[3,4,].

Разработаны рецептуры комбикормов для ценных пород рыб по следующим индексам:

Осетровые: стартовый продукционный для рыб массой от 5 до 100 г - ОСП, продукционный оптимальный - ОПО, продукционный экономичный -

ISSN 3030-3907

ОПЭ (для рыб массой от 100 и более 500 г), для маточного стада - ОМ.

Форелево-лососевые: стартовый продукционный для рыб массой от 5 до 100 г - СФ, продукционный оптимальный (ОПФ) и экономичный (ЭПФ) для рыб массой от 100 до 250 г и выше, для маточного стада - ФМ.

Сиговые: стартовый продукционный от массы тела 5 до массы 100 г - СС, продукционный оптимальный - ОПС и экономичный - ЭПС для рыб массой 100 до 250 г и более, для маточного стада - СМ.

Расчёт рецептов экструдированных комбикормов с вакуумным напылением был произведен с помощью программы «ЭкоКорм», также использовали специальные кормовые таблицы состава кормовых компонентов и данные производителей нового комбикормового сырья (глютен, растительные концентраты, шроты). При оптимизации состава рецептур комбикормов по основным и эссенциальным питательным веществам использовали данные о потребности осетровых рыб в данных веществах.

Определение аминокислотного состава производили с помощью капиллярного электрофореза «Капель-105» по методике, разработанной АО «НПЦ «ВНИИКП». Произведён подбор кормовых компонентов - эффективных заменителей рыбной муки и зерна пшеницы с целью снижения себестоимости комбикормов [1, 4]. Предусмотрен ввод антиокислителя, β - каротина для форели и лососей, фитазы - в комбикорма с высоким содержанием растительного сырья, кальция и фосфора [5, 6].

Априорный анализ питательности вышеуказанных компонентов позволил обосновать целесообразность замены дорогостоящего животного сырья на более экономичное растительное сырье и жировые отходы. Перспективность предлагаемой замены объясняется незначительным снижением обменной энергии предлагаемого комбикорма. Кроме того, на питательные свойства рыбных комбикормов оказывают влияние такие важные характеристики, как желатинизация крахмала, регулируемая плотность, от которой зависит скорость погружения гранул, а также способность их капиллярно-пористой структуры впитывать жир [7,8].

Разработанные рецептуры экструдированных комбикормов с вакуумным напылением приведены: для осетровых рыб в таблице1, форели и лососевых - в таблице 2, сиговых - в таблице 3.3.Доля сырого протеина, %, составляет: стартовые - 50, продукционные (оптимальные) - 42, продукционные экономичные - 38, для РМС - 50. Доля сырого жира, %: стартовые -11, продукционные оптимальные - 12, продукционные экономичные – 8, для РМС - 10. Доля сырой клетчатки, %,: стартовые - 1,5, продукционные оптимальные - 3, продукционные экономичные -5, для

ISSN 3030-3907

ремонтно-маточного стада (РМС) - 2. Доля сырой золы, %: стартовые - 10, продукционные экономичные - 12, для РМС - 11. Доля фосфора, %: стартовые, продукционные, для РМС - 0,8.

Количество лизина, %: стартовые - 3,0, продукционные оптимальные - 2,1, продукционные экономичные - 1,8, для РМС - 2,4. Количество метионина и цистина, %: стартовые - 1,6, продукционные оптимальные - 1,2, продукционные экономичные - 0,9, для РМС - 1,3. Крошимость для экструдатов - 3,0 %, водостойкость - 30 мин, влажность не более – 12,0 %.

Таблица 1.

Рецептура экструдированных комбикормов с вакуумным напылением для осетровых рыб (ОПО, ОПЭ, ОМ, ОСП)

№	Кормовые компоненты	Заменители	ОСП	ОП		ОМ
				ОПО	ОПЭ	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	Мука рыбная (ПР 63)	-	30,35	30,23	24,03	32,35
2	Соевый концентрат (ПР 65)	*	10,0	3,0	-	3,0
3	Мука мясная (ПР 68)	Мука рыбная	8,0	6,0	-	4,0
4	Мука мясокостная (ПР 36)	Мука мясная	-	-	4,0	4,0
5	Мука кровяная (ПР 80)	-	8,0	4,0	-	8,0
6	Дрожжи (ПР 30)	-	-	3,0	-	-
7	Мука кукурузная	-	8,0	4,0	4,0	6,5
8	Соевый шрот (ПР 42)	-	-	8,80	10,00	9,05
9	Пшеница	ячмень	6,0	7,0	7,0	7,0
10	Кукурузный глютен (ПР 59)	-	18,0	15,2	12,62	12,0
11	Шрот	Δ	-	6,4	7,9	-

ISSN 3030-3907

	подсолнечный (ПР 33) (рапсовый)					
12	Рыбий жир	-	10,0	6,3	8,0	7,8
13	Подсолнечное масло	Фосфатиды	-	1,5	2,8	1,2
14	L-Лизин-α-оксидаза	-	0,2	0,3	0,4	-
15	Фитаза (Натурфос - 10006)	-	-	0,02	0,03	-
16	Субтилис	-	0,4	0,4	0,3	0,3
17	Оксикап (антиоксидант)	-	0,05	0,05	0,05	0,05
18	Карбонат кальция	-	0,3	0,6	0,6	0,3
19	Монокальций фосфат	-	0,3	0,6	0,6	0,3
20	Премикс П-110-2	-	1,0	1,0	1,0	1,5
21	Сырой протеин, %	-	52,0	45,0	42,0	50,0
22	Сырой жир, %	-	15,0	10,0	12,0	10,0
23	Сырые углеводы, %	-	15,4	27,6	35,6	23,0
24	Сырая клетчатка, %	-	2,0	2,2	2,4	1,5
25	Минеральные вещества, %	-	8,6	8,2	8,0	8,5
26	Влага, %	-	6,0 -7,0	6,0 -7,0	6,0 -7,0	6,0 -7,0
27	Кальций (Ca), %	-	3,1	3,0	2,8	3,2
28	Фосфор (P), %	-	2,1	2,1	1,8	2,5
29	Незаменимые жирные	-	2,2	2,0	2,1	2,0

ISSN 3030-3907

	кислоты линоленового ряда (ω-3), %					
30	Незаменимые жирные кислоты линолевого ряда (ω-6), %	-	1,0	1,0	1,0	1,0
Общая энергия, МДж/ккал		-	21/5036	19,6/4647	21/5029	20/4766
Перевариваемая энергия, МДж/ккал		-	16,6/3978	15,5/3692	16,6/3973	15,8/3765

Примечание: *Соевый, Гороховый изолят;Δ-Шрот кориандровый Жмых амаранта.

Таблица 2.

Рецептура экструдированных комбикормов с вакуумным напылением для форели и лосося (ОПФ, ЭПФ, ФМ, СФ)

№	Кормовые компоненты	Замен ители	СФ	ФП		ФМ
				ОПФ	ЭПФ	
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	Мука рыбная (ПР 63)	-	30,35	30,23	24,03	32,35
2	Соевый концентрат (ПР 65)	*	10,0	3,0	-	3,0
3	Мука мясная (ПР 68)	Мука рыбная	8,0	6,0	-	4,0
4	Мука мясокостная (ПР 36)	Мука мясная	-	-	4,0	4,0
5	Мука кровяная (ПР 80)	-	8,0	4,0	-	8,0
6	Дрожжи (ПР 30)	-	-	3,0	-	-
7	Мука кукурузная	-	8,0	4,0	4,0	6,5
8	Соевый шрот (ПР 42)	-	-	7,0	10,0	16,0
9	Кукурузный глютен (ПР 59)	□	14,6	15,6	17,6	11,6

ISSN 3030-3907

10	Рапсовый шрот (ПР 35)	Λ	-	6,0	15,0	-
11	Рыбий жир	-	9,0	10,0	13,0	5,0
12	Подсолнечное масло	Фосфатиды	-	2,0	4,0	-
13	Пшеница	Ячмень	12,0	6,0	5,0	7,0
14	L-Лизин-α-оксидаза	-	-	0,2	0,3	-
15	Фитаза (Натурфос - 10006)	-	-	0,02	0,02	-
16	Субтилис	-	0,4	0,4	0,4	0,4
17	Оксикап (антиоксидант)	-	0,05	0,05	0,05	0,05
18	Карбонат кальция	-	0,3	0,6	0,6	0,3
19	Монокальций фосфат	-	0,3	0,6	0,6	0,3
20	Премикс П-110-2	-	1,0	1,0	1,0	1,5
21	Сырой протеин, %	-	47,0	45,0	40,0	48,0
22	Сырой жир, %	-	15,0	18,0	23,0	11,0
23	Сырые углеводы, %	-	18,0	16,3	16,1	23,8
24	Сырая клетчатка, %	-	1,8	2,4	2,6	1,7
25	Минеральные вещества, %	-	8,2	8,3	8,3	8,5
26	Влага, %	-	6,0 -7,0	6,0 -7,0	6,0 -7,0	6,0 -7,0
27	Кальций (Ca), %	-	2,8	3,2	2,8	3,2
28	Фосфор (P), %	-	1,9	2,1	1,9	2,2
29	Незаменимые жирные кислоты линоленового ряда (ω-3), %	-	1,8	2,5	2,7	1,6
30	Незаменимые жирные кислоты линолевого ряда (ω-6), %	-	0,6	0,8	1,2	0,6
Общая энергия, МДж/ккал		-	20,3/4860	23,2/5545	21,5/5141	22,1/527 5
Перевариваемая энергия, МДж/ккал		-	16,0/383	18,3/438	17,0/406	17,5/416 7

ISSN 3030-3907

		9	0	1	

Примечание: *Соевый, гороховый изолят;Δ-Люпин, сорго, другие шроты. Пшеничный глютен.

Одной из перспективных белковых добавок в сложившихся экологических условиях Республики может быть в качестве добавок в составе рецептур комбинированных кормовых продуктов вводят куколки шелкопряда, яичный скорлупа и мука топинамбура, являющиеся местным вторичным сырьем, заменяющим эти продукты и богатым биологически активными веществами.

Плавучесть корма специфична для каждого вида рыб и влияет на эффективность его использования.

Медленно тонущие корма. Для таких видов рыб, как форель, лосось, треска, желтохвостый тунец, необходимы экструдированные корма, высокое содержание жира в которых обеспечивает низкую скорость погружения [6]. Особенностью этих кормов является также низкое содержание крахмала. Размеры гранул колеблятся в широком диапазоне: их диаметр изменяется от 1 до 30 мм, что в свою очередь влияет на изменение содержания жира в них: от 10 до 40 % [6,7]. Обязательными условиями для гранул являются требования водостойкости и высокой прочности, способной выдерживать жесткие воздействие рабочих органов оборудования для кормления.

Плавающие корма. Плавающие корма востребованы для таких видов рыб, как форель, сом, тиляпия и некоторые другие [6]. Особенностью этих кормов является низкая насыпная плотность, которая необходима для достижения необходимой плавучести. Они должны быть водостойкими, т.е. обладать хорошей стабильностью в воде из-за того, что быстро не поедаются [6]. Содержание жира в плавающих кормах не должно превышать 12,0 %, а содержание крахмала - более 20,0 %. Насыпная плотность корма представлена в таблице 3, способность впитывания ими жира, определяющая их плавучесть – в таблице 4.

Таблица 3.

Зависимость насыпной плотности корма от плавающих или тонущих свойств

Характеристика корма	Насыпная плотность при температуре воды 20°С, г/л	
	солёная вода, 3,0%	пресная вода
Быстро тонущие	>640	>600
Медленно тонущие	580 - 600	540 - 560
Нейтрально плавучие	520 - 540	480 - 500
Плавающие	<480	<440

ISSN 3030-3907

Таблица 4.

Основные характеристики тонущих кормов

Показатель	Корма с уровнем жира			
	низким	средним	высоким	ультра-высоким
Общее содержание жира в продукте, %	<12,0	12,0 – 24,0	24,0 – 36,0	>36,0
Плотность сухого продукта перед вводом жира*, г/л	>615	615 - 531	531 - 447	<447
Необходимый ввод жира**, %	<5,7	5,7-22,4	22,4-45,3	>45,3
Максимальный потенциал абсорбции жира при вакуумной пропитке (ВП), %	<17,7	17,7-38,8	38,8-59,9	>59,9
Максимальный потенциал абсорбции жира при наружном обволакивании (НО), %	<5,9	5,9-13,6	13,6-21,4	<22,0
Необходимый процесс ввода жира	ВП или НО	ВП или НО	ВП	ВП

*Примечание: * Предполагаемая плотность для кормов, тонущих в морской воде соленостью 3,5 %) при температуре 20 °С, - более 650 г/л.** Предположительно в компонентах содержится 7 % жира.*

Таким образом, общими обязательными условиями тонущих кормов для рыб являются:

- высокий уровень протеина и жира;
- низкое содержание крахмала.

Для выполнения указанных условий, обеспечения водостойкости и плотности в состав комбикормов включаются функциональные протеины, оказывающие влияние на формирование структуры гранул.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Л.Ю.Коноваленко и др. Технологии производства кормов для аквакультуры. ФГБНУ «Росинформагротех», 141261, г. Москва.-2020., 84 стр.

2. Головина Н.А., Романова Н.Н., Головин П.П., Симо- нов В.М., Дементьев В.Н., Шишанова Е.И., Тренклер И.В., Поно- марев С.В., Коноваленко Л.Ю., Мишуров Н.П. Анализ состояния и перспективные направления развития аквакультуры: науч. аналит. обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 88 с.

ISSN 3030-3907

3. Афанасьев В.А., Богомолов И.С. Методы специальной тепловой обработки сырья и готовой продукции при производстве комбикормов. Монография. Воронеж.гос.ун-т инженер.технол. –Воронеж.: ВГУИТ, -2020. -357 с.
4. Белов А.Г., Шахов В.А., Путрин А.С., Козловцев А.П. Филатов М.И., Борулько В.Г. Инновационная разработка технологии и оборудования для производства экструдированных кормов с ультрадисперсными частицами. // Зоотехния. -2019. -№ 5 (79). –С.155-158.
5. Комбикормовые заводы для рыб// Сфера. Рыба. -2019. -№ 1 (22). – С.17.
6. Чуйкова Н. Карельские рыбные заводы: от кормов до рыбы // Комбикорма. – 2019. – № 6. – С. 26-28.
7. Турсунходжаев П.М., Мухамеджанов Ш.У., Хасанов А.А., Худайбердиев А.М., Гафурова Д.А., Шалов Д.Ж. Предварительный патент №5476 РУз. Технологическая линия для получених ячменной крупы. 27.01.1999. -10 с.
8. Ишметов А.Дж., Гафурова Д.А., Шалов Д.Ж, Копылов М.К. Предварительный патент № IDP 05170. Способ производства крупы из зерновой культуры. 03.12.2001. -11 с.

ISSN 3030-3907

УДК:635.611+632.931.1

ЭЛЕКТР ТОКИ ЁРДАМИДА ФАОЛЛАШТИРИЛГАН ТАБИИЙ КАНАЛ СУВИГА МИКРОЭЛЕМЕНТЛАРНИ (Cu, Mn) КОМПОЗИЦИЯЛАШДА ЭРИТМА ИОН ТАРКИБИНИНГ ЎЗГАРИШИ

Абдуллаев Мураджон Турсунович
Наманган давлат техника университети қишлоқ хўжалиги фанлари номзоди, профессор, "Кимё" кафедраси профессори.
ORCID: 0009-0005-1293-1122.
E-mail: muradabdullayev1960@gmail.com
Тел:+998 93 4942690
Закиров Карим Разикджанович
Наманган давлат техника университети, мустақил изланувчи.
ORCID:0009-0001-8023-6536.
E-mail: karimjonzokirov52@gmail.com
Тел:+998 91 1802952
Джураева Дилдора Умаржоновна
Наманган давлат техника университети, таянч докторант.
ORCID:0009-0001-4279-8095.
E-mail: dildoradjuraeva1985@gmail.com

Аннотация:Мақолада ўртача минераллашган таркибли табиий канал сувларини электр токи ёрдамида махсус қурилмада фаоллаштириш ҳамда унинг кислотали муҳитдаги (pH=*2,5-3,5*) қисмига микроэлементларни (Cu, Mn) композициялашнинг дастлабки олинган намуна таркибидаги ионлар ўзгаришига таъсирини ўрганишга оид тадқиқот натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: канал суви, электр фаоллашган сув, электролизёр, диафрагма, pH, электрод, анолит, католит, анион, катион, антагонизм, синергизм.

Аннотация:В статье исследуется эффект активации умеренно минерализованных природных вод каналов электрическим током в специализированном аппарате и его действие в кислой среде (pH 2,5–3,5). В статье представлены результаты исследования влияния введения микроэлементов (Cu, Mn) в кислотную фракцию (pH 2,5–3,5) естественной умеренно минерализованной воды из канала, активированной электрическим током в специальном аппарате, на изменение ионного состава исходного образца.

Ключевые слова: каналная вода, электроактивированная вода, электролизер, диафрагма, pH, электрод, анолит, католит, анион, катион, антагонизм, синергизм.

ISSN 3030-3907

Abstract: The article examines the effect of activating moderately mineralized natural canal water with electric current in a specialized device and its action in an acidic environment (pH 2.5–3.5). The article presents the results of a study of the effect of introducing trace elements (Cu, Mn) into the acidic fraction (pH 2.5–3.5) of natural moderately mineralized water from a canal, activated by electric current in a special device, on the change in the ionic composition of the initial sample.

Keywords: channel water, electroactivated water, electrolyzer, diaphragm, pH, electrode, anolyte, catholyte, anion, cation, antagonizm, synergizm.

Кириш

Электр токи ёрдамида фаоллаштириш физик-кимёвий жараён сифатида - таркибидаги ионлар ва эритилган моддалар билан бирга электрокимё тизимни электродлари (анод ёки катод) сиртидаги фазавий заряд ҳудудида минимал иссиқлик ажратиш шароитида электронлар томонидан «электрод-электролит» чегарасидан зарядларни номутаносиб олиб ўтиш шароитидаги электрокимёвий ва электрофизик таъсирлар мажмуасини ташкил этади (1,2).

АДАБИЁТ ТАҲЛИЛИ ВА МЕТОДОЛОГИЯСИ.

Электр ток таъсирида фаоллаштириш натижасида сув метастабил (фаоллаштирилган) ҳолатга ўтади, бу ҳолат аномал физик-кимёвий параметрлар билан тавсифланади. Фаоллаштирилган сув ва эритмаларни олиш жараёни ўта номувозанат жараён бўлиб, кимёни ҳозир тез суръатларда ривожланаётган янги соҳаси - кимёвий жараёнлар ва технологиялардаги синергетика томонидан ўрганиладиган объектдир. Агар анъанавий амалий электр кимёда электр жараённи мувозанат шароитларига оптимал яқинлаштирилган параметрларини топиш асосий масала бўлса, электр кимёвий фаоллаштириш учун электр кимёвий реакцияларни мувозанат шароитларида ўтишидан оптимал узоқлашиш параметрларини топиш муҳимдир (3,4,5).

Тадқиқотлардан маълумки микроўғитларни тупроққа экишдан олдин солиш, қўшимча озиқлантириш (микроэлементларнинг 0,1—0,05% эритмасини пуркаш), уруғликка экишдан олдин ишлов бериш (уруғликни уларнинг 0,02—0,05% эритмалари билан ҳўллаш) каби усуллар асосида амалга оширилади ва бунда асосан эритувчи сифатида оддий ариқ, канал ва водопровод сувларидан фойдаланилади.(6)

Технологияларда ишлатиладиган сувга қўйиладиган стандарт талаблар келтирилмаган. Чунки ҳозирги пайтда антропоген омиллар таъсирида сувнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари, айниқса pH, оксидланиш-қайтарилиш потенциаллари қиймати, минераллашганлик даражаси, таркибидаги катион ва анионлар миқдори белгиланган меъёрлар талабига жавоб бермайди. Айниқса, сувга микроэлементларни қўшишда сув

ISSN 3030-3907

таркибидаги ионлар миқдорини ўрганиш муҳимдир. Чунки озиқ моддаларни ташкил этувчи деярли барча элементлар бир-бири билан ўзаро таъсир қилишнинг иккита шаклларидан бирида намоён бўлади. Булар антагонистик ёки синергетик шакллардир. Ушбу омилни эътиборсиз қолдириш ўсимликнинг ўзида мувозанатсиз реакцияларга олиб келади, ҳатто ўсимликларнинг нобуд бўлишига сабаб бўлувчи стресс келтириб чиқариши мумкин. Элементлар ўртасидаги қарама-қаршилик уларнинг кимёвий реакцияларда биргаликда иштирок этиши улардан бирининг таъсирининг ёмонлашишига олиб келганда юзага келади. Шундай қилиб, бир элементнинг кўплиги ўсимликнинг илдиз тизими томонидан бошқа элементнинг сўрилиш даражасини пасайтириши мумкин.

Шу нуқтаи назардан биз микроэлементларни электрокимёвий фаоллаштирилган сувнинг кислотали муҳитига композициялаш асосида уруғларга экишдан олдин ишлатиладиган кимёвий восита олиш жараёнида электрокимёвий фаоллашган табиий канал сувларини таркибида бўладиган ионларнинг тажрибадан олдинги, электрокимёвий фаоллаштирилгандан кейинги ва микроэлементлар қўшилган ҳолатдаги эритмалар ион таркиби ўзгаришини ўрганишга оид тажрибалар ўтказдик.

Тадқиқот учун ишлатиладиган сувни электрокимёвий фаоллаштириш Россия федерациясида ишлаб чиқарилган МЕЛЕСТА (ТУ 5156-002-32064511-07, сертификат № РОСС РУ.АЯ36.В29156) қурилмасида амалга оширилди. Қурилма +5 дан +40^0 С хароратда ва 80%дан ортиқ бўлмаган намликда ишлашга мўлжалланган. Расмда кўрсатилганидек қурилма 4 қисмдан иборат бўлиб, улар асосий идиш, электр токини меёрлаштиргич, диафрагмали стакан ва электродлар ўрнатилган қопқоқдан иборат. Қурилманинг катод қисми зангламайдиган пўлатдан, анод эса рутений оксиди билан қопланган титандан ясалган (1-расм).



1-расм. Мелеста қурилмаси

Тадқиқотларни бошлаш учун дастлаб 2025 йилнинг март ойида Шимолий Фарғона каналининг 1 км узоқликдаги 5 та қисмидан 10 литрдан намуналар олинди ва 50 литрли идишга жамланди. Олинган намунанинг табиий ҳолатдаги, электрокимёвий фаоллаштирилгандан сўнг кислотали муҳитдаги ва кислотали муҳитга микроэлементларни композициялангандаги

ISSN 3030-3907

ион таркиби Тошкент кимё технология институти “Силикат материаллар ва нодир металлар технологияси” кафедраси физик-кимёвий таҳлил ва наноматериаллар илмий лабораториясида Японияда ишлаб чиқарилган юқори аниқликдаги энергия дисперсли Rigaku NEX CG EDXRF polarizatsiyali analizator - 9022190000 рентген флоресан спектрометри ёрдамида ўрганилди.

ТАҲЛИЛ ВА НАТИЖАЛАР.

Таҳлил натижалари табиий ҳолатдаги канал суви таркибидаги алюминий, кремний, темир, рух, кумуш, қалай, уран, стронций, цирконий, тербий, палладий каби ионлар миқдори сувга электрокимёвий ишлов бериш ва унга микроэлементларни композициялаш жараёнларидан кейин ҳам деярли ўзгармаганлигини кўрсатди. Олинган намуна таркибидаги олтингугурт миқдори (табиий 109 мг/л) электрокимёвий ишлов берилгандан кейин (кислотали муҳит, 107 мг/л) деярли ўзгармаган, кислотали муҳитга мис ва марганец композициялангандан кейин эса иккала ҳолатга нисбатан (171мг/л) сезиларли ортган. Сабабини микроэлементларнинг сульфатли тузларидан фойдаланилганлиги билан изоҳлаш мумкин. Намуна таркибидаги хлор миқдори табиий ҳолатда 43 мг/л ташкил этиб, электрокимёвий ишлов берилгандан кейин (кислотали муҳит, 140 мг/л) ортган, кислотали муҳитга мис ва марганец композициялангандан кейин эса (121 мг/л) бир оз камайган. электрокимёвий фаоллаштириш давомида анодга анионлар харакати жумладан хлорид ионини ҳам анодга харакати туфайли анолитда хлорид иони концентрлашади. Бундан ташқари катод атрофида юзага келаётган ишқорий муҳит сув таркибида доимий учрайдиган хлорид тузларининг ($FeCl_3$, $CaCl_2$) тузларнинг гидролизланишини тезлаштиради ва хлорид ионини миқдорини орттиради уларнинг анодга тортилиши сабабли анолитда хлорид 140 мг/л гача миқдори ортган. Микроэлементли композиция таркибида хлорид ионини миқдорини (121 мг/л) сал камайиш мис ва марганец катионлари таъсири туфайли юзага келган бўлиши мумкин. Чунки мис ва марганец ионлари d элементлар қаторида бўлиб, улар комплекс ионлар хосил қилиш хусусиятига эга.

$$Cu^{2+} + 4Cl^- \rightarrow \left[\begin{array}{c} Cl \\ | \\ Cl\text{--}Cu\text{--}Cl \\ | \\ Cl \end{array} \right]^{2-}$$

Намунадаги табиий канал сувида калций Ca^{2+} ионлари миқдорининг (108 мг/л), электрокимёвий фаоллаштирилган сўнг кислотали муҳитда камайиши (анолитида 74 мг/л) ионларнинг анод томонга харакатланиши ва карбонат ионлари таъсирида кальций карбонатга айланиб чўкма ҳосил қилиши билан изоҳлаш мумкин. Кислотали муҳитдаги электрокимёвий

ISSN 3030-3907

фаоллаштирлган сувга мис ва марганецли ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $MnSO_4 \cdot 2H_2O$) тузларнинг қўшилиши натижасида тузлар таркибидаги сульфат ионлари билан калций ионини бирикиб, кальций сульфат тузини ҳосил қилиши ушбу композицияда унинг миқдорини янада камайишига (58 мг/л) олиб келган. Кислотали муҳитдаги электрокимёвий фаоллашган сувга мис ва марганецли ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $MnSO_4 \cdot 2H_2O$) тузларнинг қўшилиши уларнинг миқдорини кескин ортишига сабаб бўлган (1-жадвал, 1-3 спектрограммалар).

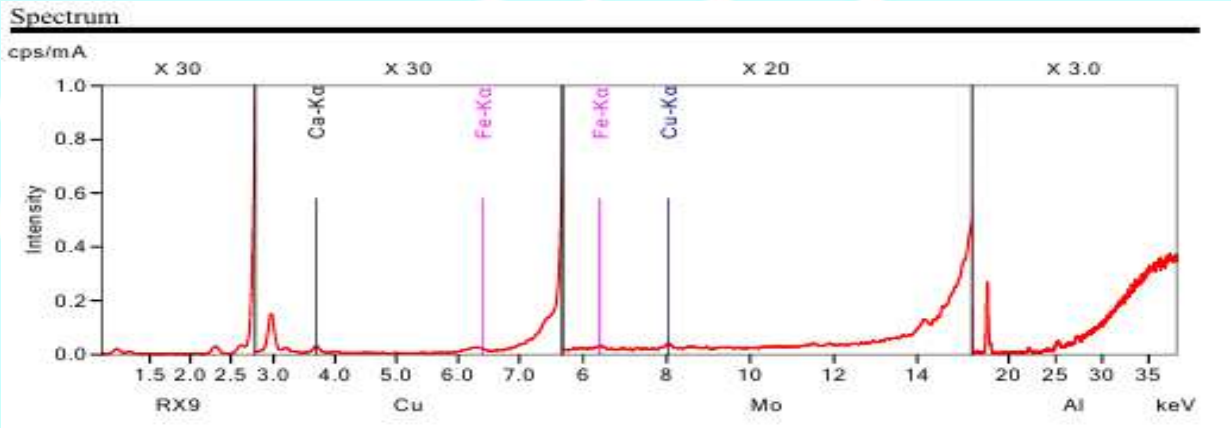
1-жадвал

Электрокимёвий фаоллашган табиий канал сувларига микроэлементларни композициялашнинг эритма ион таркибига таъсири

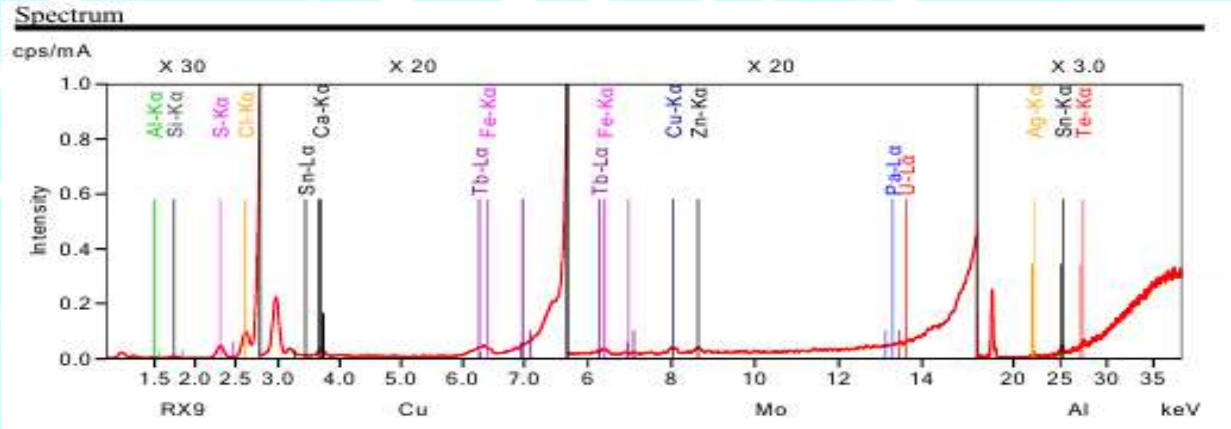
(*Шимолий Фарғона канали суви*)

Т/r.	**Компонентлар**	**Ўлчов бирлиги**	**Тажрибадан аввал табиий ҳолатда**	**Электрокимёвий фаоллаштирилгандан сўнг, кислотали муҳитда (анолит)**	**Композитцияда Анолит+Cu +Mn**
1	Алюминий Al	мг/л	99	109	121
2	Олтингугурт S	мг/л	109	107	171
3	Кремний Si	мг/л	93	108	107
4	Хлор Cl	мг/л	43	140	121
5	Кальций Ca	мг/л	108	74	58
6	Темир Fe	мг/л	11	13	13
7	Мис Cu	мг/л	5	6	117
8	Рух Zn	мг/л	2	4	-
9	Кумуш Ag	мг/л	5	6	5
10	Қалай Sn	мг/л	16	15	18
11	Уран U	мг/л	1	1	1
12	Стронций Sr	мг/л	2	-	-
13	цирконий Zr	мг/л	525	477	565
14	Тербий Tb	мг/л	9	13	-
15	Палладий Pd	мг/л	1	1	1
16	Марганец Mn	мг/л	-	-	119

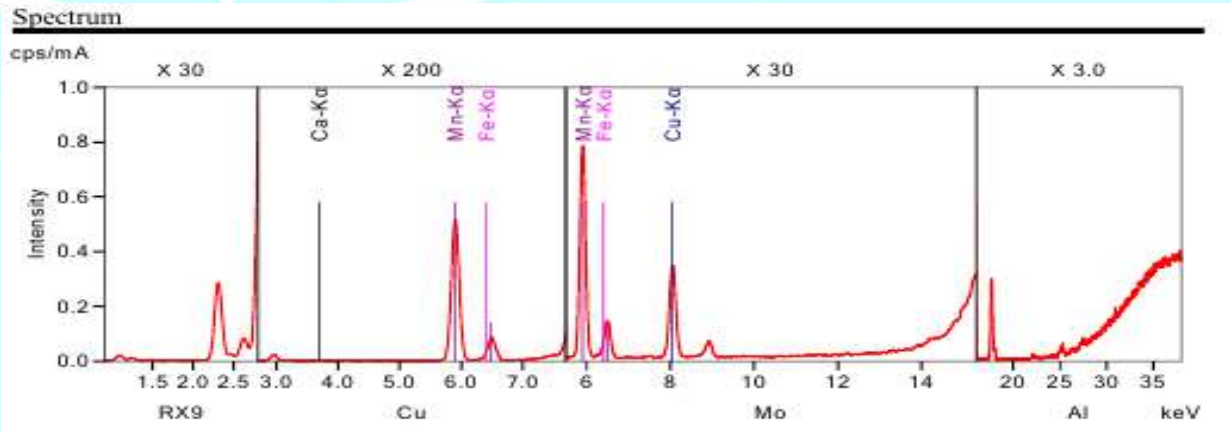
ISSN 3030-3907



1-спектрограмма Табиий ҳолатдаги ШФК сувининг рентген флоресан спектрометридаги таҳлили



2-спектрограмма Кислотали муҳитдаги электрокимёвий фаоллашган ШФК сувининг рентген флоресан спектрометридаги таҳлили



3-спектрограмма Кислотали муҳитдаги электрокимёвий фаоллашган ШФК сувига микроэлементлар композицяланган ҳолатдаги рентген флоресан спектрометридаги таҳлили

Ўтказилган тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосалар қилинди

-электрокимёвий фаоллаштирилган канал сувнинг анолит қисмига мис ва марганецнинг сульфатли тузларини ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $MnSO_4 \cdot 2H_2O$) композицияланганда уларнинг тўла эриши кузатилиб, чўкма ҳосил қилмайди;

ISSN 3030-3907

-электрокимёвий фаоллаштирилган табиий канал сувининг анолит қисмига мис ва марганец микроэлементлари қўшилганда унинг таркибидаги бошқа ионлар мис ионини эритмада фаол ион ҳолатида қолишига халақит бермайди;

- табиий канал сувидаги олтингугурт миқдори (109 мг/л) электрокимёвий ишлов берилгандан кейин (кислотали муҳит, 107 мг/л) деярли ўзгармайди, кислотали муҳитга мис ва марганец композициялангандан кейин эса иккала ҳолатга нисбатан (171мг/л) микроэлементларнинг сульфатли тузларидан фойдаланилганлиги сабабли ортади.

- табиий канал сувида кальций ионлари миқдорининг (108 мг/л), электрокимёвий фаоллаштирилган сўнг кислотали муҳитда камайиши (анолитида 74 мг/л) ионларнинг анод томонга харакатланиши ва карбонат ионлари таъсирида кальций карбонатга айланиб чўкма ҳосил қилиши билан изоҳлаш мумкин.

- кислотали муҳитдаги электрокимёвий фаоллаштирлган сувга мис ва марганецли ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $MnSO_4 \cdot 2H_2O$) тузларнинг қўшилиши натижасида тузлар таркибидаги сульфат ионлари билан калций ионини бирикиб, калций сульфат тузи чўкмасини ҳосил қилиши ушбу композицияда унинг миқдорини янада камайишига (58 мг/л) олиб келади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙҲАТИ

1. Бахир В.М., Кирпичников П.А., Лиакумович А.Г. Механизм изменения реакционной способности активированных веществ //Изв. АН УзССР. Сер. Техн. Наук. – 1982. – №. 4. – С. 70-74.

2. Джурабаев М., Мамаджанов А. Биостимулирующее средство (эл. акт. вода) //Сельское хозяйство Узбекистана.- 1984.- № 2.- С. 42

3. Прилуцкий В.И., Бахир В.М. Электрохимически активированная вода: аномальные свойства, механизм биологического действия. – Москва: ВНИИИМТ АО НПО «Экран», 1997. – 228 с.

4. Абдуллаев М.Т., Хайитов Б,А., Юсупов Д.Р. Изучение нормативных условий выкормки восковой моли на основе электрохимический активированной воды //Международного научного журнала. – Киев, 2016. – № 6. – С. 103-104.

5. Абдуллаев М.Т, Хайитов Б.А., Пўлатов А.С., Рахимов У. Электрокимёвий фаоллаштирилган сувдан биологик воситалар кўпайтиришда фойдаланиш //ФарПИ илмий техника журнали. – Фарғона, 2017. – № 3. – Б. 98-102.

6. Abdullaev M., Zakirov K., Khaitov B. Production of electrochemically activated water in the composition of microelements and use in pre-sowing treatment of vegetable seeds //Science and innovation. – 2023. – Т. 2. – №. D6. – С. 161-165.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA MOSLASHTIRILGAN (ADAPTIVE) TA’LIM TIZIMLARI

Toshboltayev Faxriddin O‘rinboyevich
Farg‘ona davlat universiteti Axborot texnologiyalari kafedrasi katta o‘qituvchisi (PhD)
E-mail: toshboltayevfaxriddin88@gmail.com
Mirzaakbarova Mohinabonu Saidjon qizi
Farg‘ona davlat universiteti Axborot tizimlari va texnologiyalar yo‘nalishi 2-kurs talabasi
E-mail: mohina.rahmonaliyeva@icloud.com
Burxonjonova Sevinchxon Abdulaziz qizi
Farg‘ona davlat universiteti Axborot tizimlari va texnologiyalar yo‘nalishi 2-kurs talabasi
E-mail: burxonjonovasevinchxon@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun’iy intellekt asosida yaratilgan moslashtirilgan ta’lim tizimlarining nazariy asosi, ishlash tamoyillari va zamonaviy ta’lim jarayonidagi ahamiyati yoritiladi. Adaptive texnologiyalar o‘quv jarayoniga qanday ta’sir ko‘rsatishi, o‘quvchi faoliyatini qanday tahlil qilishi, bilimni shaxsiylashtirish imkoniyatlari va ta’lim sifatiga qo‘shayotgan innovatsion yondashuvlari ilmiy asosda ochib beriladi. Shuningdek, AI asosidagi tahlil modellari, kontentni moslashtirishning algoritmik jarayonlari, o‘qituvchi va o‘quvchi o‘rtasidagi o‘zaro munosabatni transformatsiya qiluvchi mexanizmlar ham ko‘rib chiqiladi. Maqola O‘zbekiston ta’lim tizimi uchun ham istiqbolli yo‘nalishlarni taklif etadi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, moslashtirilgan ta’lim, shaxsiylashtirilgan o‘qitish, adaptiv tizimlar, raqamli ta’lim, tahlil algoritmlari, o‘quvchi modeli, pedagogik model, ta’lim texnologiyalari.

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы, принципы работы и значение адаптивных образовательных систем на основе искусственного интеллекта в современном образовательном процессе. В статье научно раскрывается влияние адаптивных технологий на образовательный процесс, анализ деятельности учащихся, возможности персонализации знаний и инновационные подходы, которые они привносят в качество образования. Также рассматриваются модели анализа на основе искусственного интеллекта, алгоритмические процессы адаптации контента и механизмы, преобразующие взаимодействие преподавателей и студентов. В статье также предлагаются перспективные направления развития системы образования Узбекистана.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Искусственный интеллект, адаптивное обучение, персонализированное обучение, адаптивные системы, цифровое обучение, алгоритмы анализа, модель обучающегося, педагогическая модель, образовательные технологии.

Abstract. This article discusses the theoretical basis, principles of operation and the importance of adaptive educational systems based on artificial intelligence in the modern educational process. It scientifically reveals how adaptive technologies affect the educational process, how they analyze student activity, the possibilities of personalizing knowledge and the innovative approaches they add to the quality of education. It also considers AI-based analysis models, algorithmic processes of content adaptation, and mechanisms that transform the interaction between teachers and students. The article also offers promising directions for the education system of Uzbekistan.

Keywords: Artificial intelligence, adaptive learning, personalized learning, adaptive systems, digital learning, analysis algorithms, learner model, pedagogical model, educational technologies.

Kirish

Zamonaviy raqamli transformatsiya jarayonlari ta’lim sohasiga ham chuqur kirib kelib, o‘quv jarayonining shakl va mazmunini tubdan o‘zgartirmoqda. Axborot texnologiyalarining rivoji, ayniqsa sun’iy intellektning keng qo‘llanilishi natijasida ta’lim tizimida yangi yondashuvlar vujudga kelmoqda. Shulardan biri — sun’iy intellekt asosida moslashtirilgan ta’lim tizimlaridir. Bunday tizimlar o‘quvchi va o‘qituvchi o‘rtasidagi o‘zaro munosabatni qayta ko‘rib chiqib, ta’lim jarayonini har bir o‘quvchining individual xususiyatlariga mos ravishda tashkil etishga qaratilgan.

ASOSIY QISM

Sun’iy intellektning ta’limga kirib kelishi nafaqat o‘quvchilarning o‘zlashtirish samaradorligini oshiradi, balki o‘qituvchi faoliyatiga ham katta yordam beradi. Tizimlar tomonidan yaratilgan tahliliy ma’lumotlar o‘qituvchiga har bir o‘quvchi haqidagi aniq va chuqur tahlilni taqdim etadi. Bu esa pedagogning vaqtini tejalishiga, dars jarayonini rejalashtirishda yanada oqilona qarorlar qabul qilishiga imkon yaratadi.

Yuqoridagilarni inobatga olgan holda, sun’iy intellekt asosida moslashtirilgan ta’lim tizimlarini o‘rganish, ularning mexanizmlarini tahlil qilish hamda ta’limdagi o‘rni va istiqbolini aniqlash zamonaviy pedagogika uchun dolzarb masalalardan biridir.

Adaptive ta’limning nazariy-metodik asoslari

Moslashtirilgan ta’limning tamoyillari konstruktivizm nazariyasiga asoslanib, o‘quvchi bilimni tayyor ko‘rinishda emas, balki faol fikrlash, mustaqil

ISSN 3030-3907

yechim topish va individual tahlil qilish orqali o‘zlashtiradi degan g‘oyani ilgari suradi. Sun’iy intellekt ushbu jarayonni chuqur tahlil qiladigan intellektual monitoring vositasi sifatida xizmat qiladi. Tizim o‘quvchining bilim holatini aniqlashda turli algoritmik yondashuvlardan — statistik modellash, mashinaviy o‘rganish, neyron tarmoqlar, bayes modellari va bilim graflaridan foydalanadi. Bu yondashuvlar o‘quvchining bilish faoliyatidagi nozik o‘zgarishlarni aniqlash imkonini beradi.

Pedagogik model (Instructional Model) esa o‘qitish jarayonini boshqarish bo‘yicha algoritmik qoidalarni belgilab beradi. Bu model o‘quvchi qanday tartibda o‘rganishi, kontent qanday murakkablikda taqdim etilishi, qayta mustahkamlash jarayoni qachon va qanday amalga oshirilishi lozimligini ko‘rsatadi. Natijada tizim har bir o‘quvchi uchun individual o‘quv strategiyasini shakllantiradi.

Sun’iy intellektning moslashtirilgan ta’limdagi amaliy ahamiyati

AI adaptiv tizimlarda o‘quv materialini qayta strukturaga solish, o‘quvchining ehtiyojlarini aniqlash va o‘quv jarayonini optimallashtirishda fundamental rol o‘ynaydi. O‘quvchi tomonidan bajarilgan har bir topshiriq tizimga yangi ma’lumot beradi; mazkur ma’lumotlar mashinaviy o‘rganish algoritmlari orqali qayta ishlanib, o‘quvchiga mos kontent shakllantiriladi.

AI quyidagi jarayonlarni bajaradi:

1. Diagnostika: O‘quvchining bilim darajasini aniqlash, mustahkam bo‘lmagan mavzularni topish, o‘quv jarayonidagi tipik xatolarni tahlil qilish.

2. Turli kontentlarni moslashtirish: Tekst, video, interaktiv mashqlar, testlar, simulyatsiyalar va misollar darajasini o‘zgartirish orqali ta’limni moslashtirish.

3. Prognozlash: O‘quvchining kelajakdagi o‘zlashtirish natijalarini oldindan aytib berish. Masalan, tizim o‘quvchi qaysi mavzuda qiynalishi yoki muvaffaqiyatli bo‘lishini taxmin qiladi.

4. Shaxsiy rivojlanish trayektoriyasini yaratish: Har bir o‘quvchi uchun individual o‘quv yo‘lini taklif qilish. Bu yo‘l o‘quvchining qiziqishlari, ehtiyojlari va kognitiv xususiyatlariga mos ravishda shakllanadi.

5. Real vaqtli tahlil: Tizim o‘quvchining faoliyatini uzluksiz kuzatib boradi va o‘qitish jarayonini bir zumda o‘zgartirishi mumkin.

Natijada o‘quv jarayoni bir tomonlama emas, balki ikki tomonlama, faol, moslashuvchan va dinamik tizimga aylanadi.

Adaptive ta’lim tizimlarining pedagogik va psixologik afzalliklari

Moslashtirilgan ta’lim psixologik-pedagogik jihatdan o‘quvchiga yuqori darajada mos keladi. Chunki har bir shaxs o‘ziga xos bilish tezligi, qiziqishlari, o‘quv uslubi va aqliy strategiyalariga ega. An’anaviy ta’lim bunday xilma-xillikni

ISSN 3030-3907

inobatga olishga qiynalsa, AI asosidagi adaptiv tizimlar aynan shu murakkablikni yechishga qodir.

O‘quvchi uchun afzalliklari:

O‘z tezligida o‘qish imkoniyati.

Qiyin mavzularni avtomatik takrorlash va mustahkamlash.

Intellektual yordam va real vaqtli ko‘mak.

Ortib boruvchi qiyinchilik tamoyili orqali motivatsiya kuchayishi.

Mustaqil o‘rganish ko‘nikmalarining shakllanishi.

O‘qituvchi uchun afzalliklari:

Har bir o‘quvchi haqida batafsil analitik hisobot.

O‘quvchilar o‘rtasidagi farqni aniq ko‘rish imkoniyati.

Dars jarayonini optimallashtirish, individual ishlashga ko‘proq vaqt ajratish.

O‘quvchilarning psixologik holatini kuzatish imkoniyati.

Zamonaviy adaptiv platformalarning texnik ishlash mexanizmlari

Bugungi vaqtda adaptive ta’lim tizimlari murakkab texnik platformalar ko‘rinishiga ega. Ularning ishlashida quyidagi texnologiyalar asosiy rolni bajaradi:

Natural Language Processing (NLP): Matnlarni tahlil qilish, o‘quvchining javoblarini baholash, avtomatik izoh berish, savol-javoblarni ishlab chiqish.

Rekomendatsion tizimlar: O‘quvchiga mos mavzu, mashq yoki video tavsiya qilish.

Neyron tarmoqlar: O‘quvchi xatti-harakatlaridagi murakkab naqshlarni aniqlash.

Bilim grafiklari (Knowledge Graph): Mavzular o‘rtasidagi aloqalarni aniqlash va bilim strukturasini modellashtirish.

Prediktiv tahlil: Baholarni oldindan taxminlash, o‘zlashtirish jarayonidagi xavf omillarini aniqlash.

Bu texnologiyalar ta’lim jarayonini avtomatlashtirish, takomillashtirish va har bir o‘quvchi uchun eng mos shaklga keltirish imkonini beradi.

O‘zbekistonda adaptive ta’limni joriy etishning istiqbollari

O‘zbekiston ta’lim tizimida raqamli transformatsiya jarayoni faol davom etmoqda. Elektron darsliklar, onlayn kurslar, test platformalari, masofaviy ta’lim tizimlari yaratilmoqda. Agar ushbu tizimlar sun’iy intellekt integratsiyasi orqali adaptive shaklga keltirilsa, ta’lim sifatida sezilarli yuksalish bo‘lishi mumkin.

Xususan:

1. bosqichma-bosqich o‘quvchi diagnostikasi,
2. o‘quvchiga moslashtirilgan o‘quv yo‘llari,
3. o‘qituvchilar uchun analitik panellar,
4. maktab va oliy ta’lim uchun avtomatlashtirilgan monitoring tizimlari

yaratilishi va keng qo‘llanilishi ko‘zda tutiladi.

ISSN 3030-3907

XULOSA

Sun’iy intellekt asosida moslashtirilgan (adaptive) ta’lim tizimlari bugungi ta’lim jarayonining tubdan yangilanishiga asos bo‘layotgan eng muhim texnologik yo‘nalishlardan biridir. Bunday tizimlar o‘quvchining individual imkoniyatlari, kognitiv xususiyatlari, o‘rganish tezligi va qiziqishlarini aniqlab, unga mos kontentni taklif qilishi orqali ta’lim jarayonini shaxsiylashtiradi. O‘quvchining xatti-harakatlari va o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari sun’iy intellekt yordamida real vaqt rejimida tahlil qilinadi, va bu esa ta’lim jarayonining davomiy darajada takomillashib borishiga sharoit yaratadi.

Adaptive tizimlar nafaqat o‘quvchi uchun qulaylik yaratadi, balki o‘qituvchi faoliyatini ham ancha yengillashtiradi. O‘qituvchi har bir o‘quvchining rivojlanish trayektoriyasini batafsil kuzatishi, ulardagi qiyinchiliklarni aniq ko‘rishi va zarur pedagogik yondashuvlarni belgilashi mumkin. Bu esa ta’lim jarayonida inson omili va texnologik yondashuv o‘rtasidagi uyg‘unlikni kuchaytiradi. Shuningdek, sun’iy intellektning aqliy tahlil, modellashtirish, prognozlash imkoniyatlari o‘quv jarayonini samarador, moslashuvchan va yuqori sifatli qilishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

Umuman olganda, sun’iy intellekt asosida moslashtirilgan ta’lim tizimlari ta’limning kelajagini belgilab berayotgan innovatsion yo‘nalish bo‘lib, u an’anaviy ta’lim modelini raqamli texnologiyalar asosida qayta ko‘rib chiqish imkonini beradi. Bu tizimlar o‘quvchi va o‘qituvchi o‘rtasidagi pedagogik jarayonni kuchaytiradi, ta’lim samaradorligini oshiradi va bilim olishni yanada qulay, moslashuvchan hamda yuqori sifatli jarayonga aylantiradi. Shunday qilib, adaptive ta’lim texnologiyalarining joriy qilinishi nafaqat ta’lim jarayoniga zamonaviy yondashuv olib kiradi, balki mamlakatning intellektual salohiyatini oshirishga ham xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdullayeva, M. *Raqamli ta’lim texnologiyalari va ularning o‘quv jarayonidagi qo‘llanilishi*. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2021.
2. Ahmedov, U. *Zamonaviy axborot texnologiyalarining ta’limdagi o‘rni*. Toshkent: Innovatsiya, 2020.
3. Ergashev, Sh., & Qo‘ldoshev, Q. *Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari asoslari*. Toshkent: O‘qituvchi, 2019.
4. Hamroyev, A. *Pedagogik texnologiyalar va raqamli ta’lim*. Toshkent davlat pedagogika universiteti, o‘quv qo‘llanma, 2022.
5. Islomov, S. *Sun’iy intellekt: nazariya va amaliyot*. Toshkent: “Iste’dod” nashriyoti, 2021.
6. Karimov, Z. *Intellektual ta’lim tizimlari va elektron o‘quv platformalarining rivoji*. Toshkent: TDYU ilmiy to‘plami, 2022.

ISSN 3030-3907

7. Nazarov, B. *Raqamli pedagogika: konsepsiyalar, metodlar va texnologiyalar*. Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti, 2023.
8. Rahimova, N. *Elektron ta’lim va masofaviy o‘qitish texnologiyalari*. Qarshi: Nasaf nashriyoti, 2020.

ISSN 3030-3907

TEXNOLOGIK JARAYONGA TA’SIR ETUVCHI OMILLAR VA TOLA FIZIK-MEXANIK XOSSALARINING YIGIRILGAN IP SIFATIGA BOG‘LIQLIGI

G.K.Mirxonova
Buxoro davlat texnika universiteti magistranti.
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro davlat texnika universiteti AKT kafedrasi professori

Annotatsiya: Ushbu maqolada yigirish jarayonida ip sifatini belgilovchi asosiy omillar — tolaning fizik-mexanik xususiyatlari hamda texnologik jarayon parametrlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik tahlil qilingan. Tola uzunligi, ingichkaligi, mustahkamligi, namlik sig‘imi kabi ko‘rsatkichlarning ip sifatiga ta’siri, shuningdek yigirishda mashina-sozlamalari, tezlik, taranglik va muhit sharoitining ahamiyati yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Yo‘qimachilik, tola, xomashyo, elastiklik, sanoat, xossa, omil, mikroner, yigiruv.

Abstract: This article analyzes the relationship between the main factors determining the quality of yarn in the spinning process - the physical and mechanical properties of the fiber and the technological process parameters. The influence of such parameters as fiber length, fineness, strength, moisture capacity on the quality of yarn, as well as the importance of machine settings, speed, tension and environmental conditions during spinning are highlighted.

Keywords: Textile, fiber, raw material, elasticity, industry, property, factor, micronizer, spinning.

Аннотация: В статье анализируется взаимосвязь между основными факторами, определяющими качество пряжи в процессе прядения – физико-механическими свойствами волокна и параметрами технологического процесса. Раскрыто влияние таких показателей, как длина волокна, тонина, прочность, влагоемкость, на качество пряжи, а также значение настроек машины, скорости, натяжения и условий окружающей среды при прядении.

Ключевые слова: Текстиль, волокно, сырье, эластичность, промышленность, свойство, фактор, микрон, прядение.

Kirish

To‘qimachilik sanoatida yuqori sifatli ip ishlab chiqarish muhim ahamiyatga ega bo‘lib, bu jarayon asosan tolalarning fizik-mexanik xossalari va texnologik jarayonning to‘g‘ri tashkil etilishiga bog‘liq. Yigirilgan ip sifati keyingi to‘qish va trikotaj jarayonlarining samaradorligini belgilaydi. Shu sababli texnologik jarayonga ta’sir etuvchi omillarni chuqur o‘rganish hamda tolalarning xossalari bilan ip sifati o‘rtasidagi bog‘liqlikni tahlil qilish dolzarb masalalardan biridir. Yigirish jarayoni tolalarni mexanik ta’sir ostida ip holiga keltirishga qaratilgan ketma-ket operatsiyalar majmuasidan iborat. Ushbu jarayon davomida tolalar tozalanadi, taraladi, cho‘ziladi va buram berish orqali ip hosil qilinadi. Har bir

ISSN 3030-3907

bosqichda tolalarning holati o‘zgarib, bu holat yakuniy mahsulot sifatida aks etadi. Jarayonning izchil va uzluksiz olib borilishi ipning barqaror sifatini ta’minlaydi.

Tolalar
↓
Tozalash
↓
Tarash
↓
Cho‘zish
↓
Yigirish va burash
↓
Tayyor ip

Ushbu bosqichlarning har biri tolalarning tuzilishiga ta’sir qilib, ipning yakuniy sifatini shakllantiradi.

Tola fizik-mexanik xossalarining ip sifatiga ta’siri shundaki tola uzunligi ip strukturasi va mustahkamligining asosiy belgilovchisidir. Uzun tolalar bir-biriga ko‘proq tutash nuqtalar orqali birikadi, natijada ipning tutam hosil qilish qobiliyati ortadi. Bu ipning uzilishlarga chidamliligini oshiradi, uning sirtini silliq qiladi va tuklikni kamaytiradi. Qisqa tolalarda esa tutash nuqtalari soni kam bo‘lib, ipning notekisligi va tukligi ortishi kuzatiladi. Xom ashyo, ya’ni tolalarning sifati yigirilgan ipning asosiy ko‘rsatkichlarini belgilaydi. Tolalarning bir xilligi, uzunligi va mustahkamligi yuqori bo‘lsa, sifatli ip olish imkoniyati oshadi. Past sifatli tolalar ipda nuqsonlar va uzilishlar paydo bo‘lishiga olib keladi. Yigirishda ishlatiladigan tolalarning sifati ipning asosiy ko‘rsatkichlarini belgilaydi. Tolalarning bir xil tarkibda bo‘lishi, uzunligi va mustahkamligi yuqori bo‘lsa, ip sifati ham yuqori bo‘ladi. Past sifatli yoki notekis tolalar ipda turli nuqsonlarning paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi.

Ingichka tolalar tolalararo ishqalanishning barqaror bo‘lishini ta’minlaydi, buning natijasida ip silliq, ko‘rinishi chiroyli va yuqori elastiklikka ega bo‘ladi. Qalin tolalar esa ipni qo‘pol, ba’zan notekis qilib qo‘yadi. Mikroner miqdorining optimal diapazonda bo‘lishi ipning chiziqli zichligi va pishiqligini ta’minlaydi.

Tolaning uzilishga bo‘lgan mexanik mustahkamligi to‘g‘ridan-to‘g‘ri ipning uzilishga chidamliligini belgilaydi. Mustahkam tolalar yigirish jarayonida barqarorlikni ta’minlaydi, mashina uzilishlarini kamaytiradi, ishlab chiqarish unumdorligini oshiradi. Past mustahkamlikka ega tola esa jarayonda uzilib ketishi mumkin.Egiluvchan tolalar taranglikni oson qabul qiladi va mashina valiklari oralig‘ida uzilmaydi. Elastikligi kam tolalar esa taranglik ortganda osongina uzilib,

ISSN 3030-3907

ipning strukturaviy yaxlitligini buzadi.Tolaning namligi uning sirpanish qobiliyatiga ta’sir etuvchi muhim ko‘rsatkichdir. Optimal namlikda tola elastik, sirpanishga moyil va yigirish uchun qulay bo‘ladi. Juda quruq tola mo‘rt, juda nam tola esa yopishqoq bo‘lib, texnologik jarayonda turli nuqsonlarga sabab bo‘ladi. Mashinalarning ishlash tezligi, cho‘zish koeffitsiyenti va buram darajasi muhim texnologik parametrlar hisoblanadi. Ushbu ko‘rsatkichlarning noto‘g‘ri tanlanishi tolalarning shikastlanishiga, ipning esa mustahkamligi va tekisligining pasayishiga olib keladi. Uskunalarning soz va texnik talablar asosida ishlashi ip sifatini ta’minlovchi muhim omildir. Eskirgan yoki noto‘g‘ri sozlangan mashinalar ipning notekis chiqishiga hamda ishlab chiqarish jarayonida uzilishlarga sabab bo‘ladi. Ishlab chiqarish muhitidagi harorat va namlik tolalarning elastikligi va mexanik xossalarini saqlashda muhim rol o‘ynaydi. Optimal sharoitda olib borilgan texnologik jarayon ip sifatining oshishiga xizmat qiladi. Tolalarning fizik-mexanik xususiyatlari ip sifatini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Uzun tolalar ipning mustahkam va barqaror bo‘lishini ta’minlaydi. Qisqa tolalar esa ipda tuklanish va uzilishlarning ko‘payishiga olib keladi. Tolalarning uzilishga chidamliligi ipning mexanik bardoshliligini belgilaydi. Mustahkam tolalardan yigirilgan iplar uzoq muddatli foydalanishga yaroqli bo‘ladi. Tolalarning nozikligi ipning silliqligi va bir xilligi bilan bog‘liq. Ingichka tolalar asosida olingan ip estetik jihatdan ham sifatli hisoblanadi. Elastik tolalar ipning cho‘zilish va bukilishga bardosh berish qobiliyatini oshiradi. Bu xossa ipning keyingi texnologik ishlovlarida muhim ahamiyatga ega. Tolalardagi notekislik ipning qalin-yupqa joylari paydo bo‘lishiga olib keladi. Bu holat tayyor mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Chigitdan ajratish, tozalash, tarash hamda piltalash bosqichlarining sifati ipning yakuniy sifatiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Yaxshi taralgan, chigallanishi kamaytirilgan, bir tekis taqsimlangan tolalar barqaror yigirish jarayonini ta’minlaydi. Cho‘zish apparati oralig‘i, valiklar bosimi, taranglik kuchi, buram miqdori va silindrlar tezligi kabi parametrlarning to‘g‘ri tanlanishi ip sifatini belgilaydi. Noto‘g‘ri sozlamalar — notekis ip, ko‘p uzilishlar va sirt nuqsonlariga olib keladi. Tezlik oshishi bilan ishlab chiqarish unumdorligi ko‘payadi, lekin tolalarga tushadigan mexanik yuklama ham kuchayadi. Tezlik tola xususiyatiga mos bo‘lmasa, ipda uzilishlar ko‘payadi. Past tezlik esa iqtisodiy jihatdan samarasiz. Buram ipning strukturasini mustahkamlovchi asosiy omildir. Buramning kamligi ipni bo‘sh, mustahkamligi past qiladi. Buramning ortishi esa ipni qattiq, ba’zan mo‘rt qiladi. Har bir tola turining optimal buram qiymati mavjud. Yigirish sexidagi harorat va nisbiy namlik tolaning mexanik xossalarini o‘zgartiradi. Optimal sharoitda tola mo‘rtlashmaydi, silliq siljiydi va mashinalar barqaror ishlaydi. Chang-to‘zonning yuqoriligi esa tizimlarga yopishib jarayonni

ISSN 3030-3907

buzadi. Operatorning malakasi mashina sozlamalarining aniqligi, nuqsonlar oldini olish, uzilishlarni tez bartaraf etish va ishlab chiqarish barqarorligiga bevosita ta’sir qiladi.

Tola xususiyatlari texnologik rejimni belgilovchi asosiy mezon hisoblanadi. Masalan:

- Ingichka tolalar yuqori cho‘zish koeffitsientini talab qiladi.
- Mustahkamligi past tola uchun buramni oshirish zarur.
- Uzun tolada mashina tezligini oshirish mumkin, qisqa tolada esa aksincha.
- Namligi past tola uchun namlantirish tizimi faollashtiriladi.

Demak, tola xossalarini inobatga olmay qo‘llangan texnologik rejim sifatsiz ipga olib keladi.

Zamonaviy to‘qimachilik sanoatida mahsulot sifatini ta’minlashning asosiy bosqichlaridan biri bu — yuqori sifatli ip olishdir. Ip sifati esa ikki omilga bevosita bog‘liq: tola fizik xususiyatlari va texnologik jarayonning to‘g‘ri tashkil etilishi. Tola xossalarining notekisligi yoki texnologik jarayonning nooptimal yurishi ipda uzilish, tuklik, notekislik, past mustahkamlik kabi nuqsonlar yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi. Shuning uchun tola xususiyatlarini chuqur bilish va ularga mos texnologik rejimlarni qo‘llash ip sifati kafolatidir.

Yigirilgan ip sifati tola fizik-mexanik xossalari va texnologik jarayon parametrlarining uyg‘unligiga bog‘liq. Tola uzunligi, mustahkamligi, ingichkaligi va elastikligi — ipning asosiy sifat ko‘rsatkichlarini belgilovchi omillar bo‘lsa, yigirish jarayonidagi tezlik, buram, taranglik va mashina-sozlamalari ipning yakuniy ko‘rinishi va pishiqligini shakllantiradi. Shuning uchun yuqori sifatli ip olish uchun tolani chuqur tahlil qilish, unga mos texnologik rejim tanlash va jarayonni qat’iy nazorat qilish zarur. Yigirilgan ipning sifati tolalarning fizik-mexanik xossalari va texnologik jarayonlarning to‘g‘ri tashkil etilishiga chambarchas bog‘liq. Xom ashyoning sifatli tanlanishi, texnologik parametrlarning optimal belgilanishi, uskunalarning sozligi hamda ishlab chiqarish sharoitlarining nazorat qilinishi yuqori sifatli ip olishning asosiy shartlari hisoblanadi. Ushbu omillarni chuqur tahlil qilish va amaliyotda qo‘llash to‘qimachilik sanoati samaradorligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Алимов А., Хамидов М. *To‘qimachilik materialshunosligi*. – Toshkent: Fan nashriyoti, 2019.

2. Axmedova M., G‘afforov R. *Yigiruv texnologiyasi asoslari*. – Toshkent: O‘zMU nashriyoti, 2020.

3. Abdullayev N. *To‘qimachilik tolalari: tuzilishi va xossalari*. – Toshkent: “O‘qituvchi”, 2018.

ISSN 3030-3907

4. Шалмич Л.Е., Першин А.И. *Прядение хлопка*. – Москва: Легкая промышленность, 1986.
5. Xolmatov Sh. *Paxta tolasi va ip ishlab chiqarish texnologiyasi*. – Toshkent: TDYUI nashriyoti, 2021.
7. Qurbonov N., Ibragimova S. *To ‘qimachilik sanoati uchun xomashyo sifati va uni baholash*. – Toshkent, 2017.
8. Rahimov U. *Yigiruv mashinalari va ularning ishlash prinsiplari*. – Farg‘ona: Farg‘ona politex. instituti nashriyoti, 2020.

ISSN 3030-3907

МАҲАЛЛИЙ ҲОМАШЁЛАР АСОСИДА ТАРКИБИДА ГУМИН БИРИКМАЛАРИ ТУТГАН БИОСУПЕРФОСФАТ ЎҒИТЛАР ИШЛАБ ЧИҚАРИШ

Орибжонов Мухаммадали Хайрулло ўғли
Наманган давлат техника университети Кимё кафедраси докторанти,
Ўзбекистан Республикаси, Наманган шаҳри.
E-mail: Orifjonovmuhammadali956@gmail.com
Тел: +998942716127
Бектемиров Азизбек Обитали ўғли
"Ifoda Agro Kimyo Himoya"МЧЖ бош технолог
E-mail: oltinbosh92@gmail.com
Тел: +998942132992
Арисланов Акмалжон Сайиббаевич
Наманган давлат техника университети Кимё кафедраси профессори техника фанлари фалсафа доктори(PhD)
Ўзбекистан Республикаси, Наманган шаҳри.
E-mail: arislanov2019@gmail.com
Тел: +998941591060
Азизов Вохидхўжа Зохиджон ўғли
Наманган давлат техника университети Кимё кафедраси доценти техника фанлари фалсафа доктори(PhD),
Ўзбекистан Республикаси, Наманган шаҳри.
E-mail: vohidcheek1995@gmail.com
Тел: +998881150405

Аннотация: Мақолада маҳаллий ҳомашёлар асосида таркибида кальций, олтингугурт, фосфор, азот, гумин бирикмалари тутган минерал ўғитлар ишлаб чиқариш тўғрисида баён этилган.

Калит сўзлар: Биосуперфосфат, кальций, азот, фосфор, олтингугурт, гумин бирикмалари, аминокислота, оқсил, ёғ, крахмал, фосфатли хомашё, гипс (CaSO4.2H2O), олтингугурт, карбамид, гумин кислота, торф, қўнғир кўмир, тошкўмир, антиоксидант, ион алмашинуви, комплекс ҳосил қилувчи, антибактериал.

Аннотация: В данной статье рассмотрено производство минеральных удобрений, содержащих кальций, сера, фосфор, азот и гуминовые соединения на основе местного сырья.

Ключевые слова: Биосуперфосфат, кальций, азот, фосфор, сера, гуминовые соединения, аминокислоты, белки, жиры, крахмал, фосфатное сырье, гипс (CaSO4·2H2O), сера, мочевина, гуминовая кислота, торф, бурый уголь, уголь,

антиоксидант, ионный обмен, комплексообразующий агент, антибактериальное средство.

Abstract: This article discusses the production of mineral fertilizers containing calcium, sulfur, phosphorus, nitrogen and humic compounds based on local raw materials.

Keywords: Biosuperphosphate, calcium, nitrogen, phosphorus, sulfur, humic compounds, amino acids, proteins, fats, starch, phosphate raw materials, gypsum ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), sulfur, urea, humic acid, peat, brown coal, coal, antioxidant, ion exchange, complexing agent, antibacterial agent.

Введение

Жаҳон агрокимё мажмуаси иқтисодий тараққиётининг асосий таркибий қисми ҳисобланиб, аҳоли фаровонлиги унинг ривожланишига боғлиқ бўлади. Шу муносабат билан агросаноат мажмуасини кенг кўламдаги ўсимликларни ҳимоя қилиш воситалари, ўсимликларни ўсиш ва ривожланиш стимуляторлари, турли нисбатларидаги асосий макроэлементлар, жумладан азот, фосфор, калий, кальций, магний ва олтингугурт бўлган минерал ўғитлар билан таъминлаш зарурдир. Бунда қишлоқ хўжалиги экинлари ҳосилдорлигини оширишда нафақат минерал ўғитлар меъёрини ошириш, балки улар ассортиментини кўпайтириш ҳам муҳим аҳамиятга эга ҳисобланади. Мазкур йўналишда таркибида кальций ва олтингугурт бўлган азот-фосфорли минерал ўғитлар олиш технологиясини ишлаб чиқиш ва амалиётга жорий қилиш катта аҳамият касб этади.

БМТнинг маълумотларига кўра, ер юзи аҳолисининг сони 1970 йилдаги 3,7 миллиарддан 2021 йилга келиб 7,8 миллиардга ошди, 2075 йилда эса 15 миллиарддан ошиши тахмин қилинмоқда. Энг катта ўсиш Осиё қитъаси ҳиссасига тўғри келади. Аҳолининг кўпайиши муносабати билан айниқса озиқ-овқат ва техник экинларни ривожлантириш муаммоси кескин бўлиб қолмоқда. Бундай муаммолар ечимини юқори сифатли минерал ўғитлар ишлаб чиқариш хомашё базасини кенгайтириш, ишлаб чиқариш технологияларини жадаллаштириш орқали ҳал этилиши мумкин [1].

Республикамиздаги мавжуд маҳаллий хом ашёлар ва саноат чиқиндиларини қайта ишлаш орқали таркибида кальций, азот, фосфор, олтингугурт, гумин бирикмалари билан бойитилган комплекс биосуперфосфат минерал ўғитларнинг янги турларини ишлаб чиқиш ҳамда уларни ўсимликларнинг фаол ўсиши ва ривожланишига, шунингдек тупроқ унумдорлигига таъсирини ўрганиш бўйича илмий тадқиқотлар олиб борилмоқда.

Қишлоқ хўжалигида таркибида кальций, азот, фосфор, олтингугурт, гумин бирикмалари билан бойитилган минерал ўғитларнинг қўлланилиши

ISSN 3030-3907

тупроқ тузилишини яхшилаб ва унумдорлигини оширади, ўсимликларнинг қурғоқчилик ва совуққа чидамлилигини ошириб, пестицидларнинг салбий таъсирини камайтиради, уларнинг ривожланиш даврини қисқартиради ва ҳосилдорлигини ошириб, қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари сифатини оширишга ёрдам беради. Республикамизда асосан фосфорли концентрланган ўғитлар сифатида асосан Марказий Қизилқум фосфоритларидан олинган аммофос ва оддий суперфосфатдан фойдаланилади. Аммофос ўғитидан фойдаланиш натижасида тупроқ таркибидаги ўсимликлар томонидан ўзлашадиган кальций, магний ва олтингугурт бирикмалари миқдорини камайишига олиб келади. Натижада ҳайвон ва ўсимликлар организмларида кальций, магний ва олтингугурт бирикмаларининг етишмаслигига олиб келади. Элементар олтингугурт микроорганизмлар уни сульфат шаклига айлантиргандан кейингина ўсимликлар учун самарали ҳисобланади. Бу жараённинг тезлиги бир қатор омилларга: ўғитларни майдалашнинг нозиклиги, тупроқ ҳарорати ва намлиги, тупроқ тури, ундаги микрофлоранинг фаоллиги, турли ионларнинг таркибига боғлиқ бўлади.

Фосфорли ўғитлар ҳаво ва тупроқдан олинган анорганик моддалардан аминокислота, оқсил, ёғ, крахмал, шакар ва бошқа бир қатор маҳсулотларни ҳосил қилишда иштирок этиб, ўсимликлар ўсиб ривожланишини бир меъёрда бўлишини таъминлайди. Ҳосилдорликни оширида ва унинг сифатини яхшилайди. Айни пайтда фосфор муаммоси ҳам юзага келмоқда, унинг табиий заҳиралари кундан кунга камайиб тугаб бормоқда.

Таркибида гумин бирикмалари тутган биосуперфосфат минерал ўғитлар ишлаб чиқариш технологияси моҳияти шундаки майдаланган фосфатли хомашё, гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), олтингугурт, карбамид ва таркибида гумин кислотаси бўлган табиий органик моддалар аралашмасини сув билан намлашни ўз ичига олади.

Реакторга меъёрлаштиргичлар орқали майдаланган фосфат хомашёси, гипс ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), олтингугурт, карбамид ва таркибида гумин кислотаси бўлган табиий органик моддалар келиб тушади. Ҳосил бўлган аралашма сув билан намланиб, бўтқани 70-80°C ҳароратда 10 минут тўхтовсиз аралаштирилади ва у ердан (БДҚ) барабанли донадорлаш қурилмасига узатилади. Технологияда намликни мъёрда ушлаб туриш муҳим аҳамиятга эга. Ортиқча намлиқ бўлса, зарур ҳолларда аралашмани буғлатиш аппаратига берилади. Нисбий намлиги мъёрда бўлган аралашма бўтқаси БДҚ га берилади, унда 100-105°C ҳароратда маҳсулот қуритилади ва донадорланади.

ISSN 3030-3907

Натижада таркибида $P_2O_{5ум.}$ = 17,90%; $P_2O_{5\ ўзл.}$ = 6,37%; $P_2O_{5\ с.э.}$= 6,01%; $N_{ум.}$ =1,0%; $CaO_{ум}$ = 34,0%; $CaO_{с.э.}$ = 10,0%; MgO = 1,4%; $SO_{3ум.}$ = 11,35%; $SO_{3ум.}$ = 2,0%; умумий органик моддалар=8,0%; PH=7,28 ва бошқалар бўлган маҳсулот олинади. Натижада секин таъсир этувчи таркибида кальций, магний, олтингугурт, гумин бирикмалари билан бойитилган биосуперфосфат минерал ўғитлар қаторига киритиш мумкин.

Бу усул билан майдаланган фосфатли хомашё, фосфогипс, олтингугурт, карбамид, аммоний нитрат ва таркибида гумин кислотаси бўлган табиий органик моддалар аралашмаларини сув билан намлаб, таркибида кальций, магний, гумин бирикмалари билан бойитилган ўсимликларга секин таъсир этувчи комплекс минерал ўғитлар ишлаб чиқариш мумкин бўлади[2-4].

Қишлоқ хўжалигида таркибида кальций, азот, фосфор, олтингугурт, гумин бирикмалари билан бойитилган минерал ўғитларнинг қўлланилиши тупроқ тузилишини яхшилаб ва унумдорлигини оширади, ўсимликларнинг қурғоқчилик ва совуққа чидамлилигини ошириб, пестицидларнинг салбий таъсирини камайтиради, уларнинг ривожланиш даврини қисқартиради ва ҳосилдорлигини ошириб, қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари сифатини оширишга ёрдам беради.

Гумус моддалар тупроқдаги мавжуд органик моддаларнинг 80-90% ини ташкил этади. Уларнинг таркибида асосан гумин ва фульво кислоталари учрайди. Бу моддалар ичида гумин кислоталар яхши ўрганилган. Гумин кислоталар ўз ичига таркиби ва хоссалари жиҳатдан ўхшаш бир қатор моддаларни олади. Гумин кислотасининг ўртача умумий формуласи қуйдагича $C_{187}H_{186}O_{89}N_9S_1$ бўлади.

Табиатда гумин кислоталар ўсимлик қолдиқларидан ёки қазиб олинадиган кўмир(торф, қўнғир кўмир, тошкўмир) ва бошқа органик маҳсулотларнинг оксидланиши натижасида ҳосил бўлади. Кўмир ҳосил бўлишининг торф босқичида тупроққа ёки ботқоқга тушган ўсимлик қолдиқлари турли микроорганизмлар учун озуқа муҳити бўлиб хизмат қилади.

Гумин кислоталар табиатан ароматик, юқори молекуляр модда ҳисобланади. Уларни ён тармоқлари тўғри чизиқли полимерланган углерод занжирларини тутган циклик углероднинг ясси тўридан иборат деб қараш мумкин. Улар таркибида гидроксил, карбонил, карбоксил каби функционал гуруҳлар ҳам бўлади.

Гумин кислоталар молекулалари таркибига азотсиз ва азот тутган олти ҳамда беш аъзоли халқалар кириб, одатда улар ўзаро -N-, -NH-, $-CH_2-$ кўприклар орқали туташади. Бундан ташқари гумин кислоталар таркибида

ISSN 3030-3907

углевод колдиклари ва азотли органик бирикмалар ҳам учрайди. Бу бевосита чекка ён занжирлар шаклида хушбуй ядродарнинг мавжудлиги билан боғликдир. Гумин кислоталар таркибида 3-6 та фенол гидрооксиллари -(OH), 3-4 та карбоксил (-COOH), метоксил (-OCH_3) ва карбонил (=C=O) гуруҳларнинг бўлиши уларнинг хусусиятлари ҳамда тупроқ билан ўзаро таъсир характерини белгилайди. Гумин кислоталар таркибидаги карбоксил гуруҳлар тупрокка нордонлик бағишлайди. Гумин кислота молекуласи тузилишининг хилма-хиллиги унинг турли хил физик ва кимёвий хусусиятларини белгилайди. Гумин кислота молекулаларининг юзаси катта манфий зарядга эга бўлиб, яхши ион алмашинув реакциясига киришиш қобилиятига эга.

Гумин кислота молекуласи тузилишининг хилма-хиллиги унинг турли хил физик ва кимёвий хусусиятларини белгилайди. Гумин кислота молекулаларининг юзаси катта манфий зарядга эга бўлиб, яхши ион алмашинув реакциясига киришиш қобилиятига эга. Бу эса тупроқнинг ион алмашиш қобилиятини, унумдорлигини ва озуқа моддаларини сақлаш қобилиятини ошириши мумкин.

Гумин кислота таркибидаги карбоксил гуруҳлари фосфорит таркибидаги трикальций фосфатни парчалаш қобилиятига эга. Ҳисоб-китобларга кўра, майдаланган фосфатли хомашё, гипс($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), олтингугурт, карбамид билан леонардит(умумий гумин миқдори 52,3-64,5% ; органик моддалар 66,7-71,1%; намлиги 26,53-33,07%) хомашёси билан аралаштириб, бир ярим-икки ой давомида сақлашдан кейин 50% озуқа элементлар эрувчан ҳолатга айланади ва олинган ўғит таъсири суперфосфатга яқин бўлади. Бу фосфорит таркибидаги трикальций фосфатнинг парчаланиб, сувда эрийдиган фосфор ҳосил бўлиши билан боғлиқ деб ҳисобланади. Аралашмадаги гипс ($CaSO_4*2H_2O$) каби кучли кислота тузларини қўшиши фосфат хомашёсини парчалаш қобилиятини яхшилаши мумкин. Бунинг сабаби шундаки, калций ионлари леонардит хомашёсидаги фаол гуруҳлар билан реакцияга киришиб, эркин сулфат кислота ҳосил бўлади, кейин эса фосфатли хомашёни парчалайди.

$$CaSO_4+2RCOOH \rightarrow (RCOO)_2Ca+ H_2SO_4$$

$$Ca_5(PO_4)_3F+5H_2SO_4 \rightarrow 5CaSO_4+3H_3PO_4+HF$$

$$CaCO_3+ H_2SO_4 \rightarrow CaSO_4 + H_2O + CO_2$$

$$MgCO_3+ H_2SO_4 \rightarrow MgSO_4 + H_2O + CO_2$$

$$2R\ COOH + Ca_3(PO_4)_2 \rightarrow (R\ COO)_2Ca + 2CaHPO_4$$

$$2R\ COOH + 2CaHPO_4 \rightarrow (R\ COO)_2\ Ca + Ca\ (H_2PO_4)_2$$

$$2R\ COOH + Ca(H_2PO_4)_2 \rightarrow (R\ COO)2Ca + 2H_3PO_4$$

ISSN 3030-3907

Карбоксил гуруҳ таркибидаги водород турли катионлар томонидан сиқиб чиқарилади ва бунда гуматлар деб номланадиган тузлар ҳосил бўлади:

$$RCOOH + NaHCO_3 = RCOONa + H_2O + CO_2$$

$$RCOOH + CaCO_3 = (RCOO)_2Ca + H_2O + CO_2$$

Бир валентли катионлар (Na^+, K^+, NH_4^+)нинг гуматлари сувда осон эрийди, икки (Ca ва Mg) ва уч валентли (Fe ва Al) катионларининг гуматлари эса сувда эримайди.

Гумин кислота молекуласи тузилишининг хилма-хиллиги унинг турли хил физик ва кимёвий хусусиятларини белгилайди. Гумин кислота молекулаларининг юзаси катта манфий зарядга эга бўлиб, яхши ион алмашинув реакциясига киришиш қобилиятига эга. Бу эса тупроқнинг ион алмашиш қобилиятини, унумдорлигини ва озуқа моддаларини сақлаш қобилиятини ошириши мумкин. Гумин кислота антиоксидант, ион алмашинуви, комплекс ҳосил қилувчи, антибактериал, адсорбцион ва оксидланиш-қайтарилиш реакцияси хоссаларига эга.

Аммиакли селитра тез таъсир қилувчи ўғит ҳисобланиб, сувда тез эрийди, суғорилганда тупроқда сақланиб қолмайди, экин унинг 60-70% ини ўзлаштиришга улгуради, қолган қисми эса сув билан ювилиб ҳавога учиб кетади. Шунинг учун тез-тез суғориладиган жойларда уларнинг йиллик меъёрларини ҳар бир суғоришда тақсимлаб, бўлиб-бўлиб ишлатиш лозим. Тупроқда гумус (чиринди) миқдорининг кўп бўлиши минерал ўғитларнинг самарадорлигини оширади. Айниқса, органик ўғитлар қўлламасдан фақат азотли ўғитлардан фойдаланиш тупроқ структурасини, унинг биологик, агрокимё, сув-физик ва физик-кимёвий хоссаларининг бузилишига олиб келади. Шунинг учун азотли ўғитлардан тупроқнинг агрокимёвий ҳолати ва иқлим шароитларидаи келиб чиқиб фойдаланиш лозим. Таркибида кальций, магний, гумин бирикмалари билан бойитилган ўсимликларга секин таъсир этувчи комплекс минерал ўғитлар эса сувда қийин эрийди, ўсимлик томонидан секин ўзлаштирилади, 2-3 ой давомида таъсир этиб туриш хусусиятига эга[5-8].

Ҳозирги пайтла унумдор тупроқлар таркибидаги гумус моддалари камайиб кетаётганлиги сабабли органик ресурслардан фойдаланиб таркибида гумус моддалари бўлган ўғитлар ва ўсимликларни ривожлантириш стимуляторлари ишлаб чиқаришга ва уларни қишлоқ хўжалигида қўллашга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Гумин моддалари тупроқда, торфда, кўмирда ва бошқа органик табиатда пайдо бўладиган мураккаб физик-кимёвий тизимнинг юқори молекуляр органик бирикмалари ҳисобланади. Улар озуқа элементлари тўплайдилар, катионлар миграциясида иштирок этади, заҳарли моддалар салбий таъсирини камайтиради,

ISSN 3030-3907

организмлар ривожланишига ва сайёрадаги иссиқлик балансига таъсир кўрсатади[9].

Бу усул билан олинган таркибида кальций, азот, фосфор, олтингугурт, гумин бирикмалари билан бойитилган комплекс биосуперфосфат минерал ўғити оддий суперфосфатга нисбатан юқори техник иқтисодий кўрсаткичларга эга бўлади. Гумин бирикмалари(леонардит) билан бойитилган биосуперфосфат минерал ўғитларнинг қўлланилиши тупроқ тузилишини яхшилайди ва унумдорлигини оширади, ўсимликларнинг қурғоқчилик ва совуққа чидамлилигини ошириб, пестицидларнинг салбий таъсирини камайтиради, уларнинг ривожланиш даврини қисқартиради ва ҳосилдорлигини ошириб, қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари сифатини оширишга ёрдам беради.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Арисланов А.С. Разработка технологии получения кальций-содержащих азотно-фосфорных удобрений с водорастворимой формой сульфатов из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов: Дисс. ... канд. техн.наук. – Наманган- 2022. – 127 с.

2. Орибжонов М. Х., Арисланов А.С., Азизов В.З. Способ получения биосуперфосфатных удобрений содержащих гуминовые соединения на основе местного сырья. Международный научный журнал «Научный Фокус» № 30(100), часть 1. Ноябрь, 2025 С.177-180

3. Орибжонов М. Х., Бектемиров А. О., Арисланов А.С., Азизов В.З. Таркибида кальций, магний, фосфор, азот, олтингугурт, гумин бирикмалари тутган биосуперфосфат ўғитлар ишлаб чиқариш. Educational Research in Universal Sciences. VOLUME 4 | ISSUE 16 | 2025.С.35-41

4. Орибжонов М. Х., Арисланов А.С., Азизов В.З. Маҳаллий ҳомашёлар асосида таркибида кальций, магний, олтингугурт ва гумин бирикмалари тутган биосуперфосфат ўғитлар олиш усуллари. Journal of innovations in scientific and educational research.VOLUME-8 ISSUE-11 (30- November) 2025 С.42-46

5. Б.Қ.Мухаммадиев. Ўсимликларни озиқлантириш ва зараркунандалардан ҳимоя қилиш. –Т., ТошДАУ Нашриёт таҳририят бўлими. Монография. 2016, 237 бет.

6. Song Jina, Jin Xin, Wang, Xiaochang C., Jin, Pengkang. Preferential binding properties of carboxyl and hydroxyl groups with aluminium salts for humic acid removal. Chemosphere. 2019 - 11, 234: 478–487. doi: 10.1016/j.chemosphere. 2019.06.107

7. Б. С. Мусаев. Агрокимё. Дарслик. «Шарқ» нашриёт-матбаа акциядорлик компанияси бош таҳририяти Тошкент - 2001

ISSN 3030-3907

8. Zhang Shui-qin, Yuan Liang, Lin Zhi-an, Ll Yan-ting, Hu Shu-wen, Zhao Bing-qiang. Advances in humic acid for promoting plant growth and its mechanism[J]. Journal of Plant Nutrition and Fertilizers, 2017, 23(4): 1065-1076.
9. Қодирова Г.Қ., Шамшидинов И.Т, Нажмиддинов Р.Ю. Биогумусдан суюқ биоорганоминерал ўғитлар олиш жараёнини тадқиқ қилиш. Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2020, Т.24, спец.вып. №2) с.218-222

ISSN 3030-3907

UDC 691.175.5/.8

REVIEW OF RECENT ADVANCES IN POLYCARBONATE SYNTHESIS

Malika Mukhamadieva
Navoi State University , PhD Student
Bakhodir Mukhiddinov
Navoi State University of Mining and Technologies DSc. Professor

Abstract. Recent advances in polycarbonate synthesis have been driven by the urgent need for sustainable alternatives to petroleum-based polymers and effective strategies for carbon dioxide utilization. This review examines the latest developments in polycarbonate synthesis, encompassing bio-based feedstocks, innovative catalytic systems, and circular economy approaches. Key topics include the synthesis of bio-based polycarbonates from renewable resources such as isosorbide and terpenes, the copolymerization of CO_2 with various epoxides, and the development of functionalized polycarbonates with tailored properties. Novel catalytic systems—including ionic liquids, metal-organic complexes, and metal-free catalysts—are critically analyzed for their efficiency, selectivity, and environmental impact. The review also explores advanced synthetic methodologies such as melt chain extension, one-pot synthesis approaches, and reversible polycondensation techniques that enable precise control over molecular weight and end-group functionality. Particular attention is given to chemical recycling strategies that enable closed-loop material lifecycles, including the upcycling of polycarbonate waste and spent lithium battery electrolytes into valuable polymer products. Applications of these advanced polycarbonates span diverse fields including low-dielectric materials for electronics, flame-retardant materials with enhanced safety profiles, biomedical materials, and thermal insulation foams. Structure-property relationships are systematically examined to understand how monomer selection, polymer architecture, and functional group incorporation influence thermal stability, mechanical properties, optical characteristics, and processability. The integration of sustainability principles with high-performance material design represents a paradigm shift toward environmentally responsible polymer production that simultaneously addresses plastic waste management, carbon emissions reduction, and resource conservation.

Keywords: polycarbonate synthesis; bio-based polymers; CO_2 utilization; chemical recycling; catalytic systems; sustainable materials; circular economy

Аннотация. Последние достижения в области синтеза поликарбонатов обусловлены острой необходимостью разработки устойчивых альтернатив полимерам нефтяного происхождения, а также эффективных стратегий утилизации диоксида углерода. В настоящем обзоре рассматриваются современные направления синтеза поликарбонатов, охватывающие

использование биооснованного сырья, инновационных каталитических систем и подходов циркулярной экономики. Ключевые аспекты включают синтез биооснованных поликарбонатов из возобновляемых ресурсов, таких как изосорбид и терпены, сополимеризацию CO_2 с различными эпоксидами, а также разработку функционализированных поликарбонатов с заданными свойствами. Новые каталитические системы, включая ионные жидкости, металлоорганические комплексы и безметалльные катализаторы, подвергнуты критическому анализу с точки зрения их эффективности, селективности и экологического воздействия. В обзоре также рассматриваются передовые синтетические методологии, такие как удлинение цепей в расплаве, одностадийные (one-pot) методы синтеза и обратимые процессы поликонденсации, обеспечивающие точный контроль молекулярной массы и функциональности концевых групп. Особое внимание уделяется стратегиям химической переработки, направленным на создание замкнутых материальных циклов, включая апсайклинг отходов поликарбонатов и отработанных электролитов литий-ионных аккумуляторов с получением ценных полимерных продуктов. Области применения полученных поликарбонатов охватывают низкодиэлектрические материалы для электроники, огнезащитные материалы с повышенными показателями безопасности, биомедицинские материалы и теплоизоляционные пены. Систематически анализируются взаимосвязи «структура — свойства», позволяющие установить влияние выбора мономеров, архитектуры полимерной цепи и введения функциональных групп на термическую стабильность, механические характеристики, оптические свойства и перерабатываемость материалов. Интеграция принципов устойчивого развития с проектированием высокоэффективных материалов рассматривается как парадигмальный переход к экологически ответственному производству поликарбонатов, одновременно решающий задачи управления пластиковыми отходами, сокращения выбросов углерода и рационального использования ресурсов.

Ключевые слова: синтез поликарбонатов; биооснованные полимеры; утилизация CO_2; химическая переработка; каталитические системы; устойчивые материалы; циркулярная экономика

Annotatsiya. Polikarbonatlarni sintez qilish sohasidagi so‘nggi yutuqlar neft asosidagi polimerlarga barqaror muqobillar yaratish zarurati hamda karbonat angidridni samarali utilizatsiya qilish strategiyalariga bo‘lgan ehtiyoj bilan bog‘liq. Ushbu sharh maqolada polikarbonatlar sintezining zamonaviy yo‘nalishlari, jumladan bioasosli xomashyo manbalari, innovatsion katalitik tizimlar va aylanuvchi (sirkulyar) iqtisodiyotga asoslangan yondashuvlar keng yoritilgan.

ISSN 3030-3907

Asosiy masalalar qatoriga izosorbid va terpenlar kabi qayta tiklanuvchi resurslardan bioasosli polikarbonatlarni olish, CO_2 ning turli epoksidlar bilan sopolimerizatsiyasi hamda belgilangan xossalarga ega funksional polikarbonatlarni ishlab chiqish kiradi. Ion suyuqliklar, metall-organik komplekslar va metalsiz katalizatorlarni o‘z ichiga olgan yangi katalitik tizimlar ularning samaradorligi, selektivligi va ekologik ta’siri nuqtayi nazaridan tanqidiy tahlil qilinadi. Shuningdek, eritmada zanjirni uzaytirish, bir bosqichli sintez usullari va qaytar polikondensatsiya jarayonlari kabi ilg‘or sintetik metodologiyalar ko‘rib chiqilib, ular molekulyar massa va uchki guruhlar funksionalligini aniq nazorat qilish imkoniyatini berishi ta’kidlanadi. Yopiq material aylanishini ta’minlovchi kimyoviy qayta ishlash strategiyalariga, jumladan polikarbonat chiqindilari hamda ishlatilgan litiy-ion batareyalar elektrolitlarini yuqori qiymatli polimer mahsulotlariga aylantirish jarayonlariga alohida e’tibor qaratilgan. Ushbu ilg‘or polikarbonatlarning qo‘llanish sohalari elektronika uchun past dielektrik materiallar, yuqori xavfsizlik ko‘rsatkichlariga ega olovbardosh materiallar, biotibbiyot materiallari va issiqlik izolyatsion ko‘piklarni o‘z ichiga oladi. «Tuzilma — xossa» o‘zaro bog‘liqliklari tizimli ravishda tahlil qilinib, monomer tanlovi, polimer zanjiri arxitekturasi va funksional guruhlarning kiritilishi natijasida termik barqarorlik, mexanik xossalar, optik xususiyatlar hamda qayta ishlanuvchanlikka ko‘rsatadigan ta’siri aniqlanadi. Barqarorlik tamoyillarini yuqori samarali materiallar dizayni bilan integratsiyalash polikarbonatlar ishlab chiqarishda ekologik mas’uliyatli yondashuvga o‘tishning muhim yo‘li sifatida qaralib, plastik chiqindilarni boshqarish, uglerod chiqindilarini kamaytirish va resurslardan oqilona foydalanish muammolarini bir vaqtning o‘zida hal etishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: polikarbonatlar sintezi; bioasosli polimerlar; CO_2 utilizatsiyasi; kimyoviy qayta ishlash; katalitik tizimlar; barqaror materiallar; aylanuvchi iqtisodiyot

Introduction

The global polymer industry stands at a critical juncture, facing mounting pressures from plastic pollution, fossil resource depletion, and climate change imperatives. Polycarbonates, a class of engineering thermoplastics characterized by carbonate linkages (-O-CO-O-) in their polymer backbone, have long been valued for their exceptional combination of optical clarity, impact resistance, thermal stability, and dimensional stability [1]. Conventional polycarbonates, particularly bisphenol A polycarbonate (BPA-PC), have found widespread applications in automotive components, electronic devices, medical equipment, construction materials, and consumer products. However, the traditional production of polycarbonates relies heavily on petroleum-derived monomers and

ISSN 3030-3907

phosgene-based chemistry, raising significant environmental and health concerns that have catalyzed the search for more sustainable alternatives.

The transition toward sustainable polycarbonate production encompasses multiple strategic directions: the utilization of renewable bio-based feedstocks, the incorporation of carbon dioxide as a C1 building block, the development of environmentally benign catalytic systems, and the implementation of circular economy principles through chemical recycling [1, 11]. Bio-based monomers derived from plant oils, terpenes, lignocellulosic biomass, and industrial byproducts offer the potential to reduce dependence on fossil resources while maintaining or even enhancing material performance [12]. Simultaneously, the copolymerization of CO_2 with epoxides represents a dual benefit: the chemical fixation of a greenhouse gas and the production of polycarbonates with tunable properties [4, 13]. These approaches align with global sustainability goals and the growing demand for carbon-neutral or carbon-negative materials.

Recent years have witnessed remarkable progress in catalyst design, with innovations spanning homogeneous metal complexes, heterogeneous catalysts, metal-free organocatalysts, and ionic liquid-based systems [7, 10, 11]. These catalytic advances have enabled greater control over polymerization kinetics, molecular weight distribution, polymer microstructure, and functional group incorporation. Furthermore, the development of sophisticated synthetic methodologies—including one-pot synthesis, melt chain extension, and reversible polycondensation—has improved process efficiency and expanded the accessible range of polymer architectures [2, 6, 8]. The ability to precisely control polymer structure has direct implications for tailoring material properties to meet specific application requirements, from low-dielectric materials for high-frequency electronics to flame-retardant polymers for safety-critical applications [8, 15].

Beyond synthesis, the end-of-life management of polycarbonates has emerged as a critical consideration in sustainable material design. Chemical recycling approaches that depolymerize polycarbonates back to their constituent monomers enable truly circular material lifecycles, in contrast to mechanical recycling which often results in progressive property degradation [3, 8, 12]. Moreover, innovative upcycling strategies have demonstrated the potential to transform polycarbonate waste and even unrelated waste streams, such as spent lithium battery electrolytes, into valuable polymer products [3, 5]. These developments collectively represent a paradigm shift from linear "take-make-dispose" models to circular systems that minimize waste, conserve resources, and reduce environmental impact.

This review synthesizes recent advances in polycarbonate synthesis, with emphasis on sustainable feedstocks, innovative catalytic systems, synthetic

ISSN 3030-3907

methodologies, structure-property relationships, and circular economy approaches. By examining the state-of-the-art across these interconnected areas, we aim to provide a comprehensive understanding of current capabilities and identify opportunities for future research and development toward truly sustainable polycarbonate materials.

Literature review

The synthesis of sustainable bio-based polycarbonates has emerged as a critical research frontier in addressing the dual challenges of plastic pollution and carbon emissions. Recent developments have focused on utilizing renewable feedstocks and carbon dioxide as raw materials for polycarbonate production. A comprehensive examination of bio-based polycarbonates reveals that the copolymerization of CO_2 with renewable epoxides derived from diverse sources—including plant oils, terpenes, lignocellulosic biomass, and industrial byproducts—offers a promising pathway toward carbon-neutral materials. The integration of various catalytic systems, both heterogeneous and homogeneous, has been shown to significantly influence polymerization efficiency and selectivity. Furthermore, the structural characteristics of epoxide monomers directly impact the thermal, mechanical, and optical properties of the resulting polymers, while post-polymerization modifications enable tailored functionality for specific applications ranging from coatings and adhesives to biomedical materials. The successful implementation of these technologies requires continued advancement in catalyst design, integration of artificial intelligence in manufacturing processes, and supportive policy frameworks to enable economically viable and environmentally sustainable production at industrial scales [1].

Isosorbide-based polycarbonates represent a particularly attractive class of bio-derived materials due to their renewable origin and potential to replace petroleum-based alternatives. Traditional melt-transesterification polycondensation methods for synthesizing modified isosorbide polycarbonates have been constrained by the necessity of high reaction temperatures and prolonged reaction times, which often result in molecular weight degradation and undesirable color changes in the final product. A novel approach utilizing melt chain extension methodology with polyethylene glycol (PEG) modification has demonstrated significant advantages in addressing these limitations. This method enables the synthesis of isosorbide-based copolycarbonates (PEXHDCYC) with weight-average molecular weights ranging from 19,004 to 73,294 g/mol under milder conditions and shorter reaction times. Notably, the incorporation of PEG1000 allows for systematic tuning of the glass transition temperature, with Tg decreasing as PEG content increases. The resulting materials exhibit exceptional mechanical properties, including an impressive elongation at break of up to 135.45% ± 24%,

ISSN 3030-3907

while maintaining superior optical characteristics compared to conventional bisphenol A polycarbonate (BPA-PC). These improvements in processability, molecular weight control, and material properties position this synthetic strategy as a viable route for commercial production of high-performance bio-based polycarbonates [2].

The circular economy approach to polymer waste management has gained considerable momentum through chemical upcycling strategies that convert end-of-life plastics into valuable materials. A particularly innovative example involves the transformation of bisphenol A polycarbonate waste into Mannich polyols through a streamlined one-pot process. This methodology combines two consecutive reactions—methanolysis-based depolymerization of BPA-PC followed by Mannich polyol synthesis—within a single vessel without requiring intermediate purification steps, thereby significantly enhancing process efficiency and reducing solvent consumption. The resulting Mannich polyols serve as effective building blocks for producing rigid polyurethane foams with highly desirable properties for thermal insulation applications. These foams exhibit low density, a predominantly closed-cell morphology, and exceptional thermal conductivity values as low as 23.3 $mW \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$. This approach not only provides a practical solution for managing plastic waste but also creates new-generation materials with incorporated recycled content, contributing to both carbon footprint reduction and the mitigation of environmental challenges associated with plastic accumulation [3].

The development of functionalized polycarbonates through CO_2 fixation has opened new avenues for creating materials with tailored properties suitable for high-performance applications. A significant advancement in this area involves the design of a binary catalytic system comprising a novel trinuclear tetradentate Schiff base chromium complex combined with bis(triphenylphosphine) imidazolium salt (PPNN3). This catalytic system facilitates the one-step copolymerization of CO_2 with bicyclic epoxide compounds containing both terminal and internal epoxy groups (VCHDEP), yielding bifunctional polycarbonates (PVCH) with a unique architecture. The resulting polymers feature a polycarbonate cyclohexene ester backbone with side chains containing both epoxy and cyclic carbonate functional groups, with the EP/CC ratio being precisely controllable through manipulation of reaction temperature and PPNN3 molar ratio. Remarkably, PVCH exhibits a glass transition temperature of 164.5 °C, surpassing that of conventional BPA-based polycarbonates (154 °C), indicating enhanced thermal stability and mechanical robustness. The catalytic system demonstrates high selectivity for ring-opening copolymerization of epoxides to form the polymer backbone while preserving unreacted epoxy groups in the side chains. Thermodynamic analysis reveals an

ISSN 3030-3907

enthalpy change ($\Delta H°_p$) of -20.5 kJ mol^{-1}, entropy change ($\Delta S°_p$) of -80.3 J mol^{-1} K^{-1}, Gibbs free energy change ($\Delta G°_p$) of 3.5 kJ mol^{-1}, and activation energy (E_a) of 56.8 kJ/mol for the polymerization process. The retained functional groups enable further chemical modifications through hydrolysis and amination reactions, producing polycarbonates with hydroxyl, amide, and other functional groups that enhance adhesion, biocompatibility, and chemical reactivity for advanced material applications [4].

The valorization of spent lithium-ion batteries represents both an environmental imperative and an economic opportunity, as the accumulation of battery waste poses significant disposal challenges while containing valuable chemical components. A novel approach to addressing this challenge involves the synthesis of high-value copolycarbonates from spent lithium battery electrolytes in combination with renewable monomers. Using 1,3-(p-toluic acid zinc salt)Im $ZnCl_3$ as a catalyst, researchers have successfully synthesized a series of copolycarbonates incorporating isosorbide (ISB), bisphenol A (BPA), and components from spent lithium-ion batteries (s-LIBs). This catalytic system enables the production of high molecular weight copolycarbonates (PIBs) with weight-average molecular weights ranging from 57,000 to 110,000 g mol^{-1}. The strategic incorporation of thermally stable and flexible ISB units into the polymer backbone enhances the thermal stability of the resulting copolycarbonates while simultaneously improving polymer chain flexibility. This dual improvement addresses a critical limitation of conventional BPA polycarbonates, which are known for their inherent brittleness. The successful integration of battery waste components into polymer structures not only provides a sustainable disposal pathway for s-LIBs but also demonstrates the potential for developing environmentally friendly soft polycarbonates with enhanced mechanical properties, contributing to both green chemistry principles and circular economy objectives [5].

Telechelic polymers, characterized by well-defined functional end groups, are valuable building blocks for advanced polymer architectures and materials with controlled properties. A significant challenge in their synthesis has been the elimination of cyclic polymer byproducts, which can compromise material performance. A novel approach utilizing reversible polycondensation through alkoxide exchange reactions has demonstrated the efficient synthesis of linear telechelic polycarbonates free from cyclic polymers. This methodology employs the polycondensation of diol formate with dipropyl carbonate under reduced pressure in the presence of 5 mol% potassium tert-butoxide (tBuOK) as an alkoxide exchange catalyst, with careful control of reagent stoichiometry. When using excess dipropyl carbonate, linear polycarbonates with propyl carbonate moieties at

ISSN 3030-3907

both ends are obtained, with number-average molecular weight (M_n) reaching 6,510 g/mol when the carbonate excess is reduced to 1.10 equivalents. Conversely, polycondensation using excess diol formate in bulk yields linear polycarbonates with hydroxyl groups at both termini, achieving M_n values up to 10,100 g/mol with 1.04 equivalents of diol formate. The methodology's versatility is further demonstrated through the incorporation of functional carbonates or functional diol esters during equimolar polycondensation, enabling the synthesis of telechelic polycarbonates with diverse functional groups at both chain ends. This simple yet effective approach provides a robust platform for creating well-defined polymer architectures with precise end-group functionality, essential for applications in block copolymer synthesis, surface modification, and functional material design [6].

The development of effective catalytic systems for polyester and polycarbonate synthesis has been significantly advanced through the design of zirconium-based coordination complexes. A systematic investigation of both mononuclear and dinuclear tetravalent zirconium compounds, synthesized from Schiff base proligands and zirconium alkoxide reagents, has revealed distinct structural and catalytic characteristics. Dimeric isopropoxide Zr(IV) complexes feature two zirconium centers connected through bridging isopropoxide groups, with each metal center adopting a distorted octahedral geometry. These dimeric species demonstrate catalytic activity for the ring-opening polymerization (ROP) of rac-lactide but exhibit negligible activity for the ring-opening copolymerization (ROCOP) of cyclohexene oxide with CO_2. In contrast, monomeric tert-butoxide Zr(IV) compounds, in which the zirconium center possesses a coordination number of five, display significantly broader catalytic versatility. These mononuclear complexes effectively catalyze both ROP and ROCOP reactions, producing both polyesters and aliphatic polycarbonates. Notably, the mononuclear compounds achieve greater than 99% carbonate linkage in the polycarbonate chain, demonstrating exceptional selectivity for carbonate formation over ether linkages. This structure-activity relationship study provides valuable insights into catalyst design principles, highlighting how metal coordination environment and nuclearity directly influence catalytic performance and product selectivity in polymerization reactions [7].

The development of high-performance polycarbonates that simultaneously address mechanical robustness, fire safety, and end-of-life recyclability represents a significant challenge in polymer science. A breakthrough approach involves the one-pot green synthesis of liquid crystalline polycarbonate (LCPC) through facile melt polycondensation, incorporating liquid crystalline structures in situ. This innovative design strategy yields materials with exceptional mechanical properties,

ISSN 3030-3907

including a 32% improvement in tensile strength and an impact strength of approximately 40 kJ m^{-2}, positioning LCPC among the highest-performing flame-retardant polycarbonate materials reported to date. Beyond mechanical excellence, LCPC demonstrates outstanding fire safety characteristics, achieving a UL-94 V-0 rating at a thickness of merely 0.4 mm and a limiting oxygen index of 44.9%. Compared to conventional polycarbonate materials, LCPC exhibits remarkable reductions of 62.7% in peak heat release rate and 77.3% in total smoke release, addressing critical safety concerns in applications requiring flame resistance. Perhaps most significantly, LCPC demonstrates efficient closed-loop chemical recyclability, as it can be depolymerized into its constituent monomers under mild conditions. The recovered monomers can be repolymerized to produce materials with performance characteristics comparable to the virgin polymer, establishing a truly circular material lifecycle. This integrated approach to material design—combining enhanced performance with inherent recyclability—provides a sustainable pathway for developing multifunctional polymeric materials that meet both application requirements and environmental imperatives [8].

Understanding the kinetics and mechanisms of polycarbonate synthesis is essential for optimizing industrial production processes and achieving consistent product quality. A comprehensive kinetic modeling study of 4,4-(hexafluoro-isopropyl)diphenol (BPAF) polycarbonate synthesis via melt transesterification has provided valuable insights into both catalytic and non-catalytic reaction pathways. This research addresses the condensation and polymerization reactions between BPAF and diphenyl carbonate (DPC), developing a kinetic model that significantly reduces complexity compared to traditional molecular fragmentation models while simultaneously improving predictive accuracy. A particularly important contribution is the first systematic treatment of the concentration divergence phenomenon observed during the transesterification reaction of BPAF and DPC. Through detailed investigation of reaction mechanisms under both catalyst-free and catalyst-assisted conditions, the study provides new understanding of the polycondensation process. Kinetic experimental fitting has yielded apparent activation energies and rate constant expressions for both catalytic regimes, enabling quantitative prediction of reaction behavior. Based on the developed model and experimental findings, the effects of temperature and catalyst concentration on chain growth during BPAF and DPC transesterification have been systematically analyzed, providing practical guidance for process optimization and scale-up. This fundamental understanding of polymerization kinetics and mechanisms is crucial for developing robust manufacturing processes capable of producing modified polycarbonates with consistent molecular weight and properties [9].

ISSN 3030-3907

Block copolymers combining different polymer segments offer unique opportunities for creating materials with controlled phase separation and tailored properties. A novel one-pot synthesis approach has been developed for preparing crystalline polycarbonate-polyester diblock copolymers through the copolymerization of tetrachlorophthalic anhydride, CO_2, and ethylene oxide using a metal-free catalytic system. This streamlined methodology represents a significant advancement in both synthetic efficiency and environmental sustainability by eliminating the need for metal-based catalysts. The resulting block copolymers exhibit a high melting point of up to 169 °C and two distinct glass transition temperatures, confirming the successful formation of phase-separated block structures. A key advantage of this synthetic approach is the ability to control both the length and composition of the copolymer segments, enabling systematic tuning of crystallinity and physical performance characteristics. The metal-free nature of the catalyst system is particularly attractive from both environmental and regulatory perspectives, as it eliminates concerns about metal contamination in the final products—a critical consideration for applications in biomedical devices, food packaging, and other sensitive areas. This work demonstrates that sophisticated polymer architectures can be achieved through simple, efficient, and environmentally benign synthetic methods, opening new possibilities for designing functional materials with controlled morphologies and properties [10].

The synthesis of bio-based polycarbonates from renewable resources has gained significant attention as part of the broader transition toward sustainable polymer production. A particularly promising approach involves the synthesis of poly(isosorbide carbonate) (PIC) via melt polycondensation using CO_2-based dimethyl carbonate (DMC) and bio-derived isosorbide (ISB) as reactants. A key innovation in this area is the development of a dual imidazolate ionic liquid catalyst, specifically 1-ethyl-3-methylimidazolium imidazolate ([Emim][Im]), in which imidazole functions as both the anion and cation. This unique catalyst design achieves exceptional activity, with isosorbide conversion reaching 98% and PIC molecular weight attaining 52,600 $g \cdot mol^{-1}$, significantly outperforming catalysts containing only single imidazole cation or anion components. The superior catalytic performance of [Emim][Im] can be attributed to its distinctive electronic properties: an exceptionally high cationic electrostatic potential (+53.05 kcal/mol) and a remarkably low anionic electrostatic potential (−76.12 kcal/mol). These complementary electrostatic characteristics result in the strongest relative electrophilicity and nucleophilicity within the catalytic system. Furthermore, the reduced electrostatic complementarity between cation and anion weakens ion-pair interactions, thereby enhancing the accessibility of active sites during the catalytic process. This green synthetic pathway, combining renewable bio-based monomers

ISSN 3030-3907

with CO_2-derived carbonate sources and an efficient ionic liquid catalyst, represents a significant step toward the sustainable production of high-performance bio-based polymers with minimal environmental impact [11].

The development of chemically recyclable polymers from renewable resources represents a critical strategy for achieving circular materials economies. Recent work on biohybrid polycarbonates derived from terpenes demonstrates the potential for creating functional materials with inherent recyclability. Through catalytic ring-opening copolymerization of 2-menthene oxide—a terpene-based monomer derived from L-menthol—with CO_2, researchers have successfully synthesized poly(menthene carbonate) with maximum molecular weights (M_n) reaching 10.2 kg mol^{-1}. The versatility of this approach is further demonstrated through formal terpolymerization processes that combine the terpene monomer with limonene oxide and CO_2, producing biohybrid polycarbonates with varying degrees of functionality depending on monomer feed ratios. The methodology can be extended to incorporate acyclic terpene oxides and previously reported xylose-derived bicyclic oxetanes, expanding the structural diversity of accessible biohybrid materials. A particularly significant feature of these biohybrid polycarbonates is their selective depolymerization capability. Under catalysis by 1,5,7-triazabicyclo[4.4.0]dec-5-ene (TBD), the polymers can be conveniently depolymerized to regenerate the original mixture of terpene oxides with greater than 95% efficiency. This high-efficiency chemical recycling provides a practical pathway for the circular use of these biohybrid macromolecules, enabling material recovery and repolymerization without significant loss of monomer quality. The combination of renewable feedstocks, CO_2 utilization, controlled functionality, and chemical recyclability positions these terpene-based biohybrid polycarbonates as exemplary sustainable materials for future applications [12].

The efficient fixation of carbon dioxide through copolymerization with epoxides to produce polycarbonate ether polyols represents both an environmental benefit and a route to valuable degradable polymeric materials. While extensive research has focused on CO_2 copolymerization with various epoxides, studies on 1,2-butylene oxide (BO) have been relatively limited. Recent work employing layered Zn-Co double metal cyanide (L-DMC) catalysts has demonstrated exceptional performance for the copolymerization of CO_2 and BO to produce polycarbonate ether polyol. Under optimized reaction conditions, the L-DMC-mediated copolymerization exhibits remarkable activity, achieving catalytic productivity up to 1,500 g of polymer per gram of catalyst—a productivity level suitable for industrial applications. The resulting polycarbonate ether polyol incorporates a high CO_2 content, with the carbonate fraction reaching 35.5%, representing efficient CO_2 fixation. In situ FTIR spectroscopy studies have

ISSN 3030-3907

provided mechanistic insights, revealing a short induction period of only 10 minutes and identifying competition between polycarbonate ether polyol formation and butylene carbonate (BC) production. The L-DMC catalyst offers several practical advantages, including ease of preparation, excellent stability under reaction conditions, and outstanding catalytic performance. These characteristics, combined with the high productivity and CO_2 incorporation efficiency, suggest that L-DMC catalysts are promising candidates for large-scale production of CO_2-BO-based polymers, potentially contributing to both CO_2 utilization and the manufacture of environmentally degradable polymer materials [13].

Block copolymers with precisely controlled architectures and the ability to undergo hierarchical self-assembly are of significant interest for creating functional nanostructured materials, yet their convenient synthesis remains challenging. A novel approach involves the facile synthesis of poly(phenyl isocyanide)-block-polycarbonate copolymers using both stepwise and one-pot polymerization strategies. The key to this methodology is a specially designed hydroxyl-functionalized alkyne-Pd(II) (Pd(II)-OH) initiator, in which the Pd(II) moiety catalyzes the living polymerization of phenyl isocyanides while the terminal hydroxyl unit initiates the ring-opening polymerization of cyclic carbonates. This bifunctional initiator enables the controlled synthesis of block copolymers with desired molecular weights and narrow dispersity (Mw/Mn) distributions through both stepwise and one-pot approaches, using various phenyl isocyanides and carbonates as monomers. The synthetic versatility allows for the preparation of amphiphilic block copolymers containing hydrophilic poly(phenyl isocyanide) segments and hydrophobic crystallizable polycarbonate blocks. These amphiphilic block copolymers undergo crystallization-driven self-assembly (CDSA), forming diverse nanostructures including nanospheres, one-dimensional nanofibers, and two-dimensional nanoribbons. Importantly, the dimensions of these nanostructures—including widths and lengths—can be controlled with narrow dispersity distributions, enabling the creation of well-defined nanomaterials with predictable morphologies. This work demonstrates a practical route to complex polymer architectures and their controlled hierarchical assembly, opening possibilities for applications in drug delivery, catalysis, and functional nanomaterials [14].

The development of low-dielectric materials with excellent mechanical properties is increasingly critical for advancing high-speed communication technologies and large-scale integrated circuits. A systematic investigation of co-polycarbonates incorporating cyclohexyl and fluorene structures has demonstrated that strategic molecular design can yield materials with an optimal combination of low dielectric constant, high thermal resistance, excellent solubility, and superior

ISSN 3030-3907

mechanical properties. These co-polycarbonate resins, synthesized via melt transesterification, exhibit dielectric constants ranging from 2.41 to 2.71 at 1 MHz—significantly lower than conventional polycarbonates. This reduction in dielectric constant is attributed to the incorporation of non-polar fluorene groups, which decrease molecular polarization. The systematic variation of fluorene structure content enables precise tuning of material properties, demonstrating clear structure-property relationships. Beyond their electrical properties, these co-polycarbonates exhibit exceptional solubility, dissolving readily in common organic solvents including N-methyl-2-pyrrolidone (NMP), dichloromethane (CH_2Cl_2), and tetrahydrofuran (THF) at room temperature—a significant advantage for solution processing and coating applications. The materials also demonstrate impressive thermal stability, with glass transition temperatures ranging from 160.6 to 173.1 °C, and excellent mechanical properties, with tensile strengths between 50.54 and 70.72 MPa. This combination of low dielectric constant, good processability, high thermal stability, and strong mechanical performance makes these co-polycarbonates promising candidates for applications in high-frequency electronics, microelectronics packaging, and advanced circuit board materials [15].

Conclusion

The field of polycarbonate synthesis has undergone a remarkable transformation, evolving from conventional petroleum-based, phosgene-dependent processes toward sustainable, environmentally benign approaches that integrate renewable feedstocks, CO_2 utilization, and circular economy principles. The research reviewed herein demonstrates that bio-based polycarbonates derived from isosorbide, terpenes, and other renewable resources can match or exceed the performance of traditional BPA-based materials while offering superior sustainability profiles [2, 11, 12]. The successful copolymerization of CO_2 with various epoxides not only provides a route for greenhouse gas utilization but also enables access to polycarbonates with tunable properties and novel functionalities [4, 13]. These advances underscore the feasibility of decoupling high-performance polymer production from fossil resource dependence.

Catalytic innovations have been central to these achievements, with diverse systems—including metal-organic complexes, ionic liquids, double metal cyanides, and metal-free organocatalysts—demonstrating exceptional activity, selectivity, and control over polymerization outcomes [7, 10, 11, 13]. The development of bifunctional catalysts and binary catalytic systems has enabled one-pot syntheses and the creation of complex polymer architectures with precisely controlled functional groups [4, 14]. These catalytic advances, combined with sophisticated synthetic methodologies such as melt chain extension and reversible

ISSN 3030-3907

polycondensation, have expanded the accessible design space for polycarbonate materials [2, 6]. The ability to systematically tune molecular weight, end-group functionality, and polymer architecture provides unprecedented control over material properties, enabling optimization for specific applications ranging from low-dielectric electronics materials to flame-retardant polymers with enhanced safety profiles [8, 15].

The integration of chemical recycling and upcycling strategies represents a critical advancement toward circular materials economies. The demonstration that polycarbonates can be selectively depolymerized to recover high-purity monomers suitable for repolymerization establishes the foundation for closed-loop material lifecycles that minimize waste and resource consumption [8, 12]. Furthermore, innovative upcycling approaches that transform polycarbonate waste into Mannich polyols for polyurethane foams, or that incorporate spent lithium battery electrolytes into new polycarbonate materials, exemplify the creative strategies needed to address multiple waste streams simultaneously [3, 5]. These circular economy approaches not only reduce environmental burden but also create economic value from materials previously considered waste.

Despite these significant advances, several challenges and opportunities remain. The scalability and economic viability of bio-based polycarbonate production require continued optimization of catalytic systems, process intensification, and integration with existing industrial infrastructure. The development of more robust structure-property relationships through computational modeling and machine learning approaches could accelerate the design of application-specific materials and reduce the time from discovery to commercialization [1]. Advanced catalyst design, particularly systems that combine high activity with facile recovery and reuse, remains a priority for improving process economics and environmental footprint. Additionally, supportive policy frameworks, including incentives for renewable feedstock utilization, carbon pricing mechanisms, and extended producer responsibility schemes, will be essential for enabling the transition from laboratory innovations to industrial-scale sustainable polycarbonate production [1].

Looking forward, the convergence of sustainable chemistry, advanced materials science, and circular economy principles positions polycarbonates as exemplary materials for the transition toward carbon-neutral and resource-efficient economies. The continued development of bio-based and CO2-derived polycarbonates, coupled with innovations in chemical recycling and upcycling, offers a compelling pathway to address the interconnected challenges of plastic waste, climate change, and resource scarcity. As these technologies mature and scale, polycarbonates synthesized through sustainable routes have the potential to

ISSN 3030-3907

serve as models for the broader transformation of the polymer industry toward environmental responsibility and long-term sustainability. The research reviewed herein demonstrates that high-performance materials and environmental stewardship are not competing objectives but rather complementary goals achievable through thoughtful molecular design, innovative catalysis, and systems-level thinking about material lifecycles.

REFERENCES

1. Tian, J., Zhang, S., Wang, Z., Adl, M., Lin, L., Guler, H., & Cui, S. (2025). Synthesis of sustainable green bio-polycarbonates from bio-based feedstock and CO2 toward carbon–neutral goals: opportunities and challenges. Bioresource Technology, 133701. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2025.133701

2. Yang, X., Sun, W., Li, C., Bai, W., Wang, Q., & Wang, G. (2025). Synthesis of novel isosorbide-based polycarbonates by melt chain extension method. Chinese Chemical Letters, 111674. https://doi.org/10.1016/j.cclet.2025.111674

3. Saito, K., Eisenreich, F., & Tomović, Ž. (2025). One-pot synthesis of Mannich polyols from bisphenol A polycarbonate for polyurethane foam applications. European Polymer Journal, 114121. https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2025.114121

4. Huang, J., & Shen, B. (2025). One-step synthesis of epoxy/cyclic carbonate bifunctional polycarbonates with functional groups. Carbon Capture Science & Technology, 100400. https://doi.org/10.1016/j.ccst.2025.100400

5. Wang, H., Deng, L., Fang, B., Li, X., Guo, L., & Zheng, R. (2024). Synthesis and characterisation of polycarbonates from spent lithium battery electrolytes. Green Chemistry, 26. https://doi.org/10.1039/d4gc05418k

6. Katoh, T., Kobayashi, N., Ohta, Y., & Yokozawa, T. (2025). Simple and efficient synthesis and functionalization of well-defined, linear telechelic polycarbonates by reversible polycondensation through alkoxide exchange reaction. European Polymer Journal, 113762. https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2025.113762

7. Sarkar, S., Roy, S. S., Antharjanam, P. K. S., & Chakraborty, D. (2025). Mononuclear and dinuclear tetravalent zirconium compounds as catalysts for the synthesis of aliphatic polyesters and aliphatic polycarbonates. Polymer, 128496. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2025.128496

8. Wang, Z.-N., Xiao, X.-X., Gong, Y., Bai, T.-Y., Bai, J.-H., Zhao, H.-B., Chen, L., Liu, B.-W., & Wang, Y.-Z. (2025). One-pot green synthesis of liquid crystal polycarbonate towards mechanical robustness, superior fire safety, and efficient closed-loop chemical recycling. Chemical Engineering Journal, 163503. https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.163503

ISSN 3030-3907

9. Liu, B., Wang, B., Zhang, Z., Zhu, J., & Geng, Z. (2025). Kinetic modeling and reaction mechanisms of BPAF polycarbonate synthesis via melt transesterification: Catalytic and non-catalytic approaches. Chemical Engineering Journal, 160531. https://doi.org/10.1016/j.cej.2025.160531
10. Shang, B., Xiao, M., Wang, S., Han, D., Huang, S., Guo, H., & Meng, Y. (2024). One-pot synthesis of crystalline polycarbonate-block-polyesters. Chemical Communications, 60. https://doi.org/10.1039/d4cc05462h
11. Yang, Z., Zhang, J., Jiang, M., Wang, H., Ding, W., Zhang, X., He, H., & Xu, F. (2025). Green synthesis of isosorbide-based polycarbonate via dimethyl carbonate by dual imidazolate ionic liquid catalyst. Chemical Engineering Science, 121491. https://doi.org/10.1016/j.ces.2025.121491
12. Senthamarai, T., Lanaro, E., Tinker, J., Buchard, A., & Kleij, A. W. (2025). Synthesis and depolymerization studies of biohybrid polycarbonates derived from terpenes. Polymer Chemistry, 16. https://doi.org/10.1039/d5py00285k
13. Liu, C., Cao, Y., Zeng, X., Zheng, Z., Han, Z., He, P., & Wang, L. (2024). Efficient synthesis of polycarbonate ether polyol via copolymerization of CO2 and 1,2-butylene oxide over a layered Zn–Co double metal cyanide catalyst. RSC Advances, 14. https://doi.org/10.1039/d4ra06913g
14. Du, Y.-N., Pan, Y.-N., Du, X.-H., Ye, C.-C., Wang, C., Han, M.-Y., & Xu, L. (2024). Facile synthesis and controlled self-assembly of poly(phenyl isocyanide)-block-polycarbonate copolymers. Polymer Chemistry, 15. https://doi.org/10.1039/d4py00800f
15. Han, Y., Zou, S., Sun, T., Bai, Y., Kang, C., Wang, Q., & Wang, G. (2025). Structural designs and synthesis of co-polycarbonates with cyclohexyl and fluorene structures: Low-dielectric constant, high solubility, and superior mechanical properties. Materials Research Bulletin, 180, 113144. https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2024.113144

ISSN 3030-3907

THE INFLUENCE OF THE PHYSICOCHEMICAL NATURE OF SURFACTANTS ON THE EFFECTIVENESS OF THEIR ACTION IN VARIOUS ENVIRONMENTS.

N. S. Makhmudova

Bukhara state technical university

Abstract: The results of the use of surface-active substances (surfactants) in the process of oxidative demercaptanization of hydrocarbon raw materials are presented. It is shown that the use of surfactants increases the efficiency of the demercaptanization process and makes it possible to extract from processed hydrocarbons not only the simplest, but also higher molecular weight mercaptans, as well as organosulfur compounds of other classes.

Keywords: Surfactants (surfactants), synthetic detergents (SMS), micelles, ionic surfactants, nonionic surfactants, hydrophilicity, hydrophobicity, detergency, biodegradability. One of the large-capacity areas of the petrochemical industry is the production of surface-active substances (surfactants).

Аннотация: Представлены результаты применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) в процессе окислительной демеркаптанизации углеводородного сырья. Показано, что использование поверхностно-активных веществ повышает эффективность процесса демеркаптанизации и позволяет извлекать из перерабатываемых углеводородов не только простейшие, но и высокомолекулярные меркаптаны, а также сероорганические соединения других классов.

Ключевые слова: поверхностно-активные вещества (ПАВ), синтетические детергенты (СМС), мицеллы, ионные поверхностно-активные вещества, неионные поверхностно-активные вещества, гидрофильность, гидрофобность, моющая способность, способность к биологическому разложению. Одним из крупнотоннажных направлений нефтехимической промышленности является производство поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Annotatsiya: Uglevodorod xom ashyosini oksidlovchi demerkaptanizatsiya jarayonida sirt faol moddalar (sirt faol moddalar) dan foydalanish natijalari keltirilgan. Sirt faol moddalardan foydalanish demerkaptanizatsiya jarayonining samaradorligini oshirishi va qayta ishlangan uglevodorodlardan nafaqat eng oddiy, balki yuqori molekulyar merkaptanlarni, shuningdek, boshqa sinflarning organosulfur birikmalarini ham ajratib olish imkonini berishi ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: sirt faol moddalar (sirt faol moddalar), sintetik yuvish vositalari (SMS), misellar, ionli sirt faol moddalar, ion bo'lmagan sirt faol moddalar, hidrofilik, hidrofobiklik, yuvish qobiliyati, biologik parchalanish qobiliyati. Neft-

ISSN 3030-3907

kimyo sanoatining yirik tonnaj yo'nalishlaridan biri sirt faol moddalar (sirt faol moddalar) ishlab chiqarishdir.

Введение

World production of surfactants is 2-3 kg per capita per year. Approximately 37% of the produced surfactants are used for household chemicals, the rest in industry and agriculture. Simultaneously with the annual increase in the production of surfactants, the ratio between their use in everyday life and industry is changing in favor of industry. Surfactants are used in more than 100 sectors of the national economy. Most of the produced surfactants are used in the composition of detergents, in the production of fabrics and products based on synthetic and natural fibers. Large consumers of surfactants include the oil, chemical industry, building materials industry and a number of others. Surfactants (surfactants) are chemical compounds that are concentrated (adsorbed) on the interface, cause a decrease in its free surface energy GS and, accordingly, surface tension. The main quantitative characteristic of surfactants is surface activity - the ability of a substance to reduce surface tension at the phase boundary 1.2. Along with the ability to be adsorbed on the interfacial surface, many surfactants have another important property: under certain conditions, self-organized nanoaggregates (micelles) consisting of tens and hundreds of surfactant molecules or ions are formed in surfactant solutions. Thanks to these. radicals that make up the oleo-, or lipophilic part (it is also the hydrophobic part of the molecule), and one or more polar groups - the hydrophilic part. Hydrophobic groups that interact weakly with water determine the tendency of the molecule to transition from an aqueous (polar) medium to a hydrocarbon (non-polar). Hydrophilic groups, on the contrary, keep the molecule in a polar environment or, if the surfactant molecule is found in a hydrocarbon liquid, determine its tendency to transition to a polar medium; the surface activity of surfactants dissolved in non-polar liquids is due to hydrophilic groups, and dissolved in water - hydrophobic radicals.

Surfactants are divided into two types according to the nature of adsorption and the mechanism of stabilization of disperse systems: low-molecular compounds of amphiphilic nature, having a hydrophilic group (“head”) and a hydrophobic “tail”; high-molecular compounds in which hydrophilic and hydrophobic groups alternate, evenly distributed along the entire length of the polymer chain. The dominant position among the surfactants produced in the world is occupied by the cheapest and fairly versatile anionic surfactants, which account for at least 60% of world production; up to 30% are non-ionic surfactants, about 10% are cationic, and only a fraction of a percent are synthetic ampholytic surfactants. According to the type of hydrophilic groups, surfactants are divided into ionic, or ionic and or non-ionic. Ionic surfactants dissociate in water into ions, some of which have adsorption

ISSN 3030-3907

(surface) activity, while others (counterions) are adsorption inactive. If anions are adsorption active, surfactants are called anionic, or anionic, in the opposite case, cationic, or cationic active. Anionic surfactants - organic acids and their salts, cationic bases, usually amines of various degrees of substitution, and their salts. Some surfactants contain both acidic and basic groups.

Depending on the conditions, they exhibit the properties of either anionic or cationic surfactants, which is why they are called amphoteric or ampholytic surfactants. Anionic surfactants. The following compounds belong to this type of surfactant. Carboxylic compounds (RCOOH) and their salts (soaps) (RCOOM, where R is a hydrocarbon aliphatic radical with 12-18 carbon atoms, M is Na +, K + or NH_4 +. Soaps of carboxylic acids have a good washing effect only in an alkaline environment, environment (due to insoluble fatty acids and in hard water (due to the formation of insoluble calcium and magnesium salts), the washing ability of these surfactants is low. Soaps are characterized by complete biodegradability. Alkylar sulfonates are salts of aromatic sulfonic acids $RArSO_3M$. They are the cheapest and most readily available synthetic surfactants. Show the good washing action in alkaline and sour environments and in hard water. Alkyl sulfonates RSO_3M (R usually C_{10} - C_{20}). These surfactants have good detergent action in various pH conditions, in hard water and good biodegradability. Alkyl sulfates $ROSO_3M$ (R обычно C_{10} – C_{18}). Alkyl sulfates belong to third generation surfactants - compounds biochemically decomposing to inorganic fragments (water, carbon dioxide and sodium sulfate). Primary alkyl sulfates $ROSO_2Na$ are obtained by sulfation of primary higher fatty alcohols and subsequent neutralization of the resulting sulfonic ether sulfate with cymnatro. The alcohols necessary for this purpose are currently obtained mainly by synthetic methods - the reduction of esters of higher fatty acids, oxosynthesis, and the production of ethylene through organic aluminum compounds (alfol process). Secondary alkyl sulfates $(CH_3)_2ONa$ are obtained by reacting sulfuric acid with α-olefins or by sulfating secondary higher alcohols. Among alkyl sulfates, only those obtained from primary alcohols with a straight chain of carbon atoms have the maximum detergency. The washing ability of alkyl sulfates decreases with the displacement of the sulfate group deep into the molecule and with the branching of the carbon chain. Therefore, the most suitable raw materials for the production of alkyl sulfates are primary alcohols and C_{12}-C_8 α-olefins with a straight carbon chain. The mass use of alkyl sulfates in synthetic detergents is hindered by their somewhat higher cost compared to alkylbenzene sulfonates. However, as feedstock production processes (primary and secondary alcohols and α-olefins) improve, this obstacle will be removed. Cationic surfactants include aliphatic and aromatic amines (primary, secondary and tertiary) and their salts, quaternary ammonium

ISSN 3030-3907

bases and their salts, quaternary phosphonium and tertiary sulfonium bases, pyridine compounds. Cationic surfactants are well adsorbed on negatively charged surfaces (metals, many minerals, plastics, cell membranes, cement). Therefore, they are used as antistatic agents, corrosion inhibitors, bactericidal, fungicidal, disinfectants. Quaternary ammonium compounds with a length of hydrocarbon radical C_{12}-C_{18} have a bactericidal effect, and they are approximately 300 times more effective than phenol in terms of destructive action against microorganisms. Salts of pyridine bases are used in the textile industry as fixatives for dyeing, as well as for finishing finished fabrics. Amphoteric, or ampholytic surfactants - substances in the composition of the molecules of which there are both acidic and basic groups. They can be obtained from anionic compounds by introducing amino groups into them or from cationic by introducing acid. At pH<4, ampholytic surfactants exhibit the properties of cationic compounds, at pH 9-12 - anionic, and at pH 4-9 ionic compounds. This type of surfactant includes many natural substances, such as amino acids and proteins. Their synthetic analogs are alkyl amino acids, for example, cetyl aminoacetic acid $C_{16}H_{33}NH–CH_2COO$. The production of such substances is quite difficult and expensive, and they are not yet widely used assurfactants.

Nonionic surfactants are the most promising and rapidly developing class of surfactants. At least 80-90% of these surfactants are obtained by adding ethylene oxide to alcohols, alkylphenols, carboxylic acids, amines, etc. Polyoxyethylene esters of alkylphenols are the most numerous and widespread group of nonionic surfactants. For example, RC_6H_4O (CH_2CH_2O) nH, where n is the average number of hydroxyethyl groups.

The polyoxyethylene esters of alcohols RO (CH_2CH_2O) pH have acquired an important industrial significance, because they are easily biodegradable under natural conditions. As detergent components, nonionic surfactants are not inferior to high-quality soaps, and are used in water of any hardness, with different pH values. They generally have a low foaming capacity and can be used as defoamers.

According to the physicochemical mechanism of action in a dissolving medium, all surfactants are divided into two categories (according to the classification of P.A. Rebinder). One category includes micelle-forming surfactants (colloidal soluble surfactants), while the other does not form micelles (truly soluble). In solutions of micelle-forming surfactants above the critical micelle concentration (SMS), colloidal particles (micelles) appear, consisting of tens or hundreds of molecules (ions). Micelles reversibly decompose into individual molecules or ions when a solution (more precisely, a colloidal dispersion) is diluted to a concentration below the SMS. Thus, solutions of micelle-forming surfactants occupy an intermediate position between true (molecular) and

ISSN 3030-3907

colloidal solutions (sols); therefore, they are often called semicolloidal systems. Micellar surfactants include all detergents, emulsifiers, wetting agents, dispersants, etc. Truly soluble surfactants do not exhibit stabilizing properties and are weak wetting agents and weak foaming agents. Surfactants are widely used in industry, agriculture, medicine, and everyday life. The most important areas of surfactant consumption are: production of soaps and detergents for technical and sanitary needs; textile auxiliaries used for processing fabrics and preparing raw materials for them; paint products. Surfactants are used in many technological processes in the chemical, petrochemical, chemical-pharmaceutical, and food industries. Currently, 80% of the surfactants produced in the world are used in the synthetic detergents (SMS) industry. SMS are of great importance in meeting the needs of people, and are also used in various industries. With the development of production and the culture of everyday life, the demand for synthetic detergents and their output are growing rapidly. Currently, about 1.7 million tons of products are produced annually, 0.2 million tons are exported, and 0.1 million tons are imported. The development of the market for synthetic detergents occurs along with the tightening of requirements for their environmental performance. SMS are mixtures of surfactants with auxiliary components and fillers (soda, phosphates, sodium sulfate), which enhance the washing effect of the main components. Surfactants are used both for stabilizing and destroying dispersed systems of emulsions, suspensions, foams, for reducing the strength of treated surfaces, for fighting corrosion, protecting the environment, etc.

Among the surfactants currently produced by the industry and used as synthetic detergents, anionic active substances are the most widely used, the production of which reaches 68% of the production of all synthetic detergents. In terms of production scale, among anionic synthetic detergents, alkylaryl sulfonates are in first place. SMS obtained on the basis of alkylaryl sulfonates are poorly biochemically oxidized in water bodies, accumulate and, as a result, oxygen exchange is disturbed, foam appears. Third generation surfactants (compounds that are completely biochemically decomposed to inorganic compounds (water, carbon dioxide and sodium sulfate) include alkyl sulfates of primary (primary (CH2OSO2ONa) and secondary (secondary (CHOSO2ONa)) alcohols, which are salts of sulfoesters, in terms of production they rank second among anionic surfactant.

In terms of detergent properties, primary alkyl sulfates are among the best surfactants, they are inferior in quality to secondary alkyl sulfates. Detergents based on alkyl sulfates are produced in the form of liquid formulations (with 20-40% active substance) or powders. They are used for washing clothes and fabrics,

ISSN 3030-3907

washing wool, various products, etc. Today, various authors cite the use of surfactants in a wide variety of industries and agriculture.

Currently, surfactants are used to intensify various technological processes in the oil industry. A feature of the modern development of the oil industry is a significant change in the structure of reserves towards an increase in the proportion of hard-to-recover oils. Surfactants are used in well drilling for a more complete extraction of oil from reservoirs (increased oil recovery), accelerating the development of oil fields, in oil preparation, to combat corrosion of oil equipment, deposits of paraffins and salts, environmental pollution, to reduce hydraulic losses during oil transportation etc. The widespread use of ethoxylated surfactants is associated with an increase in oil production: they are introduced into solutions injected into wells during the so-called edge flooding, which contributes to the displacement of oil from the reservoir to the production well. Some processes, such as demulsification and desalination, cannot be carried out at all without the use of surfactants. A very promising direction of intensifying the process of obtaining oxidized bitumen and improving their quality is the introduction of surfactants into the system, which are modifying additives that change the reactivity of the feedstock, as well as the physicochemical properties. The amount of surfactants, as a rule, does not exceed tenths of a percent. Their use is not associated with significant material costs and is quite simple in hardware design, but the oxidation of raw materials activated with surfactant additives proceeds more efficiently. Therefore, the use of surfactants in the processing of oil residues is a promising direction in technology, which makes it possible to intensify various technological processes and improve the quality of commercial petroleum products, in particular, petroleum bitumen. Modifying surfactant additives make it possible to improve the performance properties of bitumen, as well as the conditions for wetting the surface of mineral materials with bitumen, forming an absorption layer facing the polar groups to the surface of the mineral material and the hydrocarbon part into the volume of bitumen. This reduces the temperature and time for obtaining a homogeneous mixture, and also significantl.

LITERATURE.

1. Ахмадова Х.Х. и др. Основные способы модификации битумов различными добавками //Вестник ГГНТУ. Технические науки, Том XV. - No 3 (17) - 2019. – С.42-57.

2. Холмберг К., Иенссон Б., Кронберг Б, Линдман Б. Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах/ Перевод с англ. под ред. Б.Д. Сумма. М.: Бином. - 2015. - 310с.

3. Nilufar Saydyaxyayevna Maxmudova, Saidjon Abdusalimovich G’Aybullayev TABIIY GAZLARNI VODOROD SUL’FIDIDAN TOZALASH

ISSN 3030-3907

USULLARINING TASNIFI // Scientific progress. 2021. №5. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tabiiy-gazlarni-vodorod-sul-fididan-tozalash-usullarining-tasnifi (дата обращения: 12.10.2022).

4. Nilufar Saidyaxyoyevna Maxmudova, Ma'Murjon Yangiboyevich Xo'Jjiyev SINTETIK YOQILG'ILAR ISHLAB CHIQARISHNING BUGUNGI KUNDAGI DOLZARBLIGI // Science and Education. 2020. №7. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sintetik-yoqilg-ilar-ishlab-chiqarishning-bugungi-kundagi-dolzarbligi (дата обращения: 12.10.2022).

5. Нилуфар Саидяхёевна Махмудова, Мафтуна Ильхомовна Раджабова Химические методы очистки масел // Science and Education. 2022. №4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/himicheskie-metody-ochistki-masel-1 (дата обращения: 12.10.2022).

6. Maxmudova, N. S., Saidjon Abdusalimovich, G., SUL'FIDIDAN, A. T. G. V., & TASNIFI, T. U. Scientific progress. 2021. № 5. *URL: https://cyberleninka. ru/article/n/tabiiy-gazlarni-vodorod-sul-fididan-tozalash-usullarining-tasnifi (дата обращения: 28.05. 2021)*.

7. S.F.Fozilov.,B.A.Mavlonov.,Sh.A.Mavlonov.,D.F.Asadova., A.F.Gaybullayeva.,H.S.Fozilov.Obtaining Higher Fatty Alcohols Based on Low Molecular Polyethylene and Their Useage as Lubricating Additives for Diesel Fuels. International Journal on Integrated Education, 3(12), 44-46.

8. Ражабов, Р. Н., Фозилов, С. Ф., Ғайбуллаева, А. Ф., & Фозилов, Ҳ. С. (2021). Газконденсатидан олинган дизел ёқилғиларини сифатини яхшиловчи композицион кўп функционалли присадкалар олиш технологиясини ишлаб чиқиш. Science and Education, 2(11), 438-443.

9. Mizrobjon Xalim O'G'Li Zaripov, & Saidjon Abdusalimovich G'Aybullayev (2021). PIROLIZ KINETIKASINING MATEMATIK MODELI. Academic research in educational sciences, 2 (9), 619-625.

10. Gaybullayeva A. F., Sharipov M. S., Gaybullayev S. A. TABIIY GAZLARDAN GELIY OLISHNING KRIOGEN USULI //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 4. – С. 571-579.

ISSN 3030-3907

ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ КАРДИОМЕТРИИ В ВЫЯВЛЕНИИ СУБКЛИНИЧЕСКОГО КАРДИТА У ДЕТЕЙ С ОСТРОЙ РЕВМАТИЧЕСКОЙ ЛИХОРАДКОЙ

Умарова С.С.

Самаркандский государственный медицинский университет ассистент

Аннотация. Актуальность проблемы острой ревматической лихорадки (ОРЛ) у детей обусловлена высокой частотой поражения сердца и риском формирования хронических ревматических пороков. Особую сложность представляет диагностика субклинического кардита при отсутствии выраженных клинических и аускультативных проявлений. Целью исследования явилась оценка эффективности кардиометрии в диагностике субклинического кардита у больных ОРЛ. Проведено комплексное обследование пациентов с применением эхокардиографии и кардиометрии с использованием цифрового гемодинамического анализатора *Cardiocod*. Установлено, что метаболические (лактат, кислород) и функциональные (RV1) показатели кардиометрии достоверно различаются в зависимости от наличия клапанной патологии по данным ЭхоКГ, тогда как традиционные гемодинамические параметры имеют ограниченную диагностическую ценность. ROC-анализ подтвердил прогностическую значимость отдельных кардиометрических показателей. Кардиометрия может быть рекомендована как доступный, неинвазивный и информативный метод раннего выявления субклинического поражения сердца у детей с ОРЛ.

Ключевые слова: острая ревматическая лихорадка, субклинический кардит, дети, кардиометрия, Cardiocod, лактат, кислород, RV1, эхокардиография.

Abstract. Acute rheumatic fever (ARF) in children remains a significant clinical problem due to the high risk of cardiac involvement and the development of chronic rheumatic heart disease. The diagnosis of subclinical carditis is particularly challenging in the absence of clear clinical and auscultatory signs. The aim of this study was to evaluate the effectiveness of cardiometry in the diagnosis of subclinical carditis in patients with ARF. A comprehensive examination including echocardiography and cardiometric assessment using the digital hemodynamic analyzer *Cardiocod* was performed. Metabolic (lactate, oxygen) and functional (RV1) cardiometric parameters showed significant differences depending on the presence of valvular pathology detected by echocardiography, whereas conventional hemodynamic indicators demonstrated limited diagnostic value. ROC analysis confirmed the prognostic significance of selected cardiometric parameters. Cardiometry can be recommended as an accessible, non-invasive, and informative method for early detection of subclinical cardiac involvement in children with acute rheumatic fever.

ISSN 3030-3907

Keywords: acute rheumatic fever, subclinical carditis, children, cardiometry, Cardiocod, lactate, oxygen, RV1, echocardiography.

Аннотация. Болаларда ўткир ревматик иситма юрак шикастланиши ва сурункали ревматик юрак нуқсонлари шаклланиши хавфи юқори бўлган долзарб тиббий муаммолардан бири ҳисобланади. Субклиник кардитни клиник ва аускультатив белгиларсиз аниқлаш айниқса қийин. Ушбу тадқиқотнинг мақсади ЎРЛ билан оғриган беморларда субклиник кардитни аниқлашда кардиометрия усулининг самарадорлигини баҳолашдан иборат. Беморлар эхокардиография ва *Cardiocod* гемодинамик анализатори ёрдамида кардиометрик текширувдан ўтказилди. Тадқиқот натижаларига кўра, метаболик (лактат, кислород) ва функционал (RV1) кўрсаткичлар клапан патологияси мавжудлигига қараб ишончли фарқ қилди, анъанавий гемодинамик параметрлар эса чекланган диагностик аҳамиятга эга эканлиги аниқланди. ROC-таҳлил кардиометрик кўрсаткичларнинг прогноз аҳамиятини тасдиқлади. Кардиометрия болаларда ЎРЛда юракнинг субклиник шикастланишини эрта аниқлаш учун инвазив бўлмаган, қулай ва ахборотли усул сифатида тавсия этилади.

Калит сўзлар: ўткир ревматик иситма, субклиник кардит, болалар, кардиометрия, Cardiocod, лактат, кислород, RV1, эхокардиография.

Введение

Актуальность исследования. Острая ревматическая лихорадка (ОРЛ) остаётся одной из актуальных проблем современной педиатрии, особенно в странах с ограниченными ресурсами здравоохранения, где сохраняется высокая заболеваемость и риск формирования хронических ревматических пороков сердца. Несмотря на достижения в диагностике и лечении, своевременное выявление поражения сердца, особенно на субклинических стадиях, по-прежнему представляет значительные трудности.

Классические клинические и аускультативные признаки кардита нередко отсутствуют или выражены минимально, что приводит к гиподиагностике ОРЛ и позднему началу терапии. Эхокардиография является «золотым стандартом» диагностики кардита, однако её использование ограничено в условиях недостаточной оснащённости медицинских учреждений, дефицита квалифицированных специалистов и невозможности проведения частого динамического мониторинга, особенно в отдалённых регионах.

В этой связи особый интерес представляет кардиометрия как неинвазивный, доступный и экономически целесообразный метод функциональной оценки сердечно-сосудистой системы. Кардиометрия позволяет одновременно анализировать гемодинамические, метаболические

ISSN 3030-3907

и адаптационные показатели, отражающие ранние нарушения регуляции сердечной деятельности и энергетического обмена миокарда, предшествующие структурным изменениям, выявляемым при эхокардиографии.

Недостаточная изученность диагностической и прогностической ценности кардиометрических показателей при острой ревматической лихорадке у детей, а также ограниченное количество исследований, посвящённых выявлению субклинического кардита с использованием данного метода, определяют необходимость проведения настоящего исследования. Полученные данные могут способствовать повышению эффективности ранней диагностики, оптимизации диспансерного наблюдения и снижению риска формирования хронических ревматических пороков сердца.

Цель исследования. Оценить диагностическую и прогностическую эффективность кардиометрии в выявлении субклинического кардита у больных острой ревматической лихорадкой путём сравнительного анализа гемодинамических, метаболических и функциональных показателей в зависимости от наличия клапанных изменений по данным эхокардиографии.

Материалы и методы исследования

В исследование были включены больные с острой ревматической лихорадкой, проходившие обследование и лечение в условиях стационара. Все пациенты были обследованы с применением клинических, инструментальных и функциональных методов исследования.

Всем пациентам выполнялась эхокардиография (ЭхоКГ), по результатам которой больные были распределены на две группы:

I группа — пациенты без эхокардиографических признаков клапанной патологии;

II группа — пациенты с выявленными клапанными нарушениями (митральная регургитация, трикуспидальная регургитация, митральная недостаточность, а также их сочетания с тахикардией).

Кардиометрическое исследование проводилось с использованием цифрового гемодинамического анализатора *Cardiocod*. Оценивались следующие показатели: ударный объём сердца (SV, мл), уровень лактата, содержание кислорода (O_2), коэффициент резервов функционирования (КрФ), показатель сократительной способности миокарда RV1 (60).

Количественные показатели предварительно оценивались на соответствие нормальному распределению с использованием критерия Шапиро–Уилка. При отсутствии нормального распределения данные представлены в виде медианы и межквартильного размаха (Q1–Q3).

ISSN 3030-3907

Сравнение трёх и более групп по количественным показателям осуществлялось с применением критерия Краскела–Уоллиса, апостериорные сравнения — с использованием критерия Данна с поправкой Холма.

Для оценки прогностической значимости кардиометрических показателей применялись методы линейной и логистической регрессии. Дискриминационная способность количественных показателей оценивалась с использованием ROC-анализа с расчётом площади под кривой (AUC), чувствительности, специфичности, положительной и отрицательной прогностической ценности. Статистически значимыми считались различия при уровне $p < 0,05$.

Таблица 4.2.3

Эффективность кардиометрии в диагностике субклинического кардита у больных ОРЛ

Показатели	Категории	ЭХО КГ			p
		M ± SD / Me	95% ДИ / $Q_1 – Q_3$	n	
SV(ml)	без патологии	29,54	20,82 – 31,23	10	0,448
	МН	24,38	21,65 – 26,68	4	
	МР	20,88	17,78 – 23,44	12	
	МР, тахикардия	23,31	21,21 – 25,34	4	
	Тахикардия	23,72	17,97 – 28,21	7	
	ТР	18,25	15,18 – 23,86	12	
Лактат	без патологии	7,36 ± 1,66	6,18 – 8,55	10	0,004* pMP – TP = 0,024
	МН	19,03 ± 6,61	8,52 – 29,55	4	
	МР	10,35 ± 3,38	8,20 – 12,50	12	
	МР, тахикардия	9,78 ± 1,75	6,99 – 12,56	4	
	Тахикардия	7,24 ± 0,95	6,36 – 8,11	7	

ISSN 3030-3907

	ТР	6,53 ± 1,14	5,80 – 7,26	12	
Кислород	без патологии	0,44	0,35 – 0,54	10	0,017* рТР – Тахикардия = 0,032
	МН	0,26	0,19 – 0,34	4	
	МР	0,45	0,33 – 0,59	12	
	МР, тахикардия	0,41	0,40 – 0,48	4	
	Тахикардия	0,33	0,31 – 0,34	7	
	ТР	0,56	0,42 – 0,64	12	
КрФ	без патологии	3,50	2,25 – 4,00	10	0,253
	МН	2,00	1,75 – 2,25	4	
	МР	2,00	2,00 – 4,00	12	
	МР, тахикардия	4,00	3,75 – 4,25	4	
	Тахикардия	3,00	2,50 – 3,50	7	
	ТР	3,00	2,00 – 3,25	12	
RV1 (60)	без патологии	63,34	61,69 – 64,75	10	< 0,001* рМН – без патологии = 0,002 рМР – без патологии < 0,001 рМР, тахикардия – без патологии = 0,002 рТахикардия
	МН	48,64	47,13 – 50,37	4	
	МР	50,00	48,68 – 50,42	12	
	МР, тахикардия	49,65	48,47 – 50,03	4	
	Тахикардия	59,30	58,38 – 61,50	6	
	ТР	60,00	58,71 – 60,42	12	

ISSN 3030-3907

					– MP = 0,050 pTP – MP = 0,009 pTP – MP, тахикардия = 0,050

* – различия показателей статистически значимы ($p < 0,05$)

Количественные показатели оценивались по соответствию нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка.

При отсутствии нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 - Q3). Сравнение трех и более групп по количественному показателю проводилось с использованием критерия Краскела-Уоллиса, распределение которых отличалось от нормы, а апостериорные сравнения - с помощью критерия Данна с поправкой Холма. Прогностическая модель, описывающая зависимость количественной переменной от факторов, была разработана методом линейной регрессии. Построение прогностической модели вероятности определенного результата осуществлялось с помощью метода логистической регрессии. Коэффициент Найджелкерка R2 служит мерой точности, показывающей часть дисперсии, которая может быть объяснена с помощью логистической регрессии. Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$. Категориальные данные описаны с указанием абсолютных значений и процентных долей. 95% доверительные интервалы для процентных долей рассчитывались по методу Клоппера-Пирсона. Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности проводилось с помощью точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого события менее 10). При сравнении относительных показателей в качестве количественной меры эффективности мы использовали показатель соотношения шансов с доверительным интервалом 95% (ОШ; 95% ДИ). Сравнение процентных долей при анализе четырехпольных таблиц сопряженности проводилось с помощью точного критерия Фишера (при значениях ожидаемого события менее 10). В результате оценки лактата О2, PV1 (60) выявлены статистически значимые различия в зависимости от ЭКГ (соответственно $p = 0,004$, $p = 0,017$, $p < 0,001$) (применяемые методы: критерий Краскела-Уоллиса). При сравнении СВ (мл), КрФ статистически значимых различий в зависимости от ЭКГ не выявлено ($p = 0,448$, $p = 0,253$ соответственно) (применяемые методы: критерий Краскела-Уоллиса,). При оценке дискриминационной способности наличия СВ (мл) с помощью ROC-анализа получена следующая кривая

ISSN 3030-3907

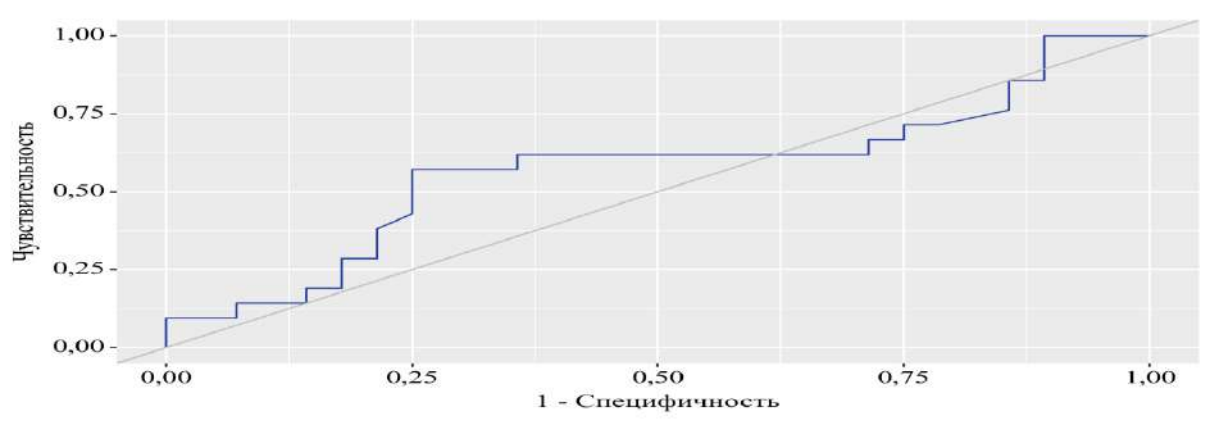


Рисунок 4.2.1 – Кривая ROC, характеризующая дискриминационную способность SV (мл) в прогнозировании МР

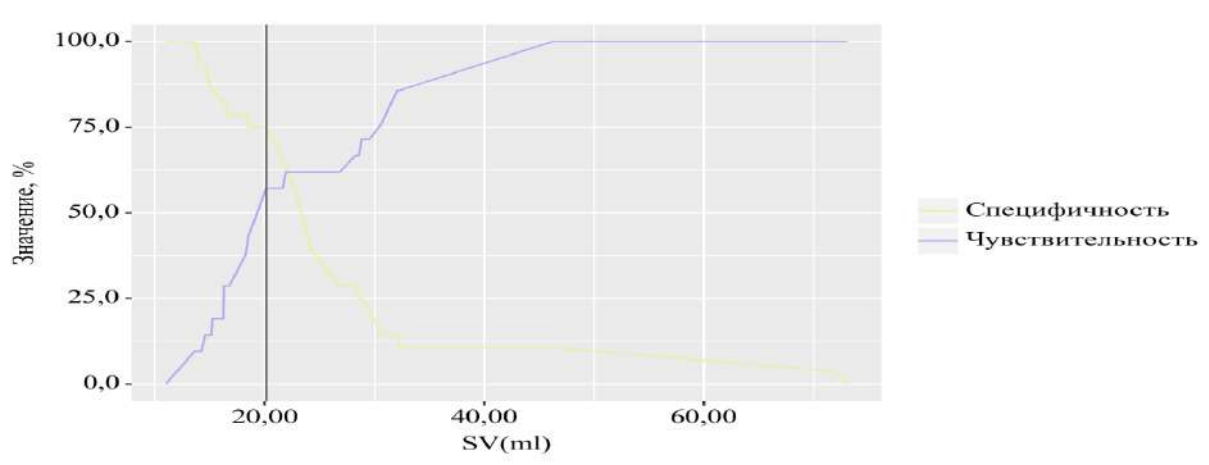


Рисунок 4.2.2 – Рисунок 4.2.2 - Анализ чувствительности и специфичности модели в зависимости от пороговых значений оценки вероятности МР

Таблица 4.2.4

Анализ дискриминационной способности SV (мл)

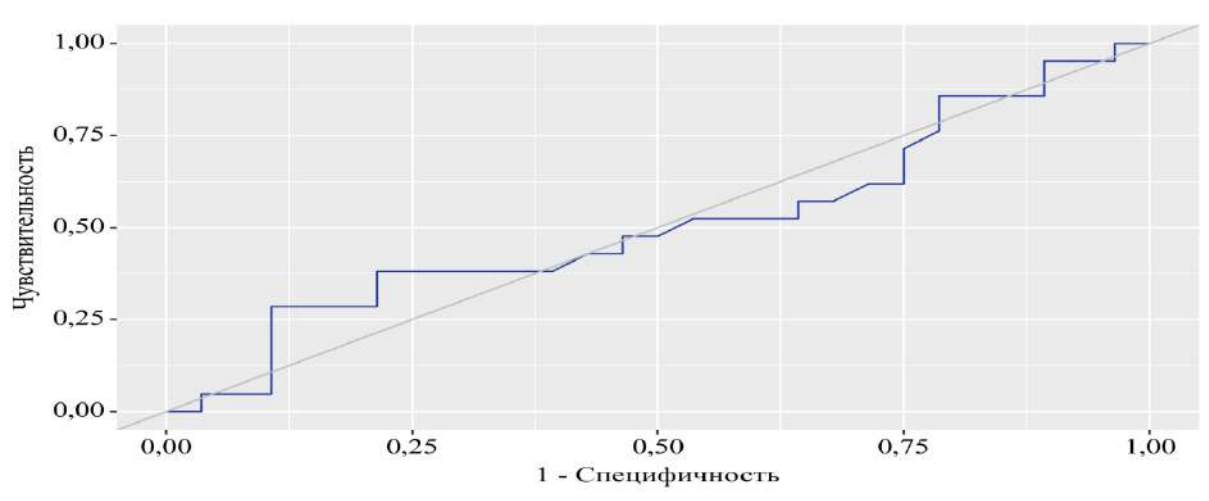
Порог значение	чувствительность (Se), %	спецефичность (Sp), %	PPV	NPV
21,92	**61,9**	**64,3**	**56,5**	**69,2**
21,64	57,1	64,3	54,5	66,7
21,35	57,1	67,9	57,1	67,9
20,13	57,1	75,0	63,2	70,0

СВ (мл) является статистически значимым предиктором митральной ругургитации при Эхо-КГ (AUC = 0,571; 95% ДИ: 0,409 - 0,732, p = 0,402).

Предельное значение СВ (мл) в соответствующей точке cut-off составило 20,130 при максимальном значении индекса Юдена. Прогнозировалось его существование, когда значение СВ (мл) было ниже этого значения. Чувствительность и специфичность полученной прогностической модели составили 57,1% и 75,0% соответственно. При

ISSN 3030-3907

оценке дискриминационной способности увеличения лактата с помощью ROC-анализа получена следующая кривая.



Результаты и обсуждение

С целью оценки эффективности кардиометрии в диагностике субклинического кардита у больных острой ревматической лихорадкой (ОРЛ) все обследованные пациенты были разделены на две клинические группы на основании данных эхокардиографии.

I группа (без клапанной патологии) включала пациентов без эхокардиографических признаков поражения клапанного аппарата сердца. **II группа (с клапанной патологией)** включала больных с выявленными эхокардиографическими изменениями, в том числе митральной регургитацией (МР), трикуспидальной регургитацией (ТР), митральной недостаточностью (МН), а также сочетанием регургитации с тахикардией.

Сравнительный анализ кардиометрических показателей между группами представлен в таблице 4.2.3.

При оценке ударного объёма сердца (SV, мл) статистически значимых различий между группами выявлено не было ($p = 0,448$). Несмотря на тенденцию к снижению SV у пациентов с клапанными нарушениями, данный показатель не продемонстрировал достаточной диагностической значимости при дифференциации субклинического кардита.

В то же время анализ метаболических показателей выявил выраженные межгрупповые различия. Уровень лактата достоверно отличался в зависимости от эхокардиографической картины ($p = 0,004$). Наиболее высокие значения лактата регистрировались у пациентов с митральной недостаточностью ($19,03 \pm 6,61$ усл. ед.), тогда как у пациентов без патологии клапанов данный показатель составил $7,36 \pm 1,66$ усл. ед. Также выявлены статистически значимые различия между подгруппами МР и ТР ($p = 0,024$), что указывает на различную степень метаболического напряжения миокарда при разных типах клапанных поражений.

ISSN 3030-3907

Анализ показателей кислородного обеспечения (O_2) также продемонстрировал статистически значимые различия между группами (p = 0,017). Минимальные значения кислорода отмечены у пациентов с митральной недостаточностью, тогда как максимальные — у больных с трикуспидальной регургитацией. Достоверные различия между группами ТР и тахикардии (p = 0,032) свидетельствуют о снижении аэробных возможностей миокарда при скрытом кардите.

Показатель КрФ не продемонстрировал статистически значимых различий между группами (p = 0,253), что ограничивает его использование в качестве самостоятельного диагностического критерия субклинического кардита.

Наиболее выраженные различия были выявлены при анализе показателя RV1 (60). У пациентов без клапанной патологии его значение составило 63,34, тогда как у больных с МН, МР и сочетанием МР с тахикардией наблюдалось достоверное снижение данного показателя (p < 0,001). Множественные апостериорные сравнения подтвердили статистически значимые различия между группами без патологии и пациентами с клапанными нарушениями, что свидетельствует о снижении сократительной способности миокарда даже при субклиническом течении кардита.

Для оценки прогностической ценности SV (мл) в отношении митральной регургитации был проведён ROC-анализ. Площадь под ROC-кривой составила AUC = 0,571 (95% ДИ: 0,409–0,732; p = 0,402), что указывает на умеренную дискриминационную способность данного показателя. Оптимальное пороговое значение SV составило 20,13 мл, при котором чувствительность и специфичность модели достигли 57,1% и 75,0% соответственно.

Таким образом, результаты исследования показывают, что **метаболические (лактат, O_2) и функциональные (RV1) показатели кардиометрии обладают наибольшей диагностической ценностью** при выявлении субклинического кардита у больных ОРЛ, в то время как традиционные гемодинамические параметры, такие как ударный объём, имеют ограниченную информативность.

Кардиометрия может рассматриваться как эффективный скрининговый метод раннего выявления скрытого поражения сердца у больных ОРЛ, особенно в условиях ограниченной доступности эхокардиографии.

Заключения. Кардиометрия является информативным неинвазивным методом выявления субклинического кардита у больных острой ревматической лихорадкой.Метаболические показатели (лактат и кислород)

ISSN 3030-3907

достоверно различаются в зависимости от наличия клапанной патологии по данным эхокардиографии и отражают степень метаболического напряжения миокарда. Показатель RV1 (60) обладает высокой диагностической значимостью и позволяет выявлять снижение сократительной способности миокарда даже при отсутствии выраженных клинических проявлений кардита. Ударный объём сердца (SV, мл) и коэффициент резервов функционирования (КрФ) не продемонстрировали статистически значимых различий между группами, что ограничивает их самостоятельное использование для диагностики субклинического кардита.

REFERENCES

1. Gewitz MH, Baltimore RS, Tani LY, et al. Revision of the Jones criteria for the diagnosis of acute rheumatic fever in the era of Doppler echocardiography: a scientific statement from the American Heart Association. Circulation. 2015;131(20):1806-1818. *(Key update to Jones criteria, including subclinical carditis via echocardiography.)*

2. Baevsky RM, Chernikova AG. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. Cardiometry. 2017;10:66-76. *(Core reference for Baevsky's stress index and HRV methods.)*

3. Carapetis JR, McDonald M, Wilson NJ. Acute rheumatic fever. Lancet. 2005;366(9480):155-168.

4. Lahiri S, Sanyahumbi A. Acute Rheumatic Fever. Pediatr Rev. 2021;42(5):221-232.

5. Karacan M, Işıkay S, Olgun H, Ceviz N. Heart rate variability in children with acute rheumatic fever. Cardiol Young. 2012;22(3):285-292. *(Direct study on HRV in pediatric ARF, showing sympathetic dominance.)*

6. Reményi B, Wilson N, Steer A, et al. World Heart Federation criteria for echocardiographic diagnosis of rheumatic heart disease—an evidence-based guideline. Nat Rev Cardiol. 2012;9(5):297-309.

7. Figueroa FE, Fernández MS, Valdés P, et al. Prospective comparison of clinical and echocardiographic diagnosis of rheumatic carditis: long term follow up of patients with subclinical disease. Heart. 2001;85(4):407-410.

8. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Circulation. 1996;93(5):1043-1065.

9. Riaz BK, Selvaraj K, Das PK, et al. Heart rate variability in children with rheumatic fever. Indian Pediatr. 2009;46(3):237-240. *(Another study on HRV in pediatric rheumatic fever.)*

ISSN 3030-3907

10. Zühlke L, Engel ME, Karthikeyan G, et al. Characteristics, complications, and gaps in evidence-based interventions in rheumatic heart disease: the Global Rheumatic Heart Disease Registry (REMEDY). Eur Heart J. 2015;36(18):1115-1122.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА И НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЦЕПТУР БЕЗАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ ПРОФИЛАКТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ НА ОСНОВЕ СОКОВ И РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ

Ҳабибуллаев Назаржон Акрамович
Докторант (PhD) кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарского государственного технического университета, Республики Узбекистана г. Бухара
Амонова Зубайда Муқимовна
Доцент кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарского государственного технического университета, Республики Узбекистана г. Бухара

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальная научно-техническая задача по созданию функциональных безалкогольных напитков на соковой основе. Актуальность исследования обусловлена необходимостью коррекции рациона питания населения в условиях роста алиментарно-зависимых заболеваний. Проведен глубокий анализ мирового рынка функциональных напитков и специфики рынка Узбекистана в условиях новых налоговых инициатив 2024–2025 гг. Обосновано использование математического моделирования для оптимизации содержания БАВ. Приведены результаты органолептической оценки и технологическая схема производства, обеспечивающая сохранность термолабильных компонентов.

Ключевые слова: функциональные напитки, профилактическое питание, сокосодержащие напитки, математическое моделирование, нутрицевтики, здоровый образ жизни.

Abstract. This article examines the pressing scientific and technical challenge of creating functional juice-based soft drinks. The relevance of the study stems from the need to adjust the population's diet amid the rise in diet-related diseases. An in-depth analysis of the global functional beverage market and the specifics of the Uzbek market is provided, taking into account new tax initiatives for 2024–2025. The use of mathematical modeling to optimize the biologically active substance content is justified. The results of an organoleptic evaluation and a production process flow diagram ensuring the preservation of heat-sensitive components are presented.

Keywords:Functional drinks, preventive nutrition, juice drinks, mathematical modeling, nutraceuticals, healthy lifestyle.

Annotatsiya. Ushbu maqolada funktsional sharbat asosidagi alkogolsiz ichimliklar yaratishning dolzarb ilmiy va texnik muammosi ko'rib chiqiladi. Tadqiqotning

ISSN 3030-3907

dolzarbligi parhez bilan bog'liq kasalliklarning ko'payishi sharoitida aholining ovqatlanishini sozlash zaruratidan kelib chiqadi. 2024–2025 yillarga mo'ljallangan yangi soliq tashabbuslarini hisobga olgan holda, global funktsional ichimliklar bozori va O'zbekiston bozorining o'ziga xos xususiyatlari chuqur tahlil qilingan. Biologik faol moddalar miqdorini optimallashtirish uchun matematik modellashtirishdan foydalanish asosli. Organoleptik baholash natijalari va issiqlikka sezgir komponentlarning saqlanishini ta'minlaydigan ishlab chiqarish jarayonining oqim sxemasi keltirilgan.

Kalit so'zlar: funktsional ichimliklar, profilaktik ovqatlanish, sharbatli ichimliklar, matematik modellashtirish, nutrasevtik vositalar, sog'lom turmush tarzi.

Введение

На современном этапе развития нутрициологии безалкогольные напитки (БН) перестали рассматриваться лишь как средство утоления жажды. Согласно концепции «позитивного питания», принятой в развитых странах, пищевой продукт должен не только обеспечивать организм энергией и субстратами, но и обладать способностью корригировать физиологические функции, снижая риск алиментарно-зависимых заболеваний.

Актуальность разработки безалкогольных напитков профилактической направленности определяется комплексом медицинских и социально-экономических факторов. Согласно докладам ВОЗ, неинфекционные заболевания являются причиной более 70,0% смертей в мире, причем значительная их доля связана с несбалансированным питанием.

Современное состояние здоровья населения характеризуется «скрытым голодом» - дефицитом витаминов и антиоксидантов при избыточной калорийности рациона. В странах СНГ и Центральной Азии дефицит витамина С и микроэлементов достигает 70,0 – 80,0%. Хронический оксидативный стресс, вызванный недостатком антиоксидантов, является триггером преждевременного старения и метаболических нарушений [1, 2].

Высокий темп урбанизации заставляет потребителей выбирать продукты сегмента *On-the-go*. Безалкогольные напитки - самая удобная матрица для фортификации, так как они не требуют приготовления и обладают высокой биодоступностью нутриентов. Напитки являются идеальной матрицей для фортификации (обогащения), так как обладают высокой биодоступностью, позволяют точно дозировать вводимые добавки и доступны для всех социально-демографических групп.

Напитки профилактической направленности классифицируются по физиологическому воздействию:

ISSN 3030-3907

1. *Геродиетические* - направлены на замедление процессов старения за счет высокого содержания антиоксидантов, нейтрализующих свободные радикалы.
2. *Диабетические* - предполагают полное исключение сахарозы и использование подсластителей с низким гликемическим индексом.
3. *Спортивные* (*изотонические*) - для восстановления водно-солевого гомеостаза и восполнения электролитов (Na^+, K^+, Mg^{2+}) после физических нагрузок.
4. *Иммуномодулирующие* - обогащенные экстрактами-адаптогенами и витаминными комплексами для повышения неспецифической резистентности организма [2].

Основной вектор исследований направлен на замену синтетических ароматизаторов натуральными экстрактами:

- *Экстракт зеленого чая и виноградных косточек*: содержат полифенолы и катехины. Согласно Помозовой В. А., данные соединения проявляют Р-витаминную активность и укрепляют стенки капилляров [3].
- *Лекарственные травы (эхинацея, родиола розовая)*: позволяют создавать напитки-адаптогены, повышающие сопротивляемость организма стрессовым факторам [3].

Современные премиксы (например, «Валетек» или швейцарские разработки DSM) позволяют вводить в состав до 12 витаминов одновременно. При этом ключевой проблемой остается стабильность витаминов С, А и Е при воздействии света и кислорода. Решением является использование технологии микроинкапсуляции [4,5].

Анализ действующего рынка безалкогольных напитков (2024–2025 гг.) показал, что мировой рынок данной продукции в 2025 году достиг объема в $174,48 млрд. Ключевыми трендами стали:

- *Sugar Reduction:* замена сахара на стевию, эритрит и аллюлозу.
- *Mental Wellbeing*: использование адаптогенов (женьшень, эхинацея) для борьбы со стрессом.
- *Clean Label*: использование соков вместо синтетических красителей [6].

Республика Узбекистан также демонстрирует высокие темпы роста в сегменте безалкогольных напитков (потребление около 2,8 млрд. литров в год). Введение в 2024 году акцизов на сахаросодержащие напитки стало мощным стимулом для локальных производителей, таких как *Marwin Brands*, *International Beverages Tashkent*, переходить на рецептуры с соками и натуральными подсластителями.[9] Учитывая климат региона, критически важным становится содержание в напитках электролитов и антиоксидантов, защищающих от УФ-излучения [10].

ISSN 3030-3907

Для создания эффективного продукта целесообразно использовать модель нахождения экстремума функции цели — суммарного профилактического индекса (PI):

$$PI = \sum_{i=1}^{n} a_i \cdot C_i \rightarrow max$$

где: ai - коэффициент значимости нутриента (для Узбекистана приоритет отдан каротиноидам и витамину С); Ci - концентрация компонента.

При этом накладываются ограничения по органолептическим показателям (G) и стоимости (S):

1. $G_{min} \leq G(x_1, x_2, ...x_n) \leq G_{max}$
2. $\sum_{j=1}^{m} x_j \cdot p_j \leq S_{target}$

Для сокосодержащих напитков оптимальное соотношение соковой части и экстрактов рассчитывается через коэффициент синергизма антиоксидантов. Экспериментально установлено, что для смеси «яблочный сок — экстракт эхинацеи» наблюдается эффект синергизма при соотношении компонентов 85:15 по массе сухих веществ.[7]

Задача решается с учётом ограничений по себестоимости и органолептическим показателям, что позволяет исключить антагонизм ингредиентов еще на этапе проектирования.

Использование местных соков позволяет создать естественную среду для стабилизации витаминов.

Таблица 1.

Нутриентный профиль соковых основ (на 100 см³)

Показатель	Значение показателя в соке		
	вишнёвый	тыквенный	Яблочный
Массовая доля сухих веществ, %	12.5	8.0	11.2
Массовая доля beta -каротина, %	0.1	4.5 – 5.2	0.02
Массовая доля антоцианов, %	45.0 – 60.0	0.0	0.0
Титруемая кислотность, град	1.2	0.2	0.5

Анализ данных таблицы 1 показал, что тыквенный сок, благодаря рекордному содержанию beta-каротина, эффективен для профилактики офтальмологических заболеваний. Вишневый сок ценен антоцианами, укрепляющими сердечно-сосудистую систему [8].

Для усиления эффекта в основу вводятся экстракты:

ISSN 3030-3907

✓ *Экстракт корня солодки*: содержит глицирризиновую кислоту (противовирусное действие).

✓ *Экстракт плодов боярышника*: кардиопротекторные свойства.

✓ Сахароза заменяется на эритрит или стевиозид, что снижает гликемическую нагрузку продукта на 90–100% (табл.2). Тенденция "Sugar Reduction" требует перехода на натуральные альтернативы:

✓ *Стевиозид*: обладает коэффициентом сладости 200–300, но имеет специфический привкус.

✓ *Эритрит*: обеспечивает объемную массу продукта и обладает «холодящим» эффектом, что ценно для тонизирующих напитков.

✓ *Изомальтулоза*: обеспечивает медленное высвобождение энергии, не вызывая резких скачков инсулина.

Таблица 2.

Органолептическая оценка смесей соков с добавками-обогатителями (5-балльная шкала)

Показатель	Значение показателя, балл		
	Вишня + Боярышник	*Тыква + Имбирь*	*Яблоко + Солодка*
Вкус	4.8	4.5	4.2
Аромат	5.0	4.7	4.5
Послевкусие	4.7	4.4	4.1
Итого:	***14.5***	***13,6***	***12,8***

Сочетание вишневого сока с экстрактом боярышника признано наиболее гармоничным. Математический анализ корреляции между кислотностью и сладостью (Sugar/Acid Ratio) показал, что для профилактических напитков без добавления сахара оптимальный индекс составляет 15.0–18.0.

Разработка профилактических напитков требует минимизации термического воздействия для сохранения нативных свойств БАВ. Технологические параметры:

1. *Экстракция*: ультразвуковой метод при T ~45°C.
2. *Деаэрация*: снижение содержания кислорода до 0.5 мг/л для предотвращения окисления.
3. *Пастеризация*: кратковременный нагрев, обеспечивающий микробиологическую чистоту при сохранении 92,0% витаминов.

Таким образом, разработка напитков профилактической направленности является приоритетом для пищевой индустрии Узбекистана и мирового рынка. Использование математического моделирования и

ISSN 3030-3907

местного сокового сырья позволяет создавать продукты с доказанной биологической ценностью.

Одной из ключевых проблем остается сохранение стабильности БАВ в процессе хранения. Взаимодействие компонентов (например, витамина С и ионов металлов) может привести к снижению функциональности продукта. Решением выступает использование хелатных комплексов и современных методов инкапсуляции нутриентов. Рынок напитков профилактической направленности демонстрирует устойчивый рост. Переход от «пустых калорий» к напиткам с заданными биологическими свойствами является стратегическим приоритетом пищевой индустрии, направленным на сохранение здоровья нации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кочеткова А.А. Современные направления развития технологий специализированных пищевых продуктов / А.А. Кочеткова // Вопросы питания. – 2022. – Т. 91, № 4. – С. 112–120.
2. Помозова В.А. Производство безалкогольных напитков и кваса : учебное пособие / В. А. Помозова. – Кемерово : КемТИПП, 2021. – 204 с.
3. Шобанова Т.В. Растительное сырье в технологии напитков функционального назначения / Т. В. Шобанова // Ползуновский вестник. – 2023. – № 2. – С. 45–52.
4. Филонова Г.Л. Технологические аспекты создания напитков с заданными профилактическими свойствами / Г. Л. Филонова // Пищевая промышленность. – 2022. – № 6. – С. 24–28.
5. Сидоренко Ю.И. Математические методы в пищевой инженерии / Ю. И. Сидоренко. – М. : ДеЛи, 2019. – 210 с.
6. Оробинская И.В. Инновационные технологии безалкогольных напитков на основе стевии / И. В. Оробинская // Технологии пищевой промышленности АПК. – 2020. – № 1. – С. 88–94.
7. Елисеев, М.Н. Обогащенные напитки в питании человека / М. Н. Елисеев // Пиво и напитки. – 2021. – № 3. – С. 18–22.
8. Макарова Н.В. Сравнительное исследование антиоксидантной активности ягодных соков / Н. В. Макарова // Техника и технология пищевых производств. – 2022. – Т. 52, № 1. – С. 15–23.
9. Functional Beverages Global Market Report 2025 [Электронный ресурс] // The Business Research Company. – 2025. – URL: https://www.thebusinessresearchcompany.com/report/functional-beverages-global-market-report (дата обращения: 18.12.2025).

ISSN 3030-3907

10. Введение акциза на газировку в Узбекистане [Электронный ресурс] // Kapital.uz. – 2023. – URL: https://kapital.uz/excise-tax-on-drinks/ (дата обращения: 18.12.2025).

ISSN 3030-3907