ISNN 3030-3907

2025/12
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/12 VOLUME 1

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
Buxoro 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 muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.
Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Синтез пластификатора для пвх композиций на основе отходов шуртанского гхк – нмпэ и исследование их свойств *Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна* *Nazmi Bin Mat Nawi* *Ахмедов Вохид Низомович*	9
2	Олтинтоғ кони каолинини ҳўл усулда бойитиш ва унинг физик-кимёвий таҳлили натижалари *Жуманов Ю.Қ.* *Эминов А.А.* *Эминов А.М.*	27
3	Predictive maintenance for water pump units: ai-driven vibration data analysis and remaining useful life prediction *Adilov Ozodbek Komiljon o‘g‘li* *Ergashev Rustam Rakhimovich*	35
4	Investigation of the effect of dispersed granular particles on the heat exchange process in a heat exchanger *Nigmatjonov Samugjon Karimjonovich* *Sheraliyeva Ozoda Anvarovna*	41
5	Исследование физико-химических свойств сорбентов на основе хитозана *Умаров Бобурбек Носир угли* *Nazmi Bin Mat Nawi* *Ахмедов Вохид Низомович*	49
6	Сравнительный анализ эффективности wave2vec и традиционных методов hmm для распознавания каракалпакской речи *Н. Утеулиев* *Ж.Кудайбергенов* *Т. Кудайбергенов*	60
7	O‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasini rivojlantirishning o‘ziga xos xususiyatlari *Boboqulov Abbos Dilshod o‘g‘li* *Malikova Nodira Turg‘unovna*	66
8	Kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash va filtrlash uchun mashinaviy o‘rganishga asoslangan integratsiyalashgan yondashuv *Ganiyev Abduxalil Abdujalilovich* *Norbutayev Xurshid Alijon o‘g‘li*	78
9	Aqlli qurilmalardan real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish va tibbiy tahlil qilish texnologiyalari *Madaminova Mahliyoxon Bahodirjon qizi*	96
10	Aholini sifatli va barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlashning texnik va tashkiliy choralari. *Qurbonov Nazarboy Shavkat o‘g‘li* *Imamberdiyev Dostonbek Baxrom o‘g‘li* *Norboyev Shohruh Fozil o‘g‘li*	103
11	N-(5-etil- 1,3,4tiadiazol 2 il) benzaamidning bir modifikatsiyalarining biologik faolligini pass(online) dasturida tekshirish *Rajabova Marjona Ravshan qizi*	109
12	Получение водорастворимых четвертичных аммониевых производных хитозана и изучение их антигрибковой активности. *Расулова Гузал Файзуллаевна* *Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич* *Хайитов Бекзод Кобулович*	114
13	Потенцирование антимикробной активности четвертичных аммониевых солей диэтилетаноламина введением природных полифенольных фрагментов *Расулова Гузал Файзуллаевна* *Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич* *Хайитов Бекзод Кобулович*	123

ISSN 3030-3907

14	Защита информации, информационная безопасность и её современная концепция. *Вахидов Дилшод Аликулович* *Гафурова Фарангиз Голиб кизи* *Абдумуминова Райхон Хуршид кизи* *Мамиров Мехрож Акбар угли*	131
15	Проведение процессов синтеза сополимеров акриламида и итаконовой кислоты *Алламуратова анаргул султамуратовна* *Шарипова айшагул ибраимовна* *Абдикамалава азиза бахтияровна* *Кошмуратова айымхан бердибай кызы* *Токтарбаева шахноза жумамурат кызы*	138
16	Подготовка скважины к газогидродинамическим исследованиям на примере месторождение памук *Яхяев Н.Ш.* *Хамраева Л.Р.* *Усманов Л.М.*	144
17	Yer osti suvlari monitoring tizimini loyihalashtirishni takomillashtirishda zamonaviy yondashuvlar va texnologik innovatsiyalar *Xabibullayev Ibroxim Xabibullayevich* *Telyaev Ismat Qudratillaevich* *Axrorov Faxriddin O'rinboy o'g'li*	152
18	Tebranish sensori yordamida laboratoriya qurilmasini ishlab chiqish *Kurbanova Ug'iloy Xasanova* *Mamaraimov Shaxbozjon Bahodir o`g`li*	162
19	Mashinasozlikda o'zaroalmashuvchanlikni mohiyati va avzalliklari *Baxramov Faxridin Xuzriddinovich* *Komilov A'zamjon Lutfullayevich* *Abdixamidov Nurbek Ural o'g'li*	171
20	Chemical strategies for termite control: toxicants, repellents, growth regulators, and emerging approaches *Ulugbek Togaev* *Abboskhon Turaev* *Alimjan Matchanov* *Toshov Khamza*	182
21	Qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlarini boshqarishga ko'maklashuvchi dasturiy vositalar tahlili *Boynazarov Otabek Murot o'g'li*	195
22	Uglerod (ii) oksidning toksikologik ahamiyati, organizmga ta'siri va aniqlash usullari *Fozilov Hasan Sadriddin o'g'li* *Hojiyev Dilmurod Yaxshiyevich*	206
23	Kompleks birikmalar, xelatlar va xelatoterapiya tibbiyotda qo'llanilishi va biologik ahamiyati. *Bozorboyeva Iroda Nurulla qizi* *Xudoynazarova Xadisa Zafar qizi* *Djurayeva Faranagiz Allayor qizi* *Dustmurodov Maqsud Mansurovich*	215
24	Kimyo fanidan bilimlarni baholashda innovatsion yondashuvlar *Rajabova Marjona Ravshan qizi*	221
25	The contamination process of diesel engine lubrication systems in dusty environments and its impact on bearings *Azamat Makhmudov* *Lochin Khudoyberdiyev* *Ilkhom Khushbokov*	226
26	Filtr to'qimalari, ularning texnologik xususiyatlarini ayrim parametrlar orqali nazariy asoslash. *R.M.Yangiboev*	234

ISSN 3030-3907

	B.R.Allaqulov	
27	Teskari osmos qurilmasi chiqindi suvini o‘simliklarni sug‘orishga moslashtirish uchun kimyoviy ishlov berish. *Xamdamova Zebuniso Shodmon qizi* *Sherquziyev Doniyor Shermamatovich* *Sherquziyev Doniyor Shermamatovich*	240
28	Formulation and assessment of efficient baits for *anacanthotermes TURKESTANICUS* *Ulug‘bek Togaev* *Abboskhon Turaev* *Zoitjon Tilyabaev* *Alimjan Matchanov* *Alimjan Matchanov*	251
29	Fosfogips chiqindisi asosida $(nh_4)_2so_4$ hamda caf_2 olish jarayonini tadqiq qilish va ularning fazaviy tarkibini o‘rganish *To‘raxonov Ravshanbek Sattorxon o‘g‘li* *Sherquziyev Doniyor Shermamatovich*	263
30	Мактаб рюкзаклари учун тўқимачилик материалларининг гигиеник, деформатцион ва хавфсизлик хусусиятлари таҳлили *Илхамова Малохат Уткуровна* *Махмудов Хусниддин Юсуф ўғли*	273
31	Inklyuziv ta’lim uchun maxsus adaptiv elektron platformada (dasturiy ta'minot) ishlab chiqish va pedagogik muhitda sinovdan o‘tkazish *Murodova Zarina Rashidovna* *Oyniso Mahmudova Ulug‘bekovna*	280
32	Polianion sellyulozaning polimerizatsiyalanish va o‘rin almashinish darajasini aniqlash *Shaymanova Ra’no Soatmurod qizi* *O‘razov Mustafo Qulto‘rayevich* *Normatova Shahnoza Anvar qizi*	287
33	Termiz shahri jamoat transporti haqida axborot yetkazish tizimini takomillashtirish *Primkulov Bekzod Sheraliyevich*	293
34	Raqamli metrologiya va sanoatning o‘zaro bog‘liqligi *Berdimuratov Umid Tagaymuradovich* *Erdonov Abdurahmon Muzaffarovich* *Abdimajidov Farrux Abdilamitovich.*	303
35	Murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning kinematik va dinamik modellari *Fayziyev Shavkat Ismatovich* *Sabanbayeva Madinabonu Yulayevna*	310
36	Fibroin–kremnezem adsorbentlarda yupqa qatlamli xromatografiya yordamida bo‘yoqlarni ajratish *Begimqulova Chimri Qalandarovna* *Shakarova Dilshoda Shomurodovna*	318
37	Production of phosphorus-humus fertilizers based on the processing of phosphate raw materials with sulfuric acid and oxidized meal *Orakbaev Azamat* *Usanbaev Najimuddin* *Alimov Umarbek* *Namazov Shafaat* *Ataew Hallymyrat* *Ogulnur Jumaewa*	326
38	Технология получение и свойства хитозана из узкопального рака (pontastacus leptodactylus) *Курбонова Феруза Нуруллоевна* *Хайдаров Ахтам Амонович* *Садуллаева Муҳаббат Комил қизи*	344
39	Comparison of the biochemical effectiveness of hormonal and non-hormonal contraceptives: a literature review based on the experience of women of reproductive age	351

ISSN 3030-3907

	Shavazi Nargiz Nuraliyevna *Mirzayeva Madinabonu Rustam qizi*	
40	Laborator tahlillar sifatining nazorati *Oblokulov Shavkat Shayimovich*	359
41	Ta'limda kollaborativ o'qitishga ta'sir etuvchi o'quv dasturlarini ishlab chiqish modellari tahlili *Xalilova Nasiba Djamolovna*	366
42	Kon-metallurgiya sanoatida hosil bo'ladigan kam konsentratsiyali eritmalardan metallarni ionli flotatsiya usulida ajratib olish imkoniyati. *Masidikov E.M.*	380
43	Бурғулаш эритмаси учун мойловчи материални олиш технологияси *Усмонов С.Б.* *Санетуллаев Е.Е.* *Тажимова Г.Р.* *Инаев Қ.Ж.* *Бозорбоев З.У.* *Бозорбоев З.У.*	389
44	Kollaborativ o'qitishda muammo-asosli o'qitish (pbl) metodining didaktik jarayonda qo'llanilishi *Xalilova Nasiba Djamolovna*	396
45	Alloksan bilan induksiya qilingan diabetda miya to'qimalaridagi o'zgarishlar *Mardonov Sanjar Yoqub o'g'li*	410
46	Синтез мономеры на основе бензимидазола и бензотриазола *Таджиева Шахноза Абдувалиевна* *Максумова Ойтура Ситдиковна*	414
47	Chorvoq erkin turistik zonasida investitsiyalarni jalb etish strategiyalari *Abdulloyeva Rushana Kurbonali qizi* *Shomurodova Sh.G'*	422
48	Alloksan bilan induksiya qilingan diabetda buyrakdagi o'zgarishlar *Sherov Sherzod Abdurasulovich*	427
49	Quyosh panellari uchun optimal nishab burchagini mavsumiy insolyatsiyani aniqlash. *Axmadaliyev Utkirbek Akramjonovich* *To'raqulov Dostonjon Rustamjon o'g'li*	431
50	"Hisoblash usullari" fanini o'qitishning maqsadi, vazifalari va pedagogik muammolari haqida *N. A. Otaxanov*	438
51	Asalari oilasini rivojlanishni ultrabinafsha nur (ubn) bilan stimulyatsiya qilish *Ibrohimov Valiyorbek Ilyosbek o'g'li*	452
52	Obtaining liquid complex fertilizers based on ferghana dolomite "shorsu" *Saidullaeva Gulnoz Anorboevna* *Karajanova Shaxnoza Dariyabayevna*	460
53	Yumshatilgan po'latlarning uglerod miqdori o'zgarishi bo'yicha thbrv-187.5dx markali qattiqlikni o'lchash asbobida qattiqligini aniqlashni zamonaviy usullari *Arabbayeva Firyuza Uchqunovna*	468
54	O'zbekiston mustaqilligi sharoitida ta'lim tizimi va xorijiy tillarga e'tiborning kuchayishi *Maxmudov Sulton Obit o'g'li*	475
55	Uzluksiz ishlab chiqarishda monitoring va nazoratning zamonaviy usullari *Xusainova Xusnidaxon Saloyidinovna* *Abduraxmonov Toxirjon Musurmon o'g'li*	480

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

СИНТЕЗ ПЛАСТИФИКАТОРА ДЛЯ ПВХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ШУРТАНСКОГО ГХК – НМПЭ И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СВОЙСТВ

Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна
Бухарский государственный технический университет, д-р филос. техн. наук (PhD), доц,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru
Dr. Nazmi Bin Mat Nawi
Assoc. Prof. Head, Department of Biological & Agricultural Engineering, Faculty of Engineering, Universiti Putra Malaysia, Serdang
E-mail: nazmimat@upm.edu.my
Ахмедов Вохид Низомович
Бухарский государственный технический университет, д-р техн. наук. проф.,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: voxid7@mail.ru

Аннотация. Наиболее распространенным методом производства синтетических жирных спиртов является гидрирование жирных кислот и их сложных эфиров, альдегидов, масел и жиров. Для производства спиртов углеводородная фракция с температурой кипения также может служить сырьем 275-320°C. В данной статье авторами приведена методика синтеза пластификатора из низкомолекулярного полиэтилена, являющегося отходом одной из ведущих производителей полимеров в республике. Также в статье приведены результаты данного исследования и предложена технологическая схема производства пластификаторов для ПВХ на основе отходов производства.

Ключевые лова. Поливинилхлорид, пластификатор, местное сырьё, низкомолекулярный полиэтилен, высшие жирные спирты, гидрирование, щёлочь, диметилтерефталат.

Abstract. The most common method for producing synthetic fatty alcohols is the hydrogenation of fatty acids and their esters, aldehydes, oils, and fats. A hydrocarbon fraction with a boiling point of 275-320°C can also serve as a feedstock for alcohol production. In this article, the authors present a method for synthesizing a plasticizer from low-molecular-weight polyethylene, a waste product of one of the leading polymer producers in the republic. The article also presents the results of this study and proposes a process flow diagram for producing plasticizers for PVC using production waste.

ISSN 3030-3907

Keywords: Polyvinyl chloride, plasticizer, local raw materials, low-molecular-weight polyethylene, higher fatty alcohols, hydrogenation, alkali, dimethyl terephthalate.

Annotatsiya. Sintetik yog‘li spirtlarni ishlab chiqarishning eng keng tarqalgan usuli bu yog ' kislotalari va ularning efirlari, aldegidlar, yog‘lar va yog‘larni gidrogenlashdir. Qaynash nuqtasi 275-320 bo‘lgan uglevodorod fraktsiyasiishlab chiqarish C alkogol ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida ham xizmat qilishi mumkin. Ushbu maqolada mualliflar respublikadagi etakchi polimer ishlab chiqaruvchilardan birining chiqindi mahsuloti bo‘lgan past molekulyar og‘irlikdagi polietilendan plastifikatorni sintez qilish usulini taqdim etadilar.avhum. Sintetik yog‘li spirtlarni ishlab chiqarishning eng keng tarqalgan usuli bu yog ' kislotalari va ularning efirlari, aldegidlar, yog‘lar va yog‘larni gidrogenlashdir. Qaynash nuqtasi 275-320 bo‘lgan uglevodorod fraktsiyasiishlab chiqarish C alkogol ishlab chiqarish uchun xom ashyo sifatida ham xizmat qilishi mumkin. Ushbu maqolada mualliflar respublikadagi etakchi polimer ishlab chiqaruvchilardan birining chiqindi mahsuloti bo‘lgan past molekulyar og‘irlikdagi polietilendan plastifikatorni sintez qilish usulini taqdim etadilar. Maqolada, shuningdek, ushbu tadqiqot natijalari keltirilgan va ishlab chiqarish chiqindilaridan foydalangan holda PVX uchun plastifikatorlarni ishlab chiqarish uchun jarayon oqimi diagrammasi taklif qilingan.

Kalit so‘zlar: polivinilxlorid, plastifikator, mahalliy xom ashyo, past molekulyar og‘irlikdagi polietilen, yuqori yog‘li spirtlar, gidrogenlash, ishqor, dimetil tereftalat.

Введение.

В последнее время, в частности период последнего десятилетия количество производимой продукции «Узкимёсаноат» увеличилось почти в четыре раза, в то же время, количество экспортируемого товара превысил 250 млн долларов. Совсем недавно НАВОИАЗОТ запустил новую линию, способную производить в год 100 тысяч тонн поливинилхлорида, 75 тысяч тонн каустической соды и 300 тысяч тонн метанола [1].

«За этими цифрами стоит тяжелый и одновременно почетный труд тысяч трудолюбивых, самоотверженных работников предприятия, высококвалифицированных специалистов», — отметил президент нашего государства Шавкат Мирзиёев. Реализация проектов увеличит объём производства в «Навоиазот» в три раза — с 150 млн до 410 млн долларов в год. 27 августа началось строительство второй очереди завода по производству поливинилхлорида. Проект стоимостью 400 млн долларов должен увеличит мощность производства ПВХ до 220 тысяч тонн в год [1].

ISSN 3030-3907

Республика имеет большие возможности для того, чтобы перерабатывать запасы полезных ископаемых, в том числе и углеводородов, производить продукцию, импортируемую из-за рубежа. Преследуя эти цели, на базе сырья и полуфабрикатов химической отрасли планируется создание крупнейших конгломератов на предприятиях «Навоиазот», «Ферганаазот» и в Республике Каракалпакстан. Так же было отмечено, что необходимо формировать новые проекты по производству продукции, которые на данный момент имеют высокий спрос у отраслей экономики и субъектов предпринимательства [2].

Как можно заметить, химическая промышленность нашей страны стремительно набирает рост, и производимая продукция тоже должна соответствовать требованиям времени. За исключением некоторых химических фирм, в Республике отсутствует промышленное производство добавок к ПВХ как таковых. Проблема объясняется отсутствием не только современных технологий, но и сырья, используемого в производстве качественных композиций ПВХ.

Обзор литературы. Строительная, автомобильная, упаковочная и электронная промышленность это основные отрасли, в которых ПВХ-пластики используются в Европе (PlasticsEurope,2017). Например, более 60% производства ПВХ в западной Европе используется в зданиях и только в строительном секторе (ЭКВМ, 2018). Эти четыре сектора были сосредоточены в нашем исследовании [3; 100-246 -с.].

Большое количество отличных работ, описывающих исследование термостабилизаторов [4; 426-429-с.] и смазочных материалов ПВХ, упомянуто в специальной литературе [5; 15-17-с.].

Редко обнаруживается, что термическое разложение влияет на механические свойства. Это происходит не потому, что термическая деструкция не влияет на механические свойства, а потому, что стабилизация предотвращает чрезмерное повреждение, которое может привести к заметным изменениям механических свойств. Если ПВХ стабилизировать свинцовым стабилизатором, обеспечивающим очень длительную защиту, удлинение уменьшается только вначале, поскольку морфологические изменения влияют на механические свойства. Далее следует увеличение удлинения. ПВХ, стабилизированный кальциево-цинковым стабилизатором, сначала реагирует таким же образом, но затем удлинение существенно снижается, поскольку каталитическое влияние $ZnCl_2$ быстро увеличивает износ[6;131-132-с.].

Существует исследование, в котором выявлено увеличение термической стабильности поливинилхлорида почти в десятки раз. Это

ISSN 3030-3907

произошло благодаря применению продукта утилизации масел нефти Введение таких масел в композицию в роли пластификатора (с разогревом массы), с точки зрения повышения термостабильности композиции, является наиболее эффективным способом. При этом облегчается перерабатываемость [7; 24-с.].

Пластификаторы с высокими сольватирующими свойствами характеризуются высокой полярностью и/или высокой ароматичностью.

Также имеют место низкотемпературные пластификаторы, пластификаторы со слабой летучестью, специальные, слабо диффузионные, огнеупорные, пластификаторы стабилизирующего действия и т.д [8;27-с.].

Известно, что для модификации полимеров применяют и такие вещества, которые не совместимы с полимером, к примеру, если в нитрат целлюлозы внести некоторое количество масла клещевины, температура стеклования резко снижается. Исходная величина температуры стеклования целлюлозы равна 160°С и уже при концентрации пластификатора 0,1%, она достигает постоянной величины, равняющейся 80°С. Механизм действия такого пластификатора может объяснятся тем, что молекулы пластификатора размещаются не среди молекул полимера, а на поверхности надмолекулярных структурных образований, являющимися высокоассиметричными [9; 354-с.].

В последние годы наблюдается быстрый рост использования растительных масел, для получения широкого спектра полимеров для замены полимеров на нефтяной основе для минимизации воздействия на окружающую среду. Несъедобное касторовое масло (CO) можно получить из клещевины, которая легко растет даже в засушливой местности. CO является многообещающим источником для разработки нескольких полимеров, таких как полиуретаны, полиэфиры, полиамиды и эпоксидные полимеры. Было разработано несколько путей синтеза, и были изучены различные свойства полимеров для промышленного применения. Кроме того, в эти полимеры были включены наполнители и волокна, в том числе наноматериалы, для улучшения их физических, термических и механических свойств. В этом обзоре освещается разработка полимеров на основе CO и их композитов с привлекательными свойствами для промышленных и биомедицинских применений [3; 4639-4662-с.].

Синтез нетоксичных пластификаторов , полученных из отходов канифолиоперерабатывающей промышленности, может снизить загрязнение окружающей среды и способствовать полноценной утилизации отходов канифоли. В этом исследовании четыре вида устойчивых разветвленных пластификаторов, полученных из ресурса биомассы , эвгенола (полученного

ISSN 3030-3907

из отходов производства канифоли), были синтезированы с помощью однореакторной полимеризации без растворителя и использованы для пластификации поливинилхлорида. (ПВХ). Внутренне пластифицированный ПВХ был изготовлен с использованием тиолированного ДФЭ (разветвленных пластификаторов на основе эвгенола). Были исследованы термическая стабильность, свойства при растяжении, микроструктура, летучесть и стойкость к экстракции растворителем пластифицированного ПВХ. По сравнению с коммерческим пластификатором диоктилфталатом термическая стабильность, эффективность пластификации и устойчивость к миграции разветвленных пластификаторов выше. Острая пероральная токсичность доза каждого разветвленного пластификатора была чрезвычайно высокой и составляла 5000 мг/кг массы тела, при этом смертность подопытных животных отсутствовала. По сравнению с ПВХ, пластифицированным снаружи, ПВХ, пластифицированный изнутри, показал нулевую потерю веса в тестах на летучесть и выщелачивание, несмотря на его менее эффективную пластификацию. Все разветвленные пластификаторы имеют потенциальное применение в пластмассовых изделиях [4; 104-331-с.].

Методология исследования ПВХ. (ПВХ, полихлорвинил, винил, вестолит, хосталит, виннол, корвик, сикрон, джеон, ниппеон, сумилит, луковил, хелвик, норвик и др.) — порошок белого цвета, термопластичный полимер винилхлорида. Поливинилхлорид имеет отличия от других пластикатов, тем что химически стоек к щелочам, минеральным маслам, многим кислотам и растворителям. Данное вещество не поддерживает горение на воздухе, если в составе нет других веществ, следует отметить, что стойкость к возгоранию пластмасс выработанных на его основе зависит от использованных добавок. Устойчив к морозам (−15°С) и нагреву (+66°С). Молекулярная масса: от 9 до 170 тысяч г/моль, плотность: 1,35-1,43 г/см^3, температура плавления: 150-220^{0}С, при повышении температуры свыше 110-120^{0}С разлагается с выделением хлористого водорода. Марка ПВХ-С-6346-М применяется для производства пластифицированных и полужестких изделий общего назначения (линолеум, искусственная кожа, пластифицированные пленки) и листы специального назначения [5].

Таблица – 1.

Физико-химические свойства суспензионного ПВХ, АО НАВОИАЗОТ

№	Наименование показателя	Норма для марки PVC-C-6346-M
	Химическая формула	[−CH_2−CHCl−]n

ISSN 3030-3907

1.	Визуально	порошок без примесей, белого цвета
2.	Примесь, количество загрязнений и посторонних веществ, шт., не более	40
3.	Количество прозрачных точек («рыбий глаз») в 0,1см³, шт., не более	Не нормируют
5.	Насыпная плотность, g/см³	0,45-0,60
6.	Остаток после просева на сите с сеткой: № 04, %, не более	Не нормируют
7.	№ 0315, %, не более	1,0
8.	№ 0063, %, не менее	65
9.	Сыпучесть, не более	Не нормируют
12.	Термостабильность пленки при 160℃ (min), не менее	Не нормируют
13.	Массовая доля влаги и летучих веществ, %, не более	0,50

Низкомолекулярный полиэтилен. Основной продукцией Шуртанского ГХК является полиэтилен высокой плотности (ПЭВП), линейный полиэтилен низкой плотности (ЛПЭНП), сжиженный газ, сера, газовый конденсат. Только за 2020 год было продано 563 тонны низкомолекулярного полиэтилена [5; 59-65-с.].

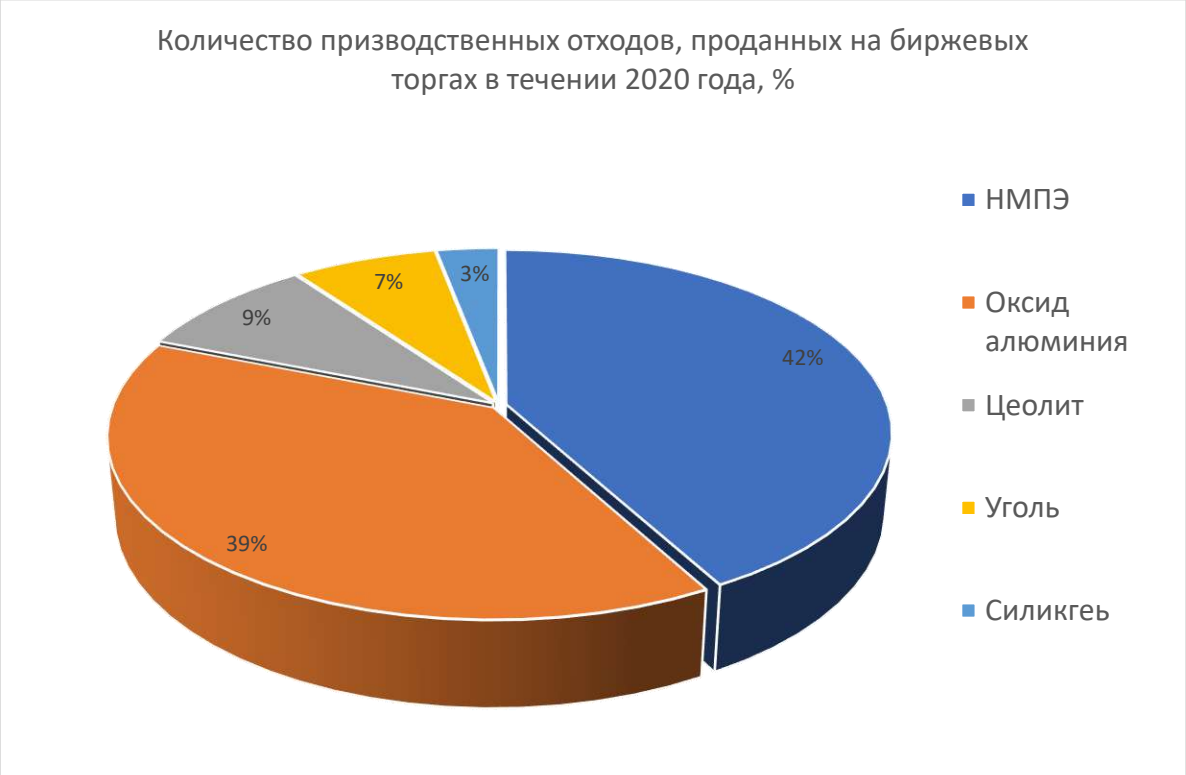


Рис. 1. Отходы Шуртанского ГХК идущие на продажу

ISSN 3030-3907

Суспензия из которого можно выделить НМПЭ представляет собой желтовато-бурую жидкость, с резким характерным запахом. При центрифугировании такой суспензии в осадок выпадает белое вещество, которое и является НМПЭ. Ниже в таблице приведены основные свойства НМПЭ [13].

Таблица - 2.

Основные показатели НМПЭ

№	Показатели	НМПЭ
1	Внешний вид	Мазеподобная жидкость
2	Цвет	от светло-жёлтого, серого и почти до бурого цвета
3	Температура плавления °С, в пределах	65-90
4	Массовая доля летучих, %	Не более 0,5

Хлор. При нормальных условиях хлор - жёлто-зелёный газ с удушающим запахом. Хлор заметно растворяется в воде ("хлорная вода"). При 20°С в одном объеме воды растворяется 2,3 объема хлора. Температура кипения = -34°С; температура плавления = -101°С, плотность (газ, н.у.) = 3,214 г/л.

Таблица - 3.

Основные физико-химические показатели хлора

Показатель	Значение
Температура плавления, °С	-100,5
Температура кипения, °С	-30,04
Критическое давление, Па	77,1·105
Плотность газа (при 0°С и 1,013·105 Па), кг/м^3	3,214
Плотность насыщенного пара (при 0°С и 3,664·105 Па), кг/м^3	12,08
Плотность твердого хлора (при -102°С), кг/м^3	1900
Удельный объем газа (при 0°С и 1,013·105 Па), м^3/кг	0,3116
Удельный объем насыщенного пара (при 0°С и 3,664·105 Па), м^3/кг	0,0828
Показатель преломления при 14°С	1,367
Удельная электропроводность при -70°С, См/м	10-18

Каустическая сода. Твердое неорганическое соединение белого цвета, с сильными основными свойствами. Сильное гигроскопичное вещество.

ISSN 3030-3907

Хорошо растворяется в воде, выделяя большое количество тепла. Химическая формула NaOH. Молекулярная масса M = 39,997 г/моль, плотность $d^{20}_4 = 2{,}13$ г/см^3, температура плавления $T_{плавл} = 323^0$C, температура кипения $T_{кип} = 1403^0$C. Соответствует требованиям ГОСТ 55064–2012.

Таблица -4.

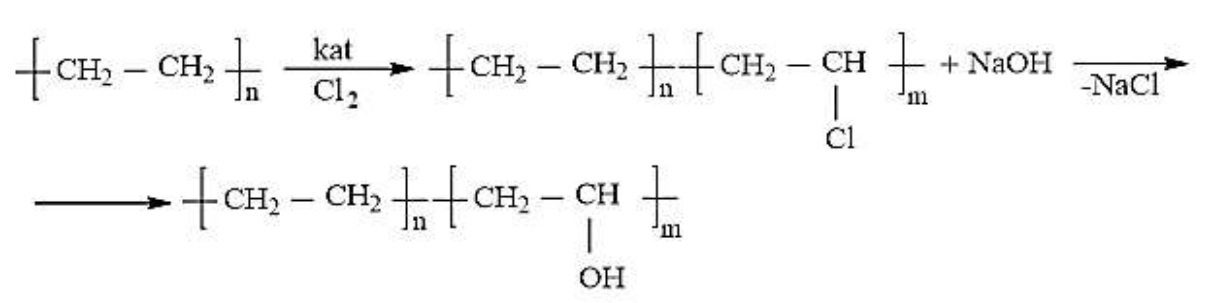
Основные физико-химические показатели соды каустической

Показатель	**Значение**
Химическая формула	NaOH
Молярная масса, г/моль	39.9971
Внешний вид	Белые, твердые (в чистом виде), непрозрачные кристаллы
Запах	без запаха
Плотность, г/см^3	2,13
Температура плавления	323°C (613°F; 596 K)
Температура кипения	1,388 ° C (2,530° F; 1,661 K)
Растворимость в воде, г/л	418 при (0°C) 1000 при (25°C) 3370 при (100°C)
Растворимость	растворим в глицерине, незначительно в аммиаке нерастворим в эфире медленно растворим в пропиленгликоле
Растворимость в метаноле, г/л	238
Растворимость в этаноле, г/л	<<139
Давление пара, кПа (при 20 °C)	<2,4

Получение пластификатора на основе низкомолекулярного полиэтилена. Низкомолекулярный или вторичный полиэтилен, который имеется в достаточных количествах в нашей стране, хлорируют газообразным хлором, в присутствии катализатора.

В колбе смешивали НМПЭ и растворитель, для получения 3% раствора полимера в толуоле. После интенсивного перемешивания при помощи механической мешалки, раствор помещали в трёхгорлую колбу, куда подавали газообразный хлор, катализатор и щёлочи. Продолжительность хлорирования около 8 часов. Следом получившийся продукт промывали от остатков и катализатора.

ISSN 3030-3907



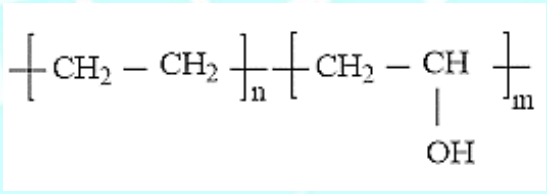
Во втором и следующих экспериментах меняли % состав раствора НМПЭ в толуоле. Важно отметить, что для переработки хлорированных материалов подходит типовое оборудование. Реакция хлорирования НМПЭ газообразным хлором протекает по следующему механизму:

Как видно, в начале реакции образуется продукт, в котором атомы водорода полиэтилена частично замещены атомами хлора. Тогда, когда после обработки щёлочью едкого натра на место хлора встаёт гидроксильная группа, образовывая спирт.

Получившийся продукт подвергали воздействию диметилтерефталата для придания образовавшемуся спирту свойств пластифицирования.

$$2R - OH + CH_3 - COO - C_6H_4 - COO - CH_3$$
$$\rightarrow R - OOC - C_6H_4 - COO - R + 2CH_3OH$$

Где R -



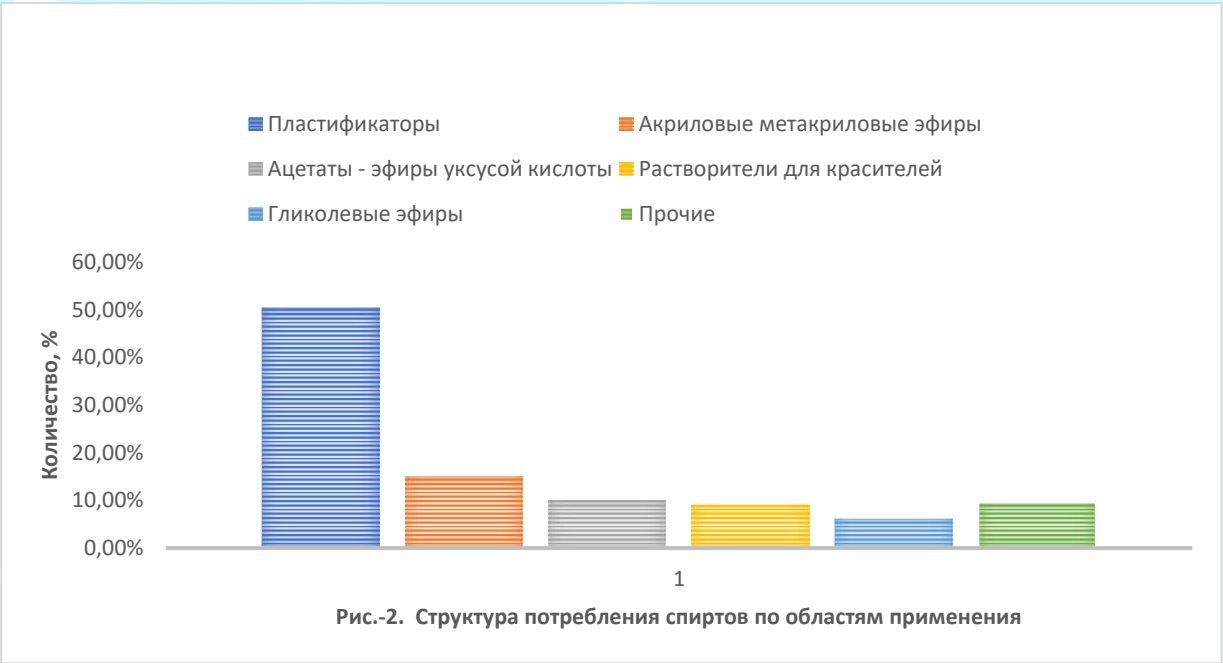


Рис.-2. Структура потребления спиртов по областям применения

Результаты и обсуждение Почти в 60% используемого эластичного ПВХ применяют пластификаторы общего назначения (ОН). Термин *общее*

ISSN 3030-3907

назначение используют для описания пластификаторов, которые могут найти широкое применение, обеспечивая баланс свойств, и обычно имеющих более низкую стоимость. В настоящее время пластификаторы ОН ограничиваются сложными эфирами фталевой кислоты, получаемыми из дешевых спиртов с разветвленной цепью — от изогептанола до изононанола. Свойства пластификаторов общего назначения можно получить и с помощью смесей сложных эфиров фталевой кислоты, таких как С7 или С8, с пластификатором более высокого качества, таким как диизононил фталат (ДИНФ) или диизодецил фталат (ДИДФ).

Пластификаторы для полимерных композиций – основная область применения спиртов, где используется более 50% от общего потребления.

В качестве пластификаторов наиболее часто используются эфиры диалкил орто-фталата. Спирты берутся из ряда от гексила (C_6) до тридеци- ла (C_{13}) и могут быть как линейными, так и разветвленными. Следует учитывать тот факт, что с увеличением степени разветвленности спирта, способность пластификатора к летучести и подверженности к окислению возрастает. Однако выдерживает низкие температуры в ПВХ имея при этом большее объемное удельное сопротивление в смесях ПВХ. Пластификатор, который принят в качестве промышленного стандарта общего назначения является диэтил-2-гексиловый эфир фталевой кислоты, известный как ДЭГФ или ДОФ. С его помощью сравнивают все остальные диалкилфталаты и пластификаторы ПВХ на фактор эффективности (ФЭ) [5; 62-73-с.].

Высшие спирты проявляют свои поверхностно-активные свойства в различных системах, в том числе жидкость-жидкость. Известно, что одна из задач, которую ставят перед парфюмерами при изготовлении помад, кремов и различных лосьонов, является внесение необходимых «добавок» в жировую основу. Фармакологи сталкиваются с той же проблемой при изготовлении мазей и препаратов на жировой основе. Между тем многие из этих «добавок», хорошо растворимые в воде, практически не растворяются в жирах - их смесь довольно быстро отшелушивается. Эта проблема решаема, сначала добавив в жировую основу определенное количество воды, в которой впоследствии растворятся «добавки». Здесь высшие жирные спирты действуют как специальные посредники. Вода в них также практически нерастворима, но если ее энергично смешать со спиртом, то она будет равномерно распределена по всему объему в виде мельчайших капелек. В то же время водолюбивые головки молекул ВЖС будут тонуть в каплях, разворачивая свои углеводородные хвосты

Основываясь на важности ВЖС в различных отраслях промышленности, будет целесообразно рассмотреть и сравнивать методы и

ISSN 3030-3907

сырье для их синтеза. Методы - наиболее распространенные в производстве физических свойств ВЖС, которые перечислены в таблице 3.4. Высшие спирты, в зависимости от способа их производства, делятся на природные и синтетические. Синтетические спирты получают синтезом нефтехимической продукции из парафинов и олефинов.

Таблица – 5.

Физические свойства основных жирных спиртов

Наименование спиртов	**Химическая формула**	**t плавл, °C**	**ρ, *г/см***	**состояние**
Лауриловый спирт	$C_{12}H_{25}OH$	24-27	0,8201	жидкий
Цетиловый спирт	$C_{16}H_{33}OH$	59-60	0,8120	твёрдый
Олеиловый спирт	$C_{18}H_{35}OH$	14– 19	0,8450	твёрдый
Стеариловый спирт	$C_{18}H_{37}OH$	59,80	0,8120	твёрдый
Мирициловый спирт	$C_{31}H_{63}OH$	85-85,5	0,7770	твёрдый

За рубежом ВЖС из нефтехимического сырья в основном производят оксосинтезом и алюминийорганическими методами. А в последнее время все шире применяется метод синтеза вторичных спиртов окислением парафинов в присутствии катализатора - борной кислоты. В работах ученых, посвященных получению ВЖС, важная роль отводится обогащению сырьевой базы для производства спиртов, а также улучшения их качества. Например, основным направлением совершенствования технологической схемы получения спиртов методом алюмоорганического синтеза было сокращение стадий процесса и увеличение выхода целевого продукта - наиболее ценных спиртов С12-С18 (до 60% или подробнее).

В странах ближнего зарубежья используется более десяти технологических приемов для производства спиртов С10-С18. И многие из них получили масштабное промышленное внедрение, а другие находятся в стадии проектирования. Эти методы синтеза включают:

- гидрирование метиловых эфиров ВЖС;
- прямое гидрирование ВЖС;
- прямое окисление парафина до вторичных спиртов;
- гидрирование природных жиров (жир кашалота).

Наиболее распространенным методом производства синтетических жирных спиртов является гидрирование жирных кислот и их сложных эфиров, альдегидов, масел и жиров. Для производства спиртов углеводородная фракция с температурой кипения также может служить сырьем 275-320°С.

ISSN 3030-3907

Гидрогенизация – есть целенаправленное изменение состава жиров и масел в жирнокислом соотношении, в результате реакции присоединения водорода по двойным связям ненасыщенных жирных кислот. К примеру, гидрогенизация линолевой ($C_{17}H_{31}COOH$) и линоленовой ($C_{17}H_{29}COOH$) жирных кислот до глицеридов олеиновой кислоты в несколько (от 10 до 15) раз увеличивает способность жиров к стойкости окислению кислородом воздуха[6; 172 - с.].

Скорость таких процессов обычно зависит от площади поверхности соприкосновения катализатора и исходного сырья.

Наряду с всё более нарастающим темпом производства полимеров, на предприятии образуется всё большее количество отходов. К примеру, только за 2020 год было продано 563 тонны низкомолекулярного полиэтилена [7; 8 - с].

Таким образом, является целесообразным, использование одного из отходов местного производства, и рассматривание его как основного сырья для получения ВЖС идущих на получение пластификаторов для ПВХ.

Важно отметить, что низкомолекулярный полиэтилен (НМПЭ) - отходы производства полиэтилена высокого давления.

Суспензию НМПЭ разделяли от твёрдой фазы методом центрифугирования с скоростью оборота 2900 об/сек. При таком методе твёрдая фракция осаждается быстрее. После центрифугирования проводили вторичную фильтрацию при помощи вакуум фильтра.

Разделённый таким образом низкомолекулярный полиэтилен имеет желтоватый цвет и содержит остаточное количество растворителей. Для дальнейшего его использования была необходима дополнительная очистка.

Для очистки использовали предварительно подготовленный 0,1 Н содовый раствор. Для этого в 450 гр. дистиллированной воды добавили 50 гр. Na_2CO_3. Уже в кипящий раствор вводили предварительно высушенный НМПЭ и обрабатывали в течении 1 часа. Смесь фильтровали методом горячего фильтрования. Промытый в содовом растворе НМПЭ в последствии ещё несколько раз промывали дистиллированной водой, фильтровали. Затем продукт укладывали на хлопчатобумажную ткань оставляли просушиться [11; 59-65-с.]. Для более полного исследования свойств продукта проводили ИК-спектроскопию, график которой представлен на рисунке 3.

ИК- полосы поглощения при (1473±1) и (1462±1) характеризуют важные, деформационные ножничные колебания цепей, соответствующие органическим соединениям.

На процесс гидрохлорирования влияют различные факторы, такие как температура, давление, а также катализатор, его природа и состояние.

ISSN 3030-3907

Многочисленные исследования, показали, что прямое гидрохлорирование НМПЭ в спирты, успешно можно провести катализаторах хлористого цинка. К сведению нужно принять, что здесь в зависимости от применяемого катализатора изменяются технологические параметры процесса, качество получаемого продукта, выход спиртов, а значит и экономические параметры процесса [10; 62-73-с.].

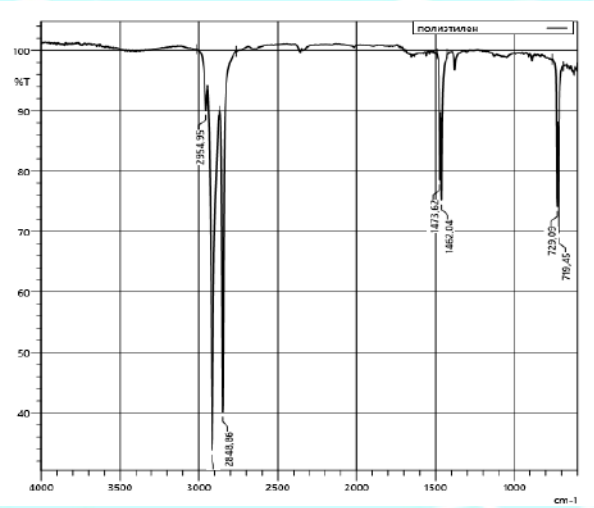


Рис. 3. График ИК-спектроскопии низкомолекулярного полиэтилена

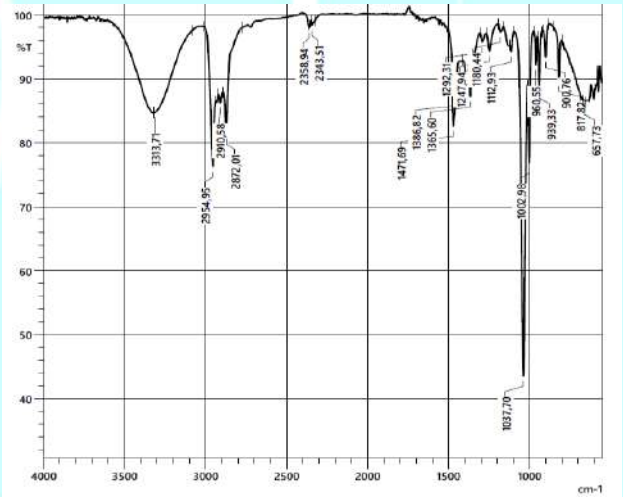


Рис. 4 .График ИК-спектроскопии образца, полученного хлорированием НМПЭ.

Выше приведён график ИК-спектроскопии образца, полученного хлорированием НМПЭ.

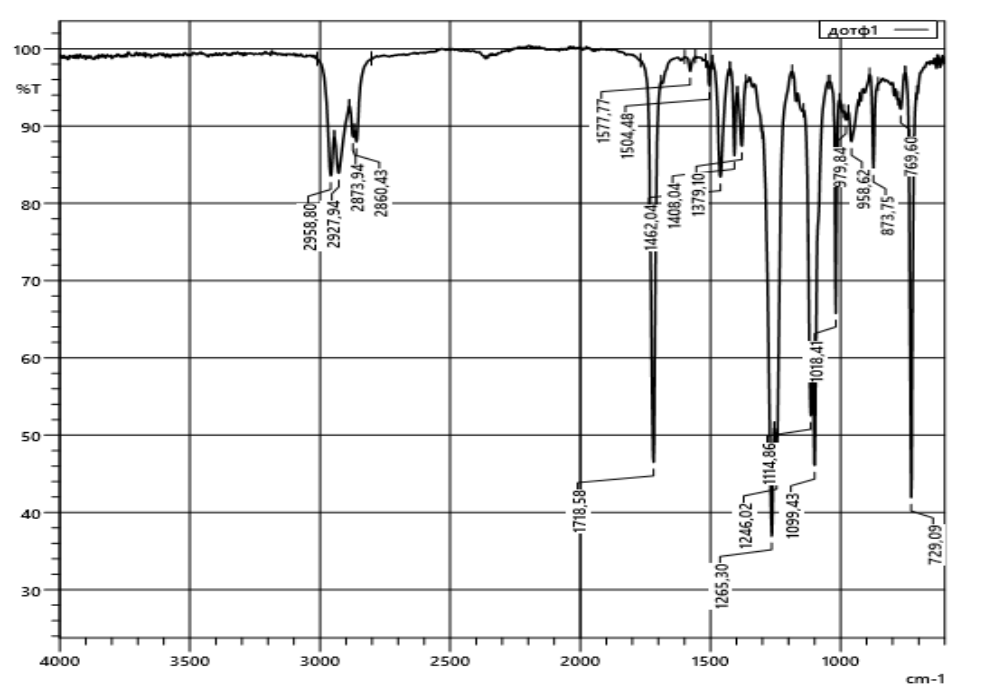


Рис. 5. График ИК-спектроскопии образца, полученного хлорированием НМПЭ, с последующей обработкой ДМТФ.

ISSN 3030-3907

Полоса поглощения в области 3313,71 $см^{-1}$, указывает на наличие гидроксильной группы в веществе. Что свидетельствует о наличии внутренних и межмолекулярных Н-связей в веществе.

Таблица - 6.

Количественные результаты эксперимента по синтезу пластификатора для ПВХ на основе НМПЭ

№	Раствор НМПЭ в толуоле	NaOH, гр	Катализатор (Хлористый цинк), %	Выход продукта
1	2,5	10	0,8	74,2
2	3	7	1	81,7
3	3	5	1,3	83,9
4	3,5	8	1,5	76,9
5	2	6	0,8	80,3
6	3,5	10	1,5	69,4

Как можно судить по таблице 6. оптимальным вариантом получения пластификатора на основе НМПЭ, является 3% НМПЭ в толуоле [11; 59-65-с.].

Высшие спирты, в настоящее время производятся в промышленных масштабах из олефинов в многоступенчатом процессе, который включает реакцию оксо- (гидрокарбонилирования) и последующие стадии гидрирования и разделения. Рынок ВЖС в настоящее время сильно зависит от цен на нефть. Расширение рынка пластификаторов, вероятно, ускорился бы, если бы были продемонстрированы превосходные характеристики и низкая стоимость продукции. Исходя из результатов исследования можно сказать, что производство жирных спиртов из вторичных продуктов нефти несомненно имеет экономическую эффективность и научную значимость [12; 16-с.].

Технологическая схема получения пластификатора на основе НМПЭ. Реакция хлорирования НМПЭ идет в водной фазе (рис.4.1.3.): НМПЭ из ёмкости с дозатором 1 поступает в реактор 3 вместе с растворителем, поступающим из ёмкости 2, где (в концентрации от 5 до 20 %) продукты смешиваются, предотвращая слипание полимера.

Следом раствор НМПЭ в толуоле попадает в реактор 6. Сюда же дозированно подается раствор щёлочи из ёмкости 4, катализатор из ёмкости 5, а также газообразный хлор. В реакторе поддерживается температура около 65-70^{0}С. Готовый продукт поступает в реактор 7, для смешивания с ДМТФ, следом полученный продукт идёт на промывку – 8, с целью удаления

ISSN 3030-3907

остатков растворителей и катализаторов, сушится -9 и упаковывается [12; 59-65-с.].

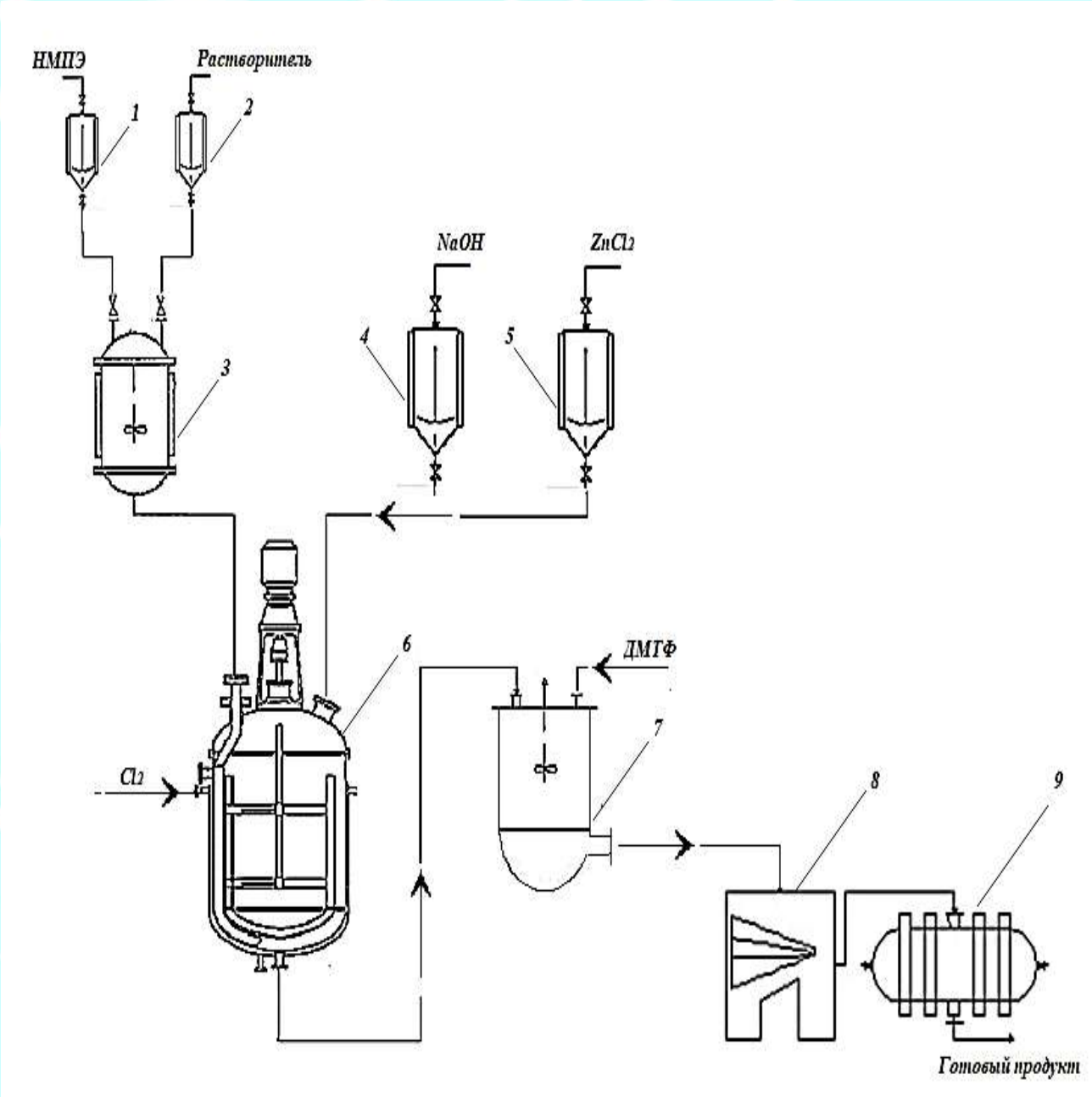


Рисунок – 6. Технологическая схема получения пластификатора на основе НМПЭ.

1- ёмкость для НМПЭ, 2- ёмкость для толуола, 3- реактор №1, 4- ёмкость для щёлочи, 5- ёмкость для катализатора, 6- реактор №2, 7- реактор №3, 8- промывочный аппарат, 9- сушка

Выводы. Анализ зарубежной литературы по производству органических добавок для композиций ПВХ, позволяет сделать вывод, что методы приведённые выше достаточно энергоёмки, требуют затрат значительного количества времени и имеют ряд недостатков, например, выход побочных продуктов, что подразумевает дополнительные затраты на

ISSN 3030-3907

очистку конечного продукта, наличие отходов, связанные с экономическими показателями производства и т.д.

Благодаря проведённым исследованиям по получению добавок для композицтий ПВХ:

были получены методика синтеза пластификатора для ПВХ композиций на основе НМПЭ, который является отходом Шуртанского ГХК;

- получена возможность использования низкомолекулярного ПЭ, который является одним из отходов Шуртанского ГХК в качестве пластификатора для ПВХ композиций;
- выявлены оптимальные параметры процессов хлорирования НМПЭ в присутствии катализатора;
- оптимальным вариантом получения пластификатора на основе НМПЭ, является 3% НМПЭ в толуоле;
- рекомендована технологическая схема получения пластификатора на основе вторичного НМПЭ;
- получены ИК спектры синтезированного образца.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журнал Химагрегат. "Навоиазот": строительство второй очереди завода поливинилхлорида, Раздел: Стратегии и госрегулирование, 01.09.2021 https://www.himagregat-info.ru/news/
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://president.uz/ru/lists/view/4262, 29.03.2021.
3. Jurate Miliute-Plepiene Anna Fråne Alexandra Maria Almasi, Overview of polyvinyl chloride (PVC) waste management practices in the Nordic countries, Cleaner Engineering and Technology, 4 (2021), p. 100-246
4. Zweifel, H., (Ed.), Plastics Additive Handbook, 5th ed. (2001) Carl Hanser Publishers. Munich., http://files.hanser.de/Files/Article/ARTK_IVZ_9783446408012_0001.pdf
5. Lutz, J. T. Jr., Grossman, R. R. (Eds.), Polymer Modifiers and Additives (2001) Marcel Dckker, New York.
6. Джордж Вайпич, Principles-of-thermal-degradation_2020_PVC-Degradation-and-Stabilization, Copyright © 2020 ChemTec Publishing.
7. Галеев Р.Р. Разработка поливинилхлоридных строительных материалов с использованием неорганических отходов: автореф. дис.канд. техн. наук / Р.Р. Галеев. – Казань., 2007.
8. Лакеев С.Н., Майданова И.О., Ишалина О.В., Основы производства пластификаторов, Учебное пособие, Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2015., Уфа: Изд-во УГНТУ, 2015. – 15

ISSN 3030-3907

9. Электронный ресурс. Справочник химика 21. Химия и химическая технология., [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.chem21.info/page/011138136234036102132014072129198126046073009149/
10. Индранил Чакраборти,Кошик Чаттерджи, Полимеры и композиты, полученные из касторового масла, как устойчивые материалы и разлагаемые биоматериалы: текущее состояние и новые тенденции, Biomacromolecules, Volume 21, Issue 12, 2020 , Страницы 4639-4662, https://www.sciencedirect.com/org/science/article/abs/pii/S152577972100917X
11. Юн Ху, Цзин Чжоу, Юфэн Ма, Ю Бэй, Фейлун Хуэ, Жимин Коуб, Юнхун Чжоу, Пуйо Цзя, Разветвленные пластификаторы, полученные из эвгенола посредством зеленой полимеризации для маломиграционных и внешне/внутренне пластифицированных поливинилхлоридных материалов., Арабский журнал химии, Том 15, Выпуск 12, декабрь 2022, 104-331, https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1878535222006475?via%3Dihub
12. ГОСТ 14332-78, Поливинилхлорид суспензионный, http://www.norm-load.ru/SNiP/Data1/19/19539/index.htm,
13. Нарзуллаева А.М., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Изучение синтеза пластификатора на основе отходов Шуртанского ГХК – НМПЭ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 10(103). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14405
14. ГОСТ ISO 37-2013, https://docs.cntd.ru/document/1200109864
15. Нарзуллаева А.М., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Использование высших жирных спиртов в качестве сырья для органических добавок к синтетической коже из поливинилхлорида и исследование методов их получения, Universum: технические науки: научный журнал. – № 5(86). Часть 4. М., Изд. «МЦНО», 2021. – С. 62. https://7universum.com/ru/tech/archive/category/586
16. Нарзуллаева А.М., Хужакулов К.Р., Фазилов С.Ф., Мавланов Б.А. – Изучение параметров процесса гидрогенизации жиров с целью получения высших жирных спиртов. ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2020, Т.24, №6. С.-172. https://uzjournals.edu.uz/ferpi/
17. Narzullaeva A.M., Khodzhakulov K.R., Fozilov S.F., Mavlanov B.A. Effective methods for producing higher fat al-cohols from low-molecular polyethylene and their importance in the chemical industry. Научно – технический журнал. Развитие науки и технологий. №6. Бухара. 2020.С.16. fantt_jurnal@umail.uz
18. Нарзуллаева А.М., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Определение упруго-прочностных свойств композиций ПВХ с применением металлсодержащего

ISSN 3030-3907

стабилизатора, Научно – технический журнал. Развитие науки и технологий. №5. Бухара., ноябрь, 2021. С.309. fantt_jurnal@umail.uz

19. Нарзуллаева А.М., Каримов М.У., Джалилов А.Т. Изучение синтеза пластификатора на основе отходов Шуртанского ГХК – НМПЭ // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2022. 10(103). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14405

ISSN 3030-3907

ОЛТИНТОҒ КОНИ КАОЛИНИНИ ҲЎЛ УСУЛДА БОЙИТИШ ВА УНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ ТАҲЛИЛИ НАТИЖАЛАРИ

Жуманов Ю.Қ.
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент ш. М.Улуғбек 77а,
Эминов А.А.
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент ш. М.Улуғбек 77а,
Эминов А.М.
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти, Тошкент ш. М.Улуғбек 77а,
E-mail: jumanovyusuf08811914@gmail.com

Аннотация: Олтинтоғ каолинини бойитиш усуллари ва бойитиш натижасида юқори глинозёмли каолин концентрати олиш мумкинлиги аниқланган. Олинган концентрат таркибида 34,0 мас.% дан юқори бўлган алюминий оксиди борлиги аниқланган. Биологик фаоллаштирилган ил таркибли бойитилган каолин ҳамда хлорид кислота билан қайнатиш ва автоклавлаш усули билан олинган бойитмалар таркибидаги темирни 1,5-2 баробар камайтириш мумкинлиги аниқланган.

Калит сўзлар: каолин, нам усулда бойитиш, суспензия, коагулянт, алюмосиликатлар, нафис керамика, қайнатиш, автоклавлаш, концентрат

Аннотация: Было обнаружено, что методы обогащения и обогащения алтынтауского каолина позволяют получить концентрат каолина с высоким содержанием глинозема. Содержание полученный концентрат содержит выше 34,0 мас.% оксида алюминия. Установлено, что содержание железа в обогащенном каолине, содержащем биологически активированный ил, а также в обогащениях, полученных методом кипячения и автоклавирования соляной кислотой, можно снизить в 1,5-2 раза.

Ключевые слова: каолин, методы мокрого обогащения, суспензия, коагулянт, алюмосиликаты, тонкая керамика, кипячения, автоклавирования концентрат.

Abstract: It was found that the methods of enrichment and beneficiation of Altyntau kaolin make it possible to obtain a kaolin concentrate with a high alumina content. The resulting concentrate contains more than 34.0 wt.% aluminum oxide. It has been established that the iron content in enriched kaolin containing biologically activated sludge, as well as in enrichments obtained by boiling and autoclaving with hydrochloric acid, can be reduced by 1.5-2 times

Keywords: kaolin, wet enrichment methods, suspension, coagulant, aluminosilicates, fine ceramics, boiling, autoclaving, concentrate**.**

Кириш

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2022 йил 28 январдаги ПФ-60 сонли «2022-2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистон Тараққиёт Стратегиясида ноанъанвий норуда хомашё ресурсларини жалб қилган ҳолда хомашё базасини кенгайтириш, “Яшил иқтисодиёт” доирасида чиқиндисиз технологияларни ишлаб чиқиш ва жорий этиш» Фармонида белгиланган 2019 йил 23 майдаги ПҚ-4335-сонли Қарорининг 3-илова (2019-2021 йилларда қурилиш материаллари саноати соҳасида амалга ошириладиган истиқболли лойиҳаларнинг йиғма кўрсаткичлари) ва 5-иловаларига (четдан келтириладиган хомашё турларининг рўйхати) мувофиқ, Республикамизда бир қатор ишлаб чиқариш корхоналари мавжуд бўлишига қарамасдан, айрим турдаги керамика маҳсулотлари ва хомашёларни чет эллардан валюта ҳисобига келтирилишини назарда тутиб, мамлакатимизнинг ички имкониятларидан тўлиқ фойдаланиш вазифа қилиб қўйилди [1]. Ўзбекистон Республикасининг асосий саноат худудларидан бири бўлган Навоий вилоятида геологик қидирув натижаларида гилсимон хомашё ресурсларидан 77 та бентонит ва бентонитсимон гиллар ҳамда 18 та каолин конлари ўзлаштирилган, ҳамда уларнинг заҳиралари, инфратузилмалари аниқланган [2]. Маълумки, гилсимон хомашё жинслари етарлича физик-техник ва технологик хоссаларга эга бўлганлиги сабабли турли хил саноат соҳаларида ишлаб чиқаришда кенг қўлланилади. Улардан қурилиш керамикаси, санитария буюмлари, дағал ва нафис керамик маҳсулотлар, цемент ишлаб чиқаришда, қоғоз, резиналар ва ҳ.к. олишда кенг фойдаланилади [3].

Гилли компонент сифатида нафис керамик материаллар олишда каолинлар ишлатилади ҳамда уларни бойитиш талаб этилади. Каолинлар асосан ҳўл усулда, майдаланган каолинни сувли электролитга қўшиб, қорғичга туширилади. Электролитлар бойитиш жараёнини жадаллаштиради, каолин суспензиясининг зичлиги ошишига ёрдам беради, сув сарфини 4-5 марта камайтиради, каолин заррачаларини қўшимчалардан тозалаш шароитини яхшилайди. Қум ва бошқа тошли қўшимчаларни чўкиши содир бўлади. Суспензия қорғичдан тўкувчи жўмрак орқали тўкилади, тошли қаттиқ заррачаларнинг чўкиш баландлигини ҳисобга олиб қорғич тубидан тўкувчи жўмрак юқорироқ жойлаштирилади. Чанга коагуляторли қўшимчалар (оҳак сути, полиакриламид ва бошқалар) каолин заррачаларини йириклаштириш учун қўшилади. Суспензия қисман сувсизлантиришга чандан насос орқали, фильтрлашга (1МПа босимда ва 5 минут давомида фильтрланади) берилади. Сўнгра доначалар майдаланади ва қуритувчи барабанга юборилади. Қуритувчи барабанга кирувчи иссиқлик 800-900^{0}С ва чиқувчи иссиқлик 100-150^{o}С ташкил этади. Қуритилган каолин қопларда

ISSN 3030-3907

солинади ва тайёр маҳсулотлар омборига жўнатилади. Бу усулнинг асосий камчилиги оҳак сути коагулятор сифатида қўшилганда барқарор хусусиятли каолинни олишни қийинлаштиради, шу сабабли қуйилаётган шликер яъни қуйилаётган масса хусусиятини ёмонлаштиради [3].

Услублар ва материаллар. Олтинтоғ конлари каолинларига кимёвий ишлов берилганда юз берадиган физик-кимёвий жараёнларни, минералларнинг кристалл фазаларни тадқиқ этишда кимёвий ҳамда рентгенофазавий таҳлил усулларидан фойдаланилди.

Фазаларга тегишли бўлган текисликлараро масофани (d, нм) аниқлашларда бир қатор муаллифлар томонидан тузилган жадвал [4] ва қўлланмалардан [5], ҳамда кукун ҳолатидаги моддаларни рентген таҳлили бўйича тузилган халқаро картотекалардан [6] фойдаланилди.

Тадқиқ этилаётган каолин намуналарининг дифракцион чизиқларини олиш учун фазавий таркиблари XRD-6100 (Shimadzu, Япония)қурилмасида рентгенографик таҳлил қилиниб, натижалар компьютер ёрдамида қайд этилди. Нурлантиришда рентген мис трубкаси(CuK_α) ва никели фильтрлар (β-фильтр Ni)қўлланилди.

Материалларни дифференциал-термик таҳлили фойдаланиш қулайлиги таъминланган ва ишончли, юқори иш кўрсаткичларига эга Labcyc™ Evo серияли қурилмаларда амалга оширилган. ATD va ДSC конверторларига уланадиган термогравиметрик тарозилар (TG) ёрдамида энтальпия ва масса ўзгариши тезлиги, масса ўзгариши, ҳарорат ўзгариши бир вақтда ўлчаш орқали амалга оширилади [7,8].

Олинган натижалар ва уларнинг муҳокамаси. Навоий вилояти худудида жойлашган Олтинтоғ каолин конлари жинсларидан намуналар олиниб, кимёвий таркиби таҳлил қилинди ва олинган натижалар 1-жадвалда келтирилди.

1-Жадвал

Фойдаланилган каолинларнинг кимёвий таҳлил натижалари

Хомашё номи	Оксидларнинг миқдори, мас.%										к.й. мас. %
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	TiO_2	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	SO_3 умум.	
Олтинтоғ-1	54,01	26,31	0,88	0,29	0,340	0,50	4,21	1,52	0,29	0,21	12,06
Олтинтоғ-2	58,55	20,10	1,94	0,12	0,301	1,71	3,20	2,44	2,69	1,04	7,95

Бойитиш жараёнининг самарадорлиги таркибдаги Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O_3, FeO миқдорлари билан баҳоланади. Каолинларни бойитишда коагулянт сифатида, $Ca(OH)_2$, $CaCl_2$, КМЦ- Карбоксиметилцеллюлоза ва

ISSN 3030-3907

ПАА-полиакриламидлардан фойдаланиш мумкин [9]. Биз КМЦ ва ПАА коагулянтларидан фойдаландик, бу жарёнларни қуйидаги тажрибаларда амалга оширдик:

1-тажриба: КМЦ билан 1кг майдаланган каолин намунаси олинди ва унга 3 л сув солинди ва 40 мл 1% ли суюқ шиша ва 90 мл 1%ли КМЦ нинг сувли эритмалари солинди ва шиша куракчали (мешалкага) қорғичга қўйилди ва суспензия тешикчалари 1мм ли бўлган элакдан ўтказилди. Сўнгра 0,16 мм ли элакда эланди. Суюқ фаза 0,05 мм ли элакдаги қолдиқ ажратиб олинди. Фракцион таркиби қуйидагича бўлди: >1мм-165гр; 1-0,1мм-165гр; 0,1-0,05мм-35гр.

Қуритиш шкафида: 615 гр каолин концентрати олинди. Умумий массаси: 615+365=980 гр.1000-980=20 грамм фойдали компонент йўқотилди.

2-тажриба: 1 кг хомашё намунаси ҳавончада майдаланди. Сўнгра 3 л сув қўшилди олинган суспензияга 40 мл 1% ли суюқ шиша қўшилди ва 1% ли 25 мл ПАА эритмаси қўшилди, сўнгра 30 мин мобайнида куракчали (пропеллерли) аралаштиргичга қўйилди. Сўнгра кетма-кет 1мм, 0,1мм, 0,05мм ли элаклардан ўтказилди. Фракцион таркиби мос равишда: >1,0-195гр; 1,0 -0,1 мм-210гр; 0,1-0,05мм-30 граммни ташкил этди.

Қуритиш шкафида 560 гр бойитма олинди. Бунда 5 гр хомашё намунаси йўқотилди. Бойитилган каолин намуналарнинг кимёвий таркиби 3-жадвалда келтирилган.

3-Жадвал

Бойитилган каолинларнинг кимёвий таркиби

Хомашё номи	Кимёвий таркиби, масс. %						
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	к.й.
Каолин+КМЦ	44,49	34,50	2,39	1,4	0,4	0,37	14,10
Каолин+ПАА	44,77	33,91	1,98	0,55	0,44	-	14,88
Коагулянтсиз	45,12	34,40	1,92	1,2	0,35	0,3	14,20

Бойитилган каолин намуналарининг тўкма оғирлиги ҳамда зичлиги амалдаги стандартлар [10,11] бўйича аниқланди.

4-жадвал

Бойитилган каолин намунасининг хоссалари

Кўрсаткичлари	Ўлчов бирлиги	Каогулянтсиз	КМЦ билан	ПАА билан
Тўкма оғирлиги	кг/м^3	700	667	690
Зичлик	кг/м^3	2443	2400	2447

Экологик самарадор ва технологик хавфсиз бўлган усул микробиологик усул ҳисобланади. Микробиологик усул кислоталик муҳитда микроблар ёрдамида темир оксидларини қуйи оксидларга ўтказиш йўли билан уларни чўктириб ажратиб олишга асосланади. Бунда биз «Навоиазот»

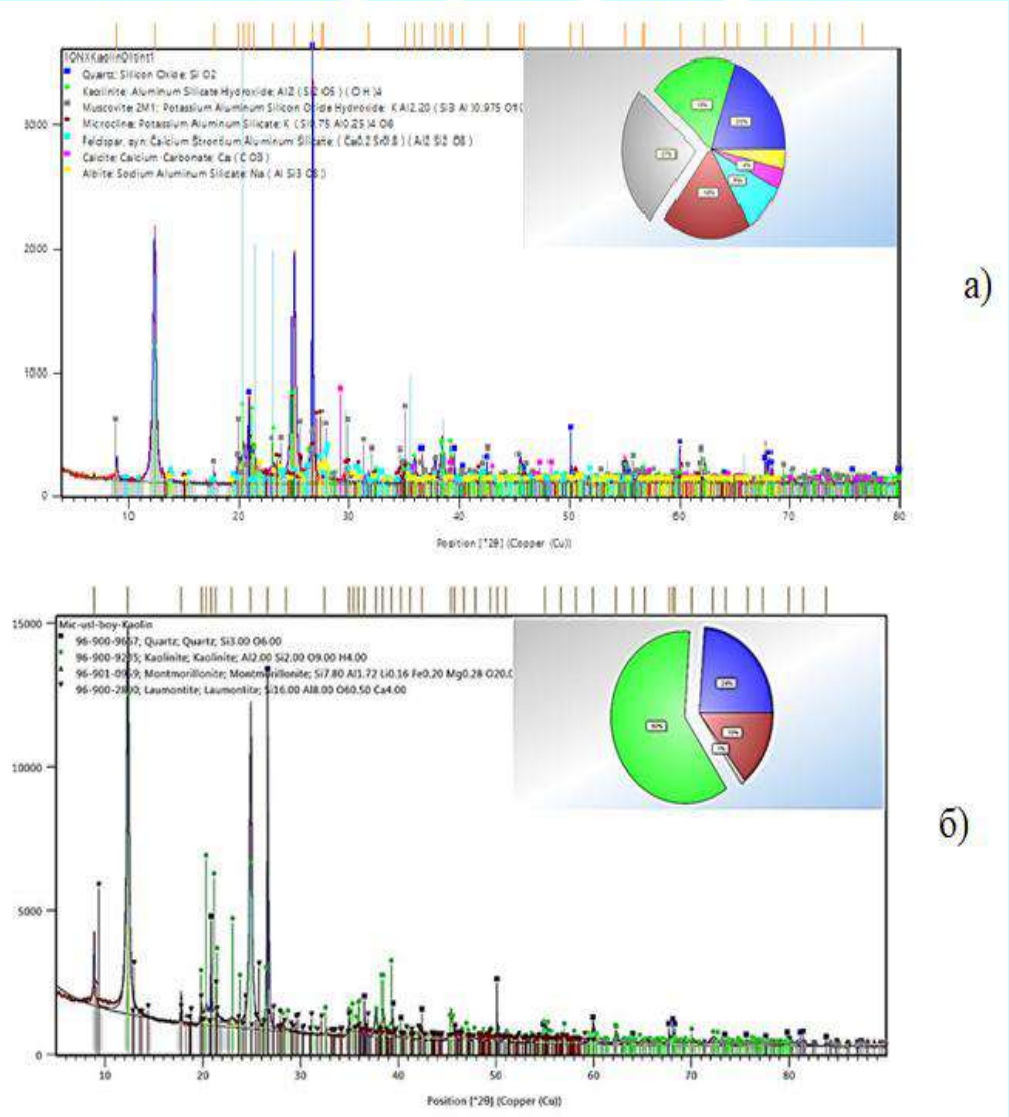
ISSN 3030-3907

АЖ да мавжуд бўлган, оқова сувларни микробиологик тозалаш 56-цехидан микробли сувни олдик. Сўнгра каолинли намуналарга 1:3 кукун:суюқлик нисбатида суспензия қилиш натижасида идишга аквариумнинг ҳаво берувчи қурилмаси ёрдамида 1 ҳафта, 10 кун мобайнида қўйилди ва олинган бойитмаларимиз тадқиқ этилди.

Олинган 1-КМЦ, 2-ПАА, 3-каогулянтсиз бойитилган каолин намуналари тенг миқдордаги 500 мл 10%ли HCl кислотаси 50гр ли каолин намуналарига бўлиб, ММ-3 пульпа магнитли аралаштиргичда қайта ишланди. ММ-3 магнитли аралаштиргичда max-80^0C га қадар 3-соат мобайнида ишланди. Бунда 250мл ли конуссимон колбага 50 гр каолин намунаси 125 гр 10%ли HCl кислота цилиндрли идишда аралаштирилиб солинди. Сўнгра колбанинг оғзи қарама қарши совитувчи совитгичга уланди ва 3-соат мобайнида магнитли аралаштиргичда аралаштириб туриши назорат қилиб турилди. Олинган суспензияларни “Бельтинг” маркали материал ёрдамида фильтрланди. Таркибда кислота қолдиғи қолмаслиги учун яхшилаб, токи $AgNO_3$ эритмаси рангсизлангунича сув билан қолдиқ ювилди.

Қуйидаги 1а-расм ва 1б-расмларда β-кварц минералига мос келувчи дифракция чизиқлари d=0,425; 0,335; 0,246 0,228; 0,224; 0,1978; 0,1818; 0,1671; 0,154 нм, каолинит минералига эса 0,714; 0,720; 0,434; 0,357; 0,256; 0,252; 0,249;0,234; 0,199 нм мос келувчи дифракция чизиқларининг юзага келиши аниқланди. Бундан ташқари кам жадалликдаги чўққилар слюда, кальцит, апатит, гидрослюда-монтмориллонит кўринишидаги қўшқатламлардан иборат. Олтинтоғ каолини намунаси рентгенограммасидан кўриниб турибдики, каолин бойитилгандан сўнг, гилли минералларнинг фоиз улушини ортиши билан изоҳланади 1б)-расм.

ISSN 3030-3907

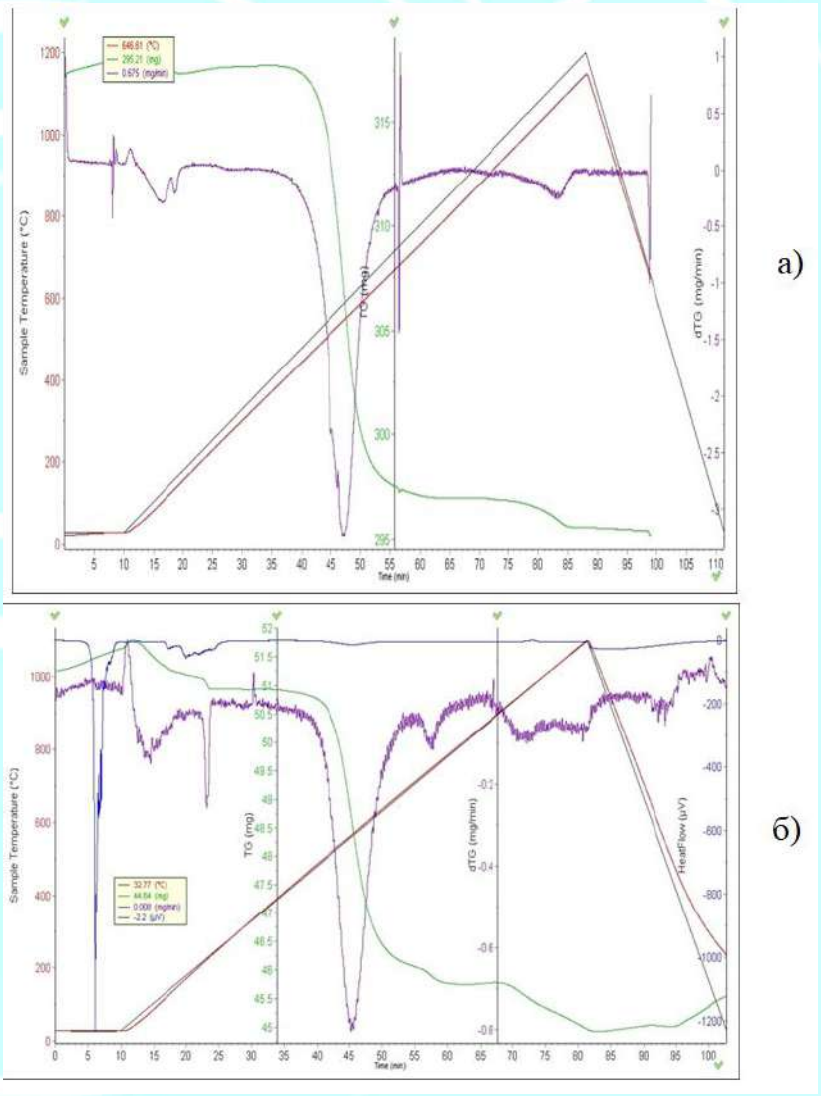


1-Расм. Табиий(а) ва микробиологик (б) усулда бойитилган Олтинтоғ каолин кони намуналарининг рентгенограммалари

2-а),б) расмлардаги термограмма каолинит минерали учун характерли кўринишга эга. Намуна юзасидаги адсорбцияланган сув зарраллари, 60-120°C ҳарорат давомида охиригача қурийди. Қатламлар орасидаги сув 430-600°C ҳароратда йўқолади. Юқори чуқурликдаги эндотермик эффект 495-640°C ҳарорат оралиғида каолинит минералининг дегидратцияси жараёни натижасидаги сувнинг йўқолишидир, 910-1070°C ҳарорат оралиғидаги юзага келган экзотермик эффект, каолинит таркибидаги аморф бирикмалардан муллит минерали кристалл фазасини шаклланиши боғлиқ эканлиги аниқланди. Бундан ташқари каолин таркибидаги қуйидаги минераллардан – каолинит ($Al_4[Si_4O_{10}](OH)_8$), монтмориллонит $(Na,Ca)_{0,33}(Al,Mg)_2(Si_4O_{10})(OH)_2 \cdot nH_2O$), гидрослюда (иллит ($R^+R^{3+}[AlSi_3O_{10}](OH)_2$, R^+-K,Na,Ca; R^{3+}-Al,Ti, вермикулит $(Mg^{+2},Fe^{+2},Fe^{+3})_3[(Al,Si)_4O_{10}]\cdot(OH)_2\cdot 4H_2O$), глауконит $(K_{>1,00}(R^{3+}{}_{1,33}R^{2+}{}_{0,67})_{2,00}[(Si_{3,67}A1_{0,33})_{4,00}O_{10}](OH)_2$, R^{3+} - Fe,Al; R^{2+} - Fe, Mg) ҳам

ISSN 3030-3907

кристаллизация сувларининг термик ишлов бериш натижасида йўқотилиши аниқланди.



2-Расм. Табиий а) ва бойитилган б)Олтинтоғ каолин кони намунаси дериватограммалари

Хулоса. Олтинтоғ каолин кони намунасини физик-кимёвий таҳлил ёрдамида комплекс ўрганиш натижасида, унинг таркиби асосан каолинит, мусковит, монтмориллонит ва гидрослюда минералларидан ташкил топганлиги аникланди. Табиий шароитда юкори дисперсликка эга бўлгани учун осон бойитилиши ва кислота билан ишлов берилганда темир оксидининг сезиларли даражада камайганлиги аникланди. Ҳўл усулда бойитиш натижасида концентрат таркибида алюминий оксидининг миқдори 34,0 мас.% дан кўп бўлишига эришилди. Таъкидлаш лозимки, ушбу каолин концентратини юқори сифатли нафис керамика буюмлари ва оловбардошлиги 1700ºС дан кам бўлмаган алюмосиликатли керамика буюмлари олиш учун тавсия этиш мумкин.

ISSN 3030-3907

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. 2022 — 2026 йилларга мўлжалланган Янги Ўзбекистоннинг тараққиёт стратегияси тўғрисида 2022-йил 28-январдаги ПФ-60-сонли Қарори.
2. Обоснование основных направлений геологоразведочных работ на нерудные полезные ископаемые Бухарской и Навоийской областей с учетом потребностей национального хозяйства и импортозамещения. Отчет ИМР Гос.Ком. Геология РУз по теме № 660 за 2003-2005 гг.
3. Щербаков А.А., Солодкий Н.Ф., Викторов В.В., Жестков В.М., Сериков А.С., Клепиков М.С. Физико-химические исследования глин Нижнеувельского месторождения. Вестник ЮУрГУ, №33, 2011г. Стр.86-89.
4. Зырянова Л.А. Минералогические таблицы. Томск 2015г.68 с.
5. Ковба П.М., Трунов В.К. Рентгенофазовый анализ-М.: МГУ, 1976-232с
6. ASTM-X-Ray Powder Difraction Date File American Society for Testing and Materials., Fhilodelphia, Pa, 1988
7. Берг Л.Г. Введение в термографию. М.: Наука.- 1969.-208 с.
8. Топор Н.Д. Дифференциально-термический и термовесовой анализ минералов. М.: Недра.- 1964.- 214с
9. Stroitelstvo-new. ru . Обогащение каолина мокрым и сухим способом.
10. ГОСТ 19609.17-89 Каолин обогащенный. Метод определения насыпной массы
11. ГОСТ 19609.18-89 Каолин обогащенный. Метод определения плотности

ISSN 3030-3907

PREDICTIVE MAINTENANCE FOR WATER PUMP UNITS: AI-DRIVEN VIBRATION DATA ANALYSIS AND REMAINING USEFUL LIFE PREDICTION

Adilov Ozodbek Komiljon o‘g‘li
TIIAME National Research University
Email: zdbkadilov97@gmail.com
Ergashev Rustam Rakhimovich
TIIAME National Research University

Annotation: Water pumps are an integral part of industrial and municipal infrastructure, and their reliable and uninterrupted operation is important in terms of production, energy efficiency, and service stability. Sudden failure of pumps leads to stoppage of the production process, high repair costs, and negative safety consequences. This article describes in detail the methodology for predicting the remaining useful life (RUL) of water pumps using vibration data collection, signal processing, and advanced machine learning models. The purpose of the study is to optimize maintenance planning by increasing the accuracy of the RUL in practical industrial conditions, reducing economic and safety risks arising from failures, and increasing the efficiency of pump operation.

Keywords: water pumps, predictive maintenance, vibration analysis, remaining service life (RUL), artificial intelligence, IoT, signal processing, time series models.

Аннотация: Водяные насосы являются неотъемлемой частью промышленной и коммунальной инфраструктуры, и их надежная и бесперебойная работа важна для производительности, энергоэффективности и стабильности работы. Внезапный отказ насосов приводит к остановке производственного процесса, высоким затратам на ремонт и негативным последствиям для безопасности. В данной статье подробно описана методология прогнозирования остаточного срока службы (ОСС) водяных насосов с использованием сбора данных о вибрации, обработки сигналов и современных моделей машинного обучения. Цель исследования — оптимизировать планирование технического обслуживания за счет повышения точности ОСС в реальных промышленных условиях, снижения экономических и эксплуатационных рисков, возникающих из-за отказов, и повышения эффективности эксплуатации насосов.

Ключевые слова: водяные насосы, предиктивное обслуживание, анализ вибрации, остаточный срок службы (ОСС), искусственный интеллект, Интернет вещей, обработка сигналов, модели временных рядов.

Annotatsiya: Suv nasoslari sanoat va kommunal infratuzilmaning ajralmas qismi bo‘lib, ularning ishonchli va uzluksiz ishlashi ishlab chiqarish, energiya

ISSN 3030-3907

samaradorligi va xizmat ko‘rsatish barqarorligi nuqtai nazaridan muhimdir. Nasoslarning to‘satdan ishdan chiqishi ishlab chiqarish jarayonining to‘xtatilishiga, yuqori ta'mirlash xarajatlariga va salbiy xavfsizlik oqibatlariga olib keladi. Ushbu maqolada tebranish ma'lumotlarini yig‘ish, signallarni qayta ishlash va ilg‘or mashinani o‘rganish modellari yordamida suv nasoslarining qolgan foydali muddatini (RUL) bashorat qilish metodologiyasi batafsil tavsiflanadi. Tadqiqotning maqsadi - amaliy sanoat sharoitida RULning aniqligini oshirish, nosozliklar natijasida yuzaga keladigan iqtisodiy va xavfsizlik xavflarini kamaytirish va nasosning ishlashi samaradorligini oshirish orqali texnik xizmat ko‘rsatishni rejalashtirishni optimallashtirish.

Kalit so‘zlar: suv nasoslari, bashoratli texnik xizmat ko‘rsatish, tebranish tahlili, qolgan xizmat muddati (RUL), sun'iy intellekt, IoT, signalni qayta ishlash, vaqt seriyasi modellari.

Introduction.

Water pumps are strategic equipment that ensures uninterrupted operation in industries such as production, energy, utilities, and agriculture. Traditional - reactive and preventive - maintenance approaches are characterized by limited efficiency and excessive resource consumption. In recent years, as a result of the development of IoT sensors, unlimited data collection capabilities, and artificial intelligence (AI) methods, the practice of predictive maintenance has become widespread. Vibration signals very sensitively reflect the mechanical state of the pump and are one of the most useful monitoring parameters for early detection of malfunctions.

Their operation directly affects many technological operations, such as cooling, liquid supply, and pressure maintenance; therefore, failures in pumps can lead to serious disruptions not only at the level of individual equipment, but also in the entire production chain and safety systems. Sudden failure of pumps leads to a decrease in revenue from production, additional damage to equipment, an increase in emergency repair costs, and sometimes to situations that pose a threat to the environment and human life. Therefore, constant monitoring of the technical condition of pumps and early detection of malfunctions is a priority task from the point of view of ensuring production efficiency and safety.

Traditional maintenance strategies - reactive and preventive approaches - often do not yield sufficient effectiveness. The main problem with reactive services is the need to intervene only after a malfunction occurs, which leads to an unexpected shutdown of production. The preventive service does not take into account the actual condition of the device, since it is carried out according to the established schedule; as a result, unnecessary replacements and unnecessary

ISSN 3030-3907

expenses arise. These approaches lead to inefficient use of resources, waste of working time, and incomplete compliance with safety and reliability requirements.

In order to eliminate these limitations, a predictive maintenance approach has appeared. This approach is based on continuous sensory monitoring of the device's state, analysis of collected large amounts of data, and early detection of malfunctions and prediction of the remaining service life using machine learning. Data obtained through the IoT infrastructure reflects the real operating conditions of the pump, making traditional scheduled maintenance significantly more efficient. Artificial intelligence algorithms are capable of detecting complex, time-dependent patterns between parameters such as vibration, flow, pressure, and temperature, thereby allowing measures to be taken before the occurrence of a malfunction.

Literature review. Scientific literature on vibration diagnostics and technical condition monitoring emphasizes that vibration signals in rotating mechanical equipment, such as water pumps, are the main indicator of malfunctions. In previous studies, bearing wear, rotor imbalance, cavitation, and impeller damage of pumps were studied as mechanical processes determined by vibrational changes. In signal processing methods, time domain properties (RMS, kurtosis, crest factor), FFT analysis in the frequency domain, and time-frequency methods, in particular Wavelet Transform, are mentioned as the most commonly used approaches for detecting the initial stage of failures.

Scientific works devoted to AI-based forecasting show the predominance of deep learning models for RUL (Remaining Useful Life) forecasting. It was noted that LSTM and GRU gave high results in determining internal relationships in time series, while CNN was effective in automatically separating the spectral characteristics of vibration signals, and observations confirmed that the accuracy of models combined with LSTM is even higher. While classical models such as Random Forest and XGBoost have been noted to operate steadily with little data, the advantages of deep learning architectures in analyzing non-stationary signals are widely recognized.

Analysis of the literature shows that in many studies, the data were collected in laboratory conditions or focused only on one type of malfunction. Therefore, there is a gap in the creation of a flexible, multi-sensor, and generalized RUL model for the real industrial environment. This research is scientifically new precisely because it is aimed at filling this gap.

Research results. The practical effectiveness of the AI model developed in this section was assessed based on real or simulated pump vibration data. First of all, in the dataset, the vibrational state of the pump, changing over time, was analyzed, and it was shown that an increase in signal intensity or anomalies are

ISSN 3030-3907

associated with mechanical aging processes. The values of the remaining service life (RUL) calculated by the model, when compared with the actual operating cycles, were represented by graphs of how accurately or deviantly the forecast has over time.

The LSTM model provided stable RUL predictions with good traceability of the signal's time dependencies; CNN-LSTM quickly adapted to dynamic changes due to its in-depth study of spectral properties and showed high results in detecting complex vibrational patterns.

While the XGBoost, considered a classical model, performed well in some stationary conditions, it lagged behind in-depth learning models in fuzzy or sharply varying vibration signals.

Experimental results showed that the AI model is effective for timely monitoring of the pump's state and precise prediction of the RUL, and changes in the forecast as the vibration intensity increases correspond to the process of technical wear and tear. The effectiveness of the model's operation provided not only the possibility of preliminary detection of malfunctions, but also reliable prognostic data necessary for optimal maintenance planning.

Discussion. The obtained results confirm the effectiveness of the approach based on artificial intelligence for the implementation of predictive maintenance of water pumps. The model reliably reflects the internal dynamics of the mechanical wear process by detecting subtle changes in vibration signals and stably predicting the remaining service life of the pump. The high accuracy of LSTM and CNN-LSTM architectures demonstrates their ability to effectively study temporal dependencies and spectral characteristics, which provides an important advantage for understanding complex vibrational patterns arising in real industrial conditions. The stable result of the model in various work cycles increases the possibility of its use as a continuous monitoring system at industrial enterprises.

At the same time, there are a number of limitations in the practical application of the research. The quality and correct installation of vibration sensors is a decisive factor for data reliability; noisy or uncalibrated signals can reduce model performance. In some cases, the lack of data or low recurrence of failures makes it difficult to fully train the AI model, which increases the need for large datasets collected in various conditions. Additionally, the integration of models into the production process requires IT infrastructure, continuous sensor technologies, and real-time monitoring systems, which can lead to additional costs for some enterprises.

The results of the discussion show that the built AI model has high practical significance for optimizing the maintenance strategy, reducing the risk of accidents, and minimizing operating costs. However, to fully benefit from the

ISSN 3030-3907

system, the quality of sensors, continuous data collection, and regular calibration of the model in accordance with industrial conditions are necessary. These aspects are noted as the main factors for the successful application of forecast maintenance in the context of the real industry.

This study showed the important role of artificial intelligence in the effective organization of predictive maintenance of water pumps. Scientific experiments have confirmed the possibility of constant monitoring of the technical condition of the pump, identifying the first signs of malfunctions, and reliably predicting the remaining service life (RUL) by analyzing vibration data. The high accuracy of deep learning models such as LSTM and CNN-LSTM demonstrates that the AI approach is an effective tool based on a deep understanding of mechanical processes. This distinguishes itself as a more economical, safe method that serves to ensure the continuity of the production process compared to traditional preventive approaches.

The economic advantage of predictive maintenance is manifested in the possibility of reducing the risk of production downtime, optimizing the consumption of spare parts, and accurately planning maintenance costs. At the same time, the increased reliability of the method and the prevention of accidents create an additional advantage for industrial enterprises, since vibration analysis, together with real-time monitoring, allows for the early detection of instabilities arising during the operation of pumps.

In conclusion, there are several important areas for further research. Firstly, the formation of a larger and more diverse dataset can increase the generalizability of the AI model. Secondly, by integrating pressure, temperature, flow, and acoustic sensors in addition to vibration, it is possible to obtain more accurate forecasts based on multimodal data. Thirdly, it is necessary to develop additional algorithmic approaches to working with class imbalances, noise signals, and incomplete data encountered in real industrial conditions. Finally, testing the model as a pilot project in a production environment will help to fully assess the possibilities of its practical application.

REFERENCES:

1. Lei, Y., Li, N., Guo, L., Li, N., Yan, T., & Lin, J. (2018). Machinery health prognostics: A systematic review from data acquisition to RUL prediction. Mechanical Systems and Signal Processing, 104, 799-834.
2. Sikorska, J. Z., Hodkiewicz, M., & Ma, L. (2011). Prognostic modeling options for remaining useful life estimation by industry. Mechanical Systems and Signal Processing, 25(5), 1803-1836.

ISSN 3030-3907

3. Widodo, A., & Yang, B.-S. (2007). Support vector machine in machine condition monitoring and fault diagnosis. Mechanical Systems and Signal Processing, 21(6), 2560-2574.
4. Lu, Y., & Cecil, J. (2016). A review of sensor-based prognostics and health monitoring for manufacturing equipment. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 84, 1–15.
5. Zhao, R., Yan, R., Chen, Z., Mao, K., Wang, P., & Gao, R. X. (2019). Deep learning and its applications to machine health monitoring. Mechanical Systems and Signal Processing, 115, 213-237.

ISSN 3030-3907

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF DISPERSED GRANULAR PARTICLES ON THE HEAT EXCHANGE PROCESS IN A HEAT EXCHANGER

Nigmatjonov Samugjon Karimjonovich
Associate Professor, Tashkent Institute of Chemical Technologies
Sheraliyeva Ozoda Anvarovna
Associate Professor, Department of Technological Processes and Equipment Design, Tashkent Institute of Chemical Technologies

Abstract: This study investigates the effect of dispersed granular particles on the heat exchange process in heat exchangers, focusing on enhancing heat transfer efficiency. Heat exchangers with spiral-shaped coil tubes are widely used in various industries due to their reliability and ease of maintenance. However, optimizing their design to improve heat transfer remains a key challenge. The research explores how the addition of dispersed granular particles, such as metallic and non-metallic materials, influences heat exchange mechanisms. Experimental and computational analyses reveal that these particles enhance thermal conductivity, promote turbulence, and increase heat transfer rates by 15–30%. However, factors such as particle sedimentation, viscosity changes, and material compatibility impact efficiency and operational performance. The findings contribute to the development of advanced heat exchanger designs, offering potential applications in industrial heating, cooling systems, and energy-efficient thermal management

Keywords: boil-off, heat transfer coefficient, spring screw channel, intensification, heat transfer, and complex intensification technique.

Аннотация: В данной работе изучается влияние дисперсных гранулированных частиц на процесс теплообмена в теплообменниках с акцентом на повышение эффективности теплопередачи. Теплообменники со спиральными трубками змеевика широко используются в различных отраслях промышленности благодаря своей надежности и простоте обслуживания. Однако оптимизация их конструкции для улучшения теплопередачи остается ключевой задачей. В исследовании изучается, как добавление дисперсных гранулированных частиц, таких как металлические и неметаллические материалы, влияет на механизмы теплообмена. Экспериментальный и вычислительный анализ показывает, что эти частицы повышают теплопроводность, способствуют турбулентности и увеличивают скорость теплопередачи на 15–30%. Однако такие факторы, как осаждение частиц, изменение вязкости и совместимость материалов, влияют на эффективность и эксплуатационные характеристики. Результаты исследования способствуют разработке усовершенствованных конструкций

ISSN 3030-3907

теплообменников, предлагающих потенциальные возможности применения в промышленных системах отопления, охлаждения и энергоэффективного терморегулирования.

Ключевые слова: выкипание, коэффициент теплопередачи, пружинно-винтовой канал, интенсификация, теплопередача и комплексный метод интенсификации.

Annotatsiya Ushbu tadqiqot issiqlik almashinuvchilarida issiqlik almashinuvi jarayoniga dispers granulalar zarralarining ta'sirini o‘rganadi va issiqlik uzatish samaradorligini oshirishga qaratilgan. Spiral shaklidagi rulonli trubkali issiqlik almashtirgichlar ishonchliligi va texnik xizmat ko‘rsatish qulayligi tufayli turli sanoat tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Biroq, issiqlik uzatishni yaxshilash uchun ularning dizaynini optimallashtirish asosiy muammo bo‘lib qolmoqda. Tadqiqot metall va metall bo‘lmagan materiallar kabi dispers donador zarrachalarning qo‘shilishi issiqlik almashinuvi mexanizmlariga qanday ta'sir qilishini o‘rganadi. Eksperimental va hisoblash tahlillari shuni ko‘rsatadiki, bu zarralar issiqlik o‘tkazuvchanligini oshiradi, turbulentlikni oshiradi va issiqlik uzatish tezligini 15-30% ga oshiradi. Biroq, zarrachalarning cho‘kishi, yopishqoqlikning o‘zgarishi va materialning muvofiqligi kabi omillar samaradorlik va operatsion ishlashga ta'sir qiladi. Topilmalar sanoat isitish, sovutish tizimlari va energiyani tejaydigan issiqlik boshqaruvida potentsial ilovalarni taklif qiluvchi ilg‘or issiqlik almashtirgich konstruktsiyalarini ishlab chiqishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: qaynatish, issiqlik uzatish koeffitsienti, bahor vintli kanali, kuchayish, issiqlik uzatish va murakkab intensivlashtirish texnikasi.

Introduction.

Heat exchangers play a crucial role in various industrial applications by facilitating efficient thermal energy transfer. Among them, helical coil heat exchangers, consisting of a coil placed inside a cylindrical shell, are widely used due to their ease of maintenance. The coil tubes, typically ranging from 25 to 75 mm in diameter, transport gas or steam. However, their relatively small heat exchange surface area and low heat transfer coefficient present significant limitations.

The study of heat exchange processes involving dispersed granular particles, such as powders or granules, is essential for enhancing heat transfer efficiency. These processes are complex, as factors including particle size, shape, density, and other physical properties significantly influence thermal conductivity. Understanding and optimizing these interactions are critical for improving device performance and achieving energy savings.

Enhancing heat transfer efficiency is closely linked to the development of advanced heat exchange elements. This topic has been extensively explored by

ISSN 3030-3907

researchers, including Russian scientists E. A. Dmitriev, E. P. Morgunova, and R. B. Kormlashev. Their studies have led to innovative methods of shaping heat exchange surfaces, such as incorporating helical grooves and barriers that promote fluid circulation, thereby intensifying heat transfer.

Recent advancements have introduced coiling devices with wire loops of varying cross-sectional surfaces, constructed using spring-helical channels reinforced with laser welding. Figure 1 illustrates a spring-helix channel, which is formed by tightly winding elliptical or circular wire around a cylindrical or elliptical core. The elliptical cross-section of the flow results in radial pressure redistribution along the ellipse's axes, generating swirling currents that enhance internal mixing. This mechanism significantly improves heat transfer efficiency and accelerates thermal stabilization over a shorter channel length. Furthermore, the presence of spiral loops on the outer surface of the spring channel functions as external fins, expanding the heat exchange surface area by approximately 1.5 to 1.7 times.

This study investigates the effects of dispersed granular particles on heat exchange efficiency in helical coil heat exchangers, aiming to optimize thermal performance and contribute to the development of energy-efficient industrial heat exchange systems.

METHODOLOGY. To analyze the impact of granular particles on heat transfer in a heat exchanger, experimental setups typically include controlled inlet and outlet temperatures, particle-fluid mixtures with defined concentrations, and measurement systems to track temperature gradients, pressure drops, and overall heat transfer coefficients. These experiments are often complemented by computational fluid dynamics (CFD) simulations, which model particle dispersion patterns, heat distribution, and flow behavior within the coiled heat exchanger tubes. Such simulations allow for the optimization of design parameters and the prediction of performance outcomes under various operating conditions.

Experimental and numerical data from heat exchanger performance assessments provide valuable insights into optimization strategies. Several factors significantly influence heat transfer efficiency, must be carefully considered in the design and operation of heat exchangers.

One of the most critical factors affecting heat transfer efficiency is the temperature difference between the hot and cold fluids. A higher temperature gradient increases the rate of heat transfer, allowing for more efficient thermal exchange. According to Fourier’s law of heat conduction, the rate of heat transfer is directly proportional to the temperature difference. Engineers often aim to maximize this gradient by optimizing inlet and outlet temperatures, which can be achieved through proper system design and operational controls.

ISSN 3030-3907

Another crucial element influencing efficiency is the heat transfer coefficient, which is determined by both material properties and fluid dynamics. The heat transfer coefficient represents how well heat is conducted between the fluid and the heat exchanger surface. Enhancing this coefficient leads to better overall efficiency. Factors such as fluid turbulence, material thermal conductivity, and surface characteristics significantly influence heat transfer. Advanced techniques, such as surface enhancements and micro-fin structures, can be employed to increase the heat transfer coefficient and enhance performance.

Flow rate is another key consideration in heat exchanger performance. A higher fluid velocity improves convective heat transfer by thinning thermal boundary layers, thereby increasing heat transfer efficiency. However, increasing the flow rate also leads to higher pressure drops, which can require additional pumping power and impact system performance. Engineers must carefully balance the trade-off between enhanced heat transfer and increased energy consumption, ensuring that the system operates efficiently without excessive energy costs.

Fouling resistance is a crucial factor in maintaining long-term heat exchanger efficiency. The accumulation of deposits such as scale, dirt, and biological growth on heat exchanger surfaces reduces heat transfer effectiveness and increases thermal resistance. Fouling can lead to higher operational costs due to increased maintenance and energy consumption. Implementing regular cleaning schedules, using anti-fouling coatings, and selecting self-cleaning heat exchanger designs can help mitigate this issue and prolong equipment lifespan.

Material selection also plays a fundamental role in heat exchanger performance. High thermal conductivity materials such as copper and aluminum facilitate rapid heat transfer, improving overall efficiency. However, these materials can be more expensive compared to alternatives like stainless steel, which offers superior corrosion resistance but lower thermal conductivity. Engineers must balance cost, durability, and thermal performance when selecting materials to ensure optimal performance for specific applications.

By analyzing both experimental and numerical data, engineers can develop optimized heat exchanger designs that maximize efficiency. Key considerations include temperature gradients, heat transfer coefficients, flow rates, fouling resistance, and material properties. These considerations ensure that heat exchangers operate effectively across various industries, from power generation and chemical processing to HVAC systems and automotive applications.

RESULTS. Experimental results indicate that the inclusion of metallic particles, such as aluminum and copper, enhances heat transfer rates by approximately 15 to 30% compared to conventional working fluids. Non-metallic particles, such as silica or polymer-based granules, also contribute to improved heat

ISSN 3030-3907

exchange but are primarily used in applications requiring corrosion resistance and reduced wear on heat exchanger surfaces. However, several challenges remain despite these advantages. A major issue is particle sedimentation, which can lead to clogging and reduced heat transfer efficiency, particularly in low-velocity flow conditions. Increased viscosity due to a high concentration of dispersed particles can also increase the energy required to pump the fluid through the system, thereby affecting operational costs. Additionally, interactions between certain particle materials and heat exchanger surfaces may lead to long-term wear and corrosion, requiring careful material selection for both the working fluid and the exchanger.

When designing heat exchange devices, several factors must be considered. The device should be compatible with the technological process, highly efficient, cost-effective, and reliable, while also minimizing metal consumption. The construction material must be resistant to erosion under working conditions. High heat transfer coefficients can be achieved if heat-conducting fluids move through the device at high speeds. To attain such high values, the heat exchange surface must be kept clean.

The study of the effect of scattering granular particles on the heat exchange process in the heat exchanger is an important area of research aimed at improving thermal performance and efficiency in various industrial applications. The heat exchanger consists of coiled tubes contained in a shell, which promotes heat transmission by creating secondary flow effects within the system. Because of their small size and excellent heat transfer efficiency, these heat exchangers are widely used in sectors such as power generation, refrigeration, heating systems, and chemical processing.

One of the key aspects of improving heat transfer efficiency in these systems is the introduction of granular particles into the working fluid. Granular particles - composed of metallic, ceramic, or polymeric materials - influence heat exchange through several mechanisms. First, the addition of high-conductivity particles enhances the overall thermal conductivity of the fluid, allowing heat to transfer more efficiently. Second, the movement of these particles within the fluid generates micro-convective effects that disrupt the thermal boundary layer and improve heat dissipation. Additionally, granular particles increase turbulence, further enhancing the heat transfer coefficient by preventing stagnant thermal layers on exchanger surfaces.

Several factors idetermine the effectiveness of granular particles in heat exchange. The size of the particles plays a crucial role, as smaller particles remain suspended in the fluid for a longer duration and interact more effectively with the fluid’s thermal properties, while larger particles tend to settle and cause clogging issues. The concentration of the particles also impacts system performance. While

ISSN 3030-3907

a moderate concentration range of 0.5 to 2% by volume has been found to optimize heat transfer efficiency, excessive particle loading can lead to increased viscosity, which results in higher pumping power requirements and pressure drops across the system. The material properties of the particles, including their specific heat capacity and thermal conductivity, determine their ability to enhance heat exchange performance. Additionally, the velocity of the fluid flow influences the dispersion of particles, with higher flow rates ensuring uniform distribution and preventing sedimentation.

DISCUSSION. Heat transfer plays a crucial role in chemical engineering, particularly in processes involving heat exchangers and reactors. The efficiency of heat transfer directly affects energy consumption, production costs, and operational safety. This article examines heat transfer mechanisms, thermodynamic properties, and the implications of heat exchanger performance based on empirical data.

Heat transfer occurs through three primary mechanisms: conduction, convection, and radiation. In chemical engineering, conduction and convection dominate due to the extensive use of heat exchangers and process piping.

Conduction: Governed by Fourier's Law, conduction occurs within solid materials or stationary fluids due to temperature gradients. The thermal conductivity (k) of a material dictates its ability to conduct heat.

Convection: Involves heat transfer between a solid surface and a moving fluid. It depends on the convective heat transfer coefficient (h), which is influenced by fluid velocity, viscosity, and surface properties.

Radiation: Although less significant in typical chemical processes, thermal radiation is relevant at high temperatures where energy is transferred via electromagnetic waves.

The practical applications of granular particle-enhanced heat transfer in the heat exchangers span multiple industries. In industrial heating and cooling systems, these techniques are used to improve energy efficiency in chemical processing plants, HVAC systems, and power generation facilities. In renewable energy applications, such as solar thermal systems, granular-enhanced heat exchange can improve heat absorption and storage. The food and pharmaceutical industries also benefit from this technology, as precise thermal control is essential for maintaining product quality and processing efficiency.

A disc with thermal insulation on its side and upper surfaces was used to evaluate the heat transfer intensity from objects floating intermittently on the surface of a layer. The presented data exhibit the same pattern of variation in the heat transfer coefficient α as observed previously, but only within the range of K values up to 7. The deviation from the general trend is attributed to the presence of a flat body above it. This deviation occurs because stagnant zones form on smooth

ISSN 3030-3907

surfaces, reducing the α coefficient and slowing its increase. However, this also contributes to the intensification of heat exchange processes within these stagnant zones.

Heat exchangers are vital components in industrial processes, optimizing energy efficiency by transferring heat between two or more fluids. The performance of a heat exchanger is evaluated based on parameters such as heat transfer coefficient, temperature gradient, and overall efficiency.

Shell and Tube Heat Exchanger is common in large-scale industries, these exchangers provide high heat transfer efficiency and are suitable for high-pressure applications.

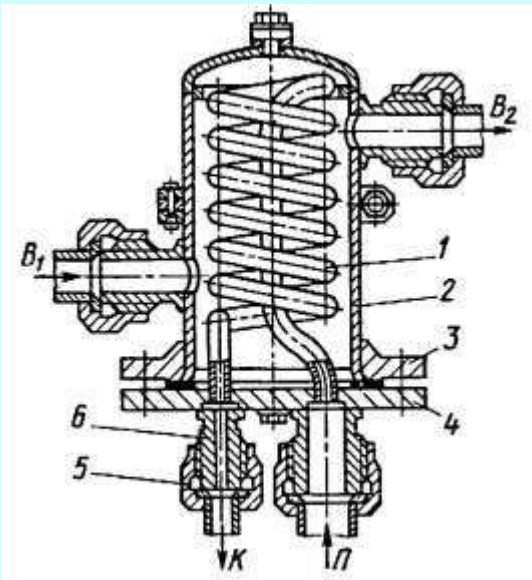
Plate Heat Exchanger is composed of multiple thin plates, this type enhances heat transfer due to increased surface area.

Finned Tube Heat Exchanger is used where extended surfaces are needed to facilitate heat dissipation.

Air-Cooled Heat Exchanger is utilized in locations where water supply is limited, making use of ambient air for cooling.

Notably, when the discs are removed and their amplitude increases, a monotonic rise in the α coefficient is observed on their lower surface across all particles. The coefficient α depends on the shape, size, and density of the suspended particles. An increase in the diameter and thickness of the layer is associated with the intensification of flow within the dispersed medium. As a result, particles maintain a constant cross-section and greater thickness, enhancing heat exchange. The high intensity of heat transfer in freely floating bodies is primarily due to the unsteady nature of gas flow and the particles formed within the vibratory layer.

A spiral coil enclosed in a cylinder shell makes up a coil heat exchanger. Steam or gas emerges from the coil's tubes (Fig. 1). The heat transfer coefficient between steam and liquid on the coil's outside wall is likewise low because of the vast volume of the liquid-filled container and the extremely low velocity of the liquid inside. A bowl-shaped container is inserted within the device to decrease its size and boost the liquid's velocity. *Fig. 1. Coil Heater: 1 – Coil; 2, 3 – Flange housing; 4 – Cover; 5 – Nut; 6 – Housing; 7*



ISSN 3030-3907

– Nozzle; V1 – Water inlet; V2 – Water outlet; P1 – Nominal input; P2 – Condensate outlet.

Coils made up of multiple parallel sections are fitted if there is a lot of coolant. When the portions are connected in such a parallel fashion, the medium's speed and path of travel diminish, which also lowers the device's hydraulic resistance. Since the heated liquid in these devices primarily travels slowly, heat is delivered from the coil wall by free convection. Although they are simple to fix, their relatively modest heat exchange surface and heat transfer coefficient are a drawback. The tube is placed within a cylindrical foam container and is curled like a coil. There is a liquid within container 2 with a cylindrical shell that requires heating.

CONCLUSION. Heat transfer efficiency is a critical factor in chemical engineering, directly influencing energy consumption and operational costs. By optimizing parameters such as flow rate, heat transfer coefficient, and surface area, industries can significantly enhance performance. Regular maintenance, advanced materials, and innovative heat exchanger designs contribute to sustainable and cost-effective energy use. Ongoing research and technological advancements continue to drive improvements in heat exchanger efficiency, ensuring better resource utilization in industrial applications.

LIST OF REFERENCES:

1. Пальченок А.И., Тамарин А.И. // Инженерно-физический журнал. – 1983. – Т. 45. – № 3. – С. 427–433.
2. Тамарин А.И., Пальченок Г.И., Горюнов К.Е. Тепло- и массообмен модельных частиц в псевдоожиженном слое инертного материала // Тепломассообмен – VII. – 1984. – Т. V. – Ч. 1. – С. 27–31.
3. Prins W., Draijer W., Swaaij W.P.M. Heat transfer to immersed spheres or freely moving in a gas fluidized bed // Heat and Mass Transfer in Fixed and Fluidized Beds: XVII CHMT International Conference.
4. Лайковская Е.Ю. Некоторые особенности теплообмена в вибрирующем слое дисперсного материала // Тепло- и массоперенос и неравновесная термодинамика дисперсных систем. Труды УПИ. – Свердловск: Изд-во УПИ, 1974. – Сб. 227. – С. 190–193.
5. Багоутдинова А.Г., Золотоносов Я.Д. Змеевиковые теплообменники. Моделирование, расчет: монография. – Казань: Изд-во Казанского гос. архитектурно-строительного университета, 2016. – 245 с.
6. Нурмухамедов Х.С., Нигмаджонов С.К., Шералиева О.А. и др. Асосий технологик жараён ва курилмалар. Дарслик.- Тошкент: “Science and Innovation” нашриёти. 2025.-256 б.

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА

Умаров Бобурбек Носир угли
Бухарский государственный технический университет, д-р филос. техн. наук (PhD), доц,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: boburbekumarov1993@gmail.com
Dr. Nazmi Bin Mat Nawi
Assoc. Prof. Head, Department of Biological & Agricultural Engineering, Faculty of Engineering,
Universiti Putra Malaysia, Serdang
E-mail: nazmimat@upm.edu.my
Ахмедов Вохид Низомович
Бухарский государственный технический университет, д-р техн. наук. проф.,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: voxid7@mail.ru

Аннотация: Такие важные свойства вермикулита, имеющегося в большом количестве в нашей республике, как химическая инертность, термостойкость, прочность, безвредность, высокая адсорбционная способность и ионообменная способность, позволяют использовать его в качестве неорганической матрицы для применения в качестве сорбента. Однако для комплексной технологии очистки текстильных сточных вод от пигментных красителей индиго и поверхностно-активных веществ в красильно-отделочном производстве эффективные и недорогие сорбенты на основе местного сырья не получены. В статье представлен метод модификации вермикулита соляной кислотой и хитозаном из подмора пчёл, а также был ИК спектры полученного сорбента и результаты фильтрации сточных воды на текстильном предприятии.

Ключевые слова: сточные воды, экология, красители, загрязнение очистка, сорбент, вермикулит, хитозан, модификация, ИК-спектр.

Abstract: Such important properties of vermiculite, which is available in large quantities in our republic, as chemical inertia, heat resistance, strength, harmlessness, high adsorption capacity and ion exchange ability, allow it to be used as an inorganic matrix for use as a sorbent. However, effective and inexpensive sorbents based on local raw materials have not been obtained for the complex technology of cleaning textile wastewater from indigo pigment dyes and surfactants in the dyeing and finishing industry. The article presents a method for modifying vermiculite with hydrochloric acid and chitosan from bee pollination,

ISSN 3030-3907

as well as the IR spectra of the sorbent obtained and the results of wastewater filtration at a textile enterprise.

Keywords: wastewater, ecology, dyes, pollution, purification, sorbent, vermiculite, chitosan, modification, IR spectrum.

Annotatsiya: respublikamizda ko‘p miqdorda mavjud bo‘lgan vermikulitning kimyoviy inertligi, issiqlikka chidamliligi, mustahkamligi, zararsizligi, yuqori adsorbsiya qobiliyati va ion almashinuvi qobiliyati kabi muhim xususiyatlari uni sorbent sifatida qo‘llash uchun noorganik matritsa sifatida ishlatishga imkon beradi. Shu bilan birga, to‘qimachilik chiqindi suvlarini indigo pigment bo‘yoqlari va sirt faol moddalardan tozalash va bo‘yash ishlab chiqarishda mahalliy xom ashyoga asoslangan samarali va arzon sorbentlar olinmadi. Maqolada vermikulitni xlorid kislota va xitosan bilan asalarilar podmoridan o‘zgartirish usuli, shuningdek, olingan sorbentning ir spektrlari va to‘qimachilik korxonasida oqava suvlarni filtrlash natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: kanalizatsiya, ekologiya, bo‘yoqlar, ifloslanish tozalash, sorbent, vermikulit, xitosan, modifikatsiya, IQ spektri.

Введение.

Промышленные сточные воды представляют собой сложные, многокомпонентные системы, состав которых существенно изменяется в процессе обесцвечивания, что затрудняет оценку их безопасности для объектов окружающей среды. Поэтому в последние годы в практике экологического контроля все чаще применяются токсикологические методы, дополняющие традиционный комплекс методов физико-химического анализа сточных вод. Для повышения эффективности и удешевления процесса очистки сточных вод от красителей в красильно-отделочном производстве целесообразно, во-первых, использовать локальную очистку для уменьшения объема очищаемых вод, во-вторых, использовать фотохимический метод для частичного разложения красителей и метод микробиологической очистки для последующего глубокого разложения образующихся промежуточных продуктов их фотодеструкции [1.186-с.]. Эффективным и относительно недорогим методом очистки сточных вод от различных органических соединений является микробиологическая очистка. Однако она также не обеспечивает полного обесцвечивания сточных вод, поскольку красители обладают способностью биосорбироваться и биоаккумулироваться в микроорганизмах активного ила и весьма устойчивы к биохимическому окислению. Однако их глубокая деградация и полная нейтрализация — довольно дорогостоящая задача.

После процесса крашения, в зависимости от класса красителя, типа окрашиваемого материала и других параметров, определённая доля

ISSN 3030-3907

красителей остаётся в обработанных технологических растворах и попадает в сточные воды. Для разных классов красителей эта доля может составлять от 5 до 50% от исходного количества красителя в красильной ванне.

В нашей республике проводится ряд научных исследований по созданию технологий активации и модифицирования природных глин или синтетического сырья с целью получения эффективных адсорбентов, в частности: изучение химического и минералогического состава минералов, определение оптимальных условий их обогащения, активации и модифицирования в зависимости от сорбционных свойств гидрослюд, подбор эффективных модифицирующих реагентов, определение механизма адсорбции различных веществ на поверхности адсорбентов имеет большое теоретическое и практическое значение. В процессе набухания вермикулита происходит испарение кристаллизованной между шариками слюды воды, что приводит к образованию макро- и микропор в частице вермикулита и увеличению ее удельной поверхности примерно в 5 раз. Сам вспученный вермикулит гидрофильн. Именно благодаря этим свойствам вермикулит может быть использован в качестве сорбента, позволяющего нейтрализовать сточные воды лакокрасочной промышленности, максимально выделить из них полезные продукты для утилизации или повторного использования (например, кислот и щелочей), а также перенаправить очищенную из них воду в систему промышленного водоснабжения.

Литературный обзор. Существует способ получения многофункционального бионанокомпозита из активированного хитозана и битуминозного угля (AC-BC) для очистки промышленных сточных вод с использованием метода адсорбции в неподвижном слое с нисходящим потоком. Крайне важно очищать промышленные сточные воды, разрабатывая экологичные и экономичные технологии, прежде чем сбрасывать их в окружающую среду, поскольку они обычно содержат несколько токсичных веществ. В противном случае они могут легко попасть в нашу пищевую цепочку, что приведёт к серьёзному ущербу для экологии, а также для общественной безопасности и/или здоровья. Чтобы решить эту серьёзную экологическую проблему, учёные пытаются разработать более эффективную, экономичную и экологичную технологию очистки промышленных сточных вод в режиме реального времени. Метод непрерывной колоночной адсорбции может быть очень инновационным и полезным благодаря своим выдающимся характеристикам. Однако бионанокомпозит на основе AC-BC может стать подходящим кандидатом благодаря своей доступности, биоразлагаемости, низкой стоимости, высокой

ISSN 3030-3907

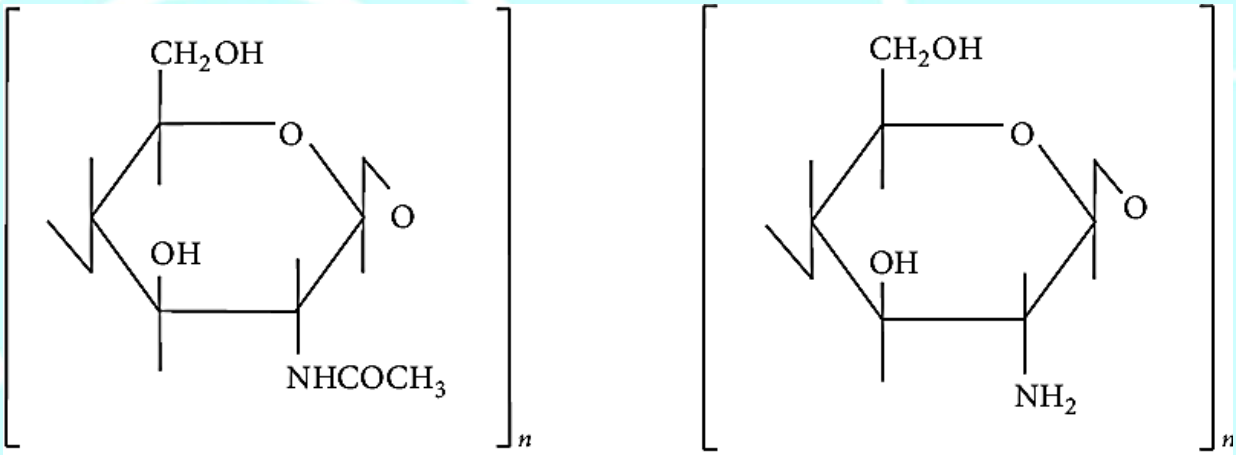
эффективности и выдающимся физико-химическим, термомеханическим и морфологическим свойствам, а также впечатляющим адсорбционным характеристикам. Тем не менее существуют некоторые трудности, связанные с фактической обработкой прекурсора, технологией производства и способом применения для очистки неочищенных сточных вод [2].

В другом исследовании изучается разложение и удаление красителя «желтый закат» из имитированных сточных вод с использованием методов окисления и адсорбции. Композит вермикулита/оксида железа был синтезирован методом соосаждения и использован для активации пероксимоносульфата (PMO) для разложения и удаления красителя «желтый закат». Метод поверхности отклика (RSM), основанный на центральном композитном дизайне (CCD), был использован для оптимизации влияния независимых факторов и их взаимодействия на удаление красителя «желтый закат». Максимальная эффективность удаления, превышающая 78,69%, была достигнута при pH 4, концентрации красителя «желтый закат» 30 мг/л, дозе окислителя персульфата 75 мМ, дозе композита вермикулита/оксида железа 3 г/л и времени реакции 20 минут. Процесс удаления красителя «желтый закат» усиливался с повышением температуры. Присутствие хлорида, нитрата и карбоната снижало эффективность разложения красителя «желтый закат» за счет реакции с основными радикалами. Предложенный механизм активации PMO показал, что SO4 •- играет ключевую роль в устранении деградации. Тесты на токсичность, проведенные с использованием Daphnia pulex, показали, что очищенные сточные воды требуют дальнейшей каталитической очистки и улучшения стабилизации благодаря присутствию ионов железа и промежуточных продуктов [3].

Существует исследование где, синтезирован ряд композитов хитозан-g-поли(акриловая кислота)/вермикулит на основе гидрогеля, которые использовались в качестве адсорбентов для изучения влияния таких параметров процесса, как содержание вермикулита, pH раствора красителя, время контакта, начальная концентрация раствора красителя, температура, ионная сила и концентрация поверхностно-активного вещества додецилсульфата натрия, на удаление метиленового синего (MC) из водного раствора. Результаты показали, что адсорбционная способность по отношению к красителю увеличивается с ростом pH, времени контакта и начальной концентрации красителя, но снижается с ростом температуры, ионной силы и концентрации додецилсульфата натрия в присутствии поверхностно-активного вещества. Кинетика адсорбции метиленового синего на гидрогелевом композите подчиняется псевдовторому порядку, а данные об адсорбционном равновесии соответствуют изотерме Ленгмюра.

ISSN 3030-3907

При добавлении 10 % вермикулита в хитозан-g-поли(акриловую кислоту) полимерную сетку полученный гидрогелевый композит продемонстрировал самую высокую адсорбционную способность в отношении метиленового синего и может рассматриваться как потенциальный адсорбент для удаления катионных красителей в процессе очистки сточных вод[4].



Chitin Chitosan

Методология исследования.

Хитозан – природный полимер XXI века. Уникальные свойства хитина и хитозана привлекают внимание большого числа специалистов самых разных специальностей. Роль полимеров в нашей жизни является общепризнанной, и все области их применения в быту, промышленном производстве, науке, медицине, культуре трудно даже просто перечислить. Если до XX века человеком использовались полимеры природного происхождения – крахмал, целлюлоза (дерево, хлопок, лен), природные полиамиды (шелк), природные полимерные смолы на основе изопрена – каучук, гуттаперча, то развитие химии органического синтеза в XX веке привело к появлению в различных областях деятельности человека огромного разнообразия полимеров синтетического происхождения – пластмасс, синтетических волокон и т.п.

Происшедший технологический прорыв не только кардинально изменил нашу жизнь, но и породил массу проблем, связанных с охраной здоровья человека и защитой окружающей среды.

Вышеуказанные задачи глубокой очистки сточных вод, их кондиционирования, а также извлечения из них ценных продуктов решаются с использованием различных методов физико-химической адсорбционной очистки текстильных сточных вод.

В нашем исследовании изучены модификация вспученного вермикулита хлоридом и серной кислотой, их физико-химические свойства, а также сорбционные показатели органоминеральных веществ по отношению

ISSN 3030-3907

к красителям и поверхностно-активным веществам в сточных водах текстильной промышленности [5.323-с.].

Извлечение хитина из пчелиного подмора и синтез хитозана осуществлялись химическим методом [6.29-32-с.].

Для сорбции красителя индиго использовался сорбент на основе вермикулита, модифицированного соляной кислотой и хитозаном на Бухарском хлопчатобумажном текстильном комбинате, где вырабатывается джинсовая ткань.

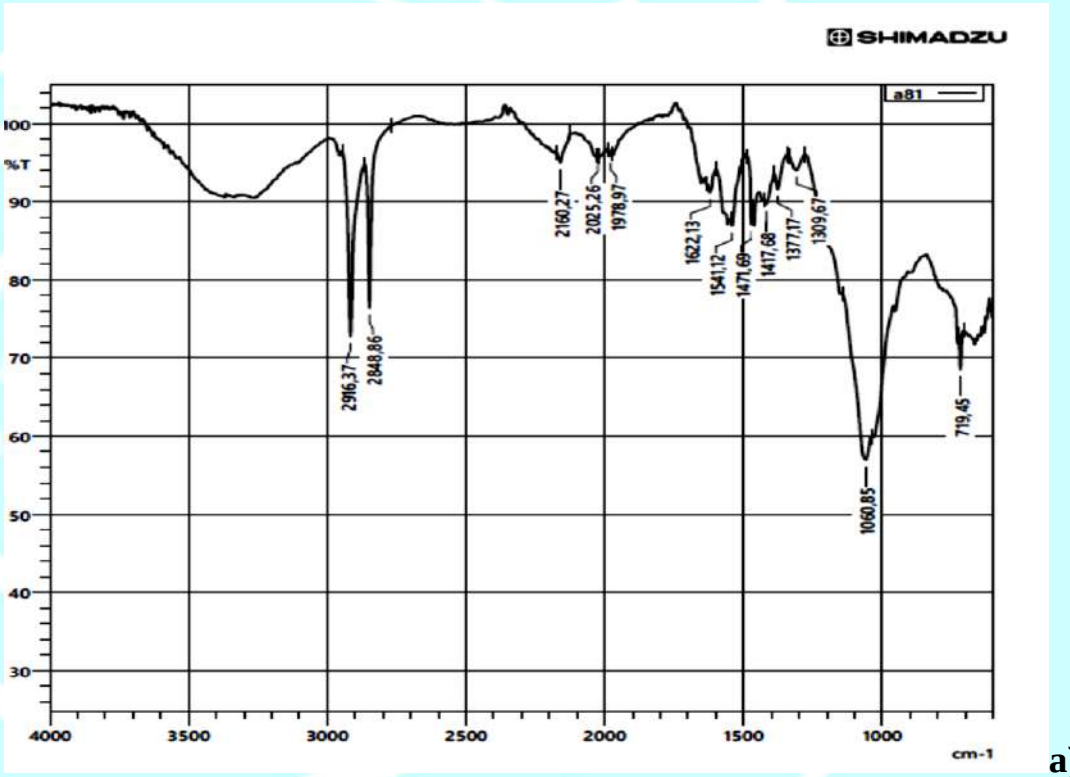


Рисунок 1. Хитозан, извлеченный из вспученного вермикулита и подмора пчел.

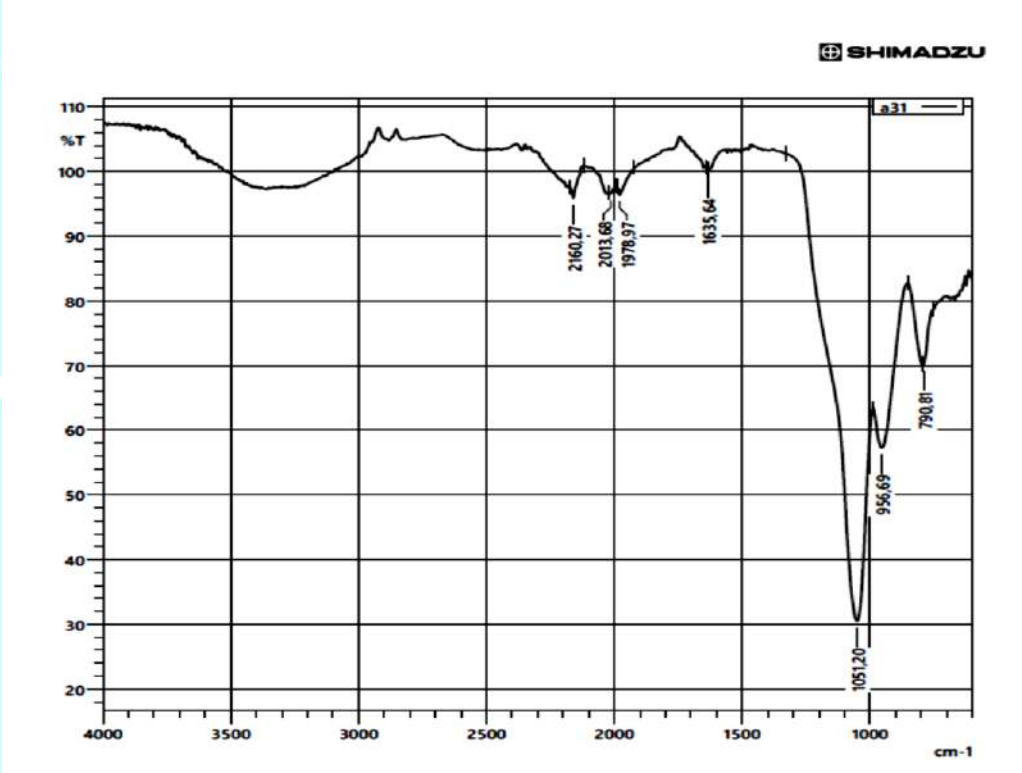
Модификацию проводили следующим образом: к 100 г высушенного до 120-150 °С вермикулита с размером частиц 0,10-0,05 мм добавляли 200 мл 7%-ной соляной кислоты и перемешивали в течение 24 часов с помощью магнитной мешалки. Затем полученную суспензию перемешивали в течение 24 часов при комнатной температуре, фильтровали до нейтральной среды и промывали дистиллированной водой. Полученный кислотно-модифицированный вермикулит высушивали до постоянного веса и анализировали физико-химическими методами. Затем такую же модификацию проводили 10, 12 и 24%-ными растворами соляной кислоты.

Обсуждение и результаты. Были получены ИК-спектры сорбентов на основе вермикулита, модифицированного двумя типами растворов соляной кислоты: 7 и 12% (рис. 2).

ISSN 3030-3907



a)



b)

ISSN 3030-3907

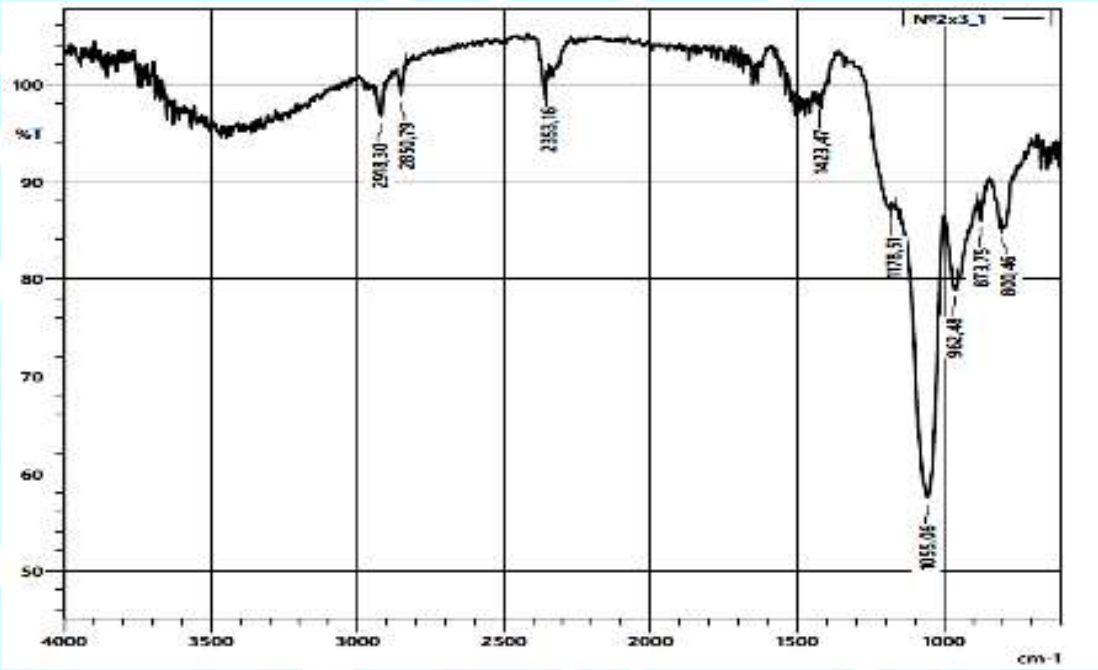


Рисунок 2. ИК-Фур-спектры а) вермикулита; б) вермикулита, модифицированного 7% HCl; в) органовермикулита

Как видно из рисунка 2, линия поглощения при 1643 $см^{-1}$ обусловлена деформационными колебаниями адсорбированных молекул воды, тогда как линия поглощения при 3459 $см^{-1}$ определяется валентными колебаниями её гидроксильных групп, а также значительным количеством воды, связанной со структурой с меньшей прочностью. Кроме того, в ИК-спектре исходного вермикулита обнаружены полосы поглощения при 1656 OH, 1429,72 иона Fe, 949,70 Si-O, 665,10 Me-O-Si (Fe, Al, Mg), 421,44 Si-O-Mg^{2+}, 417,59 Si-O-Ca-OH, а линии поглощения при 674 см-1 и 998 см-1 определяются валентными колебаниями связи Si-O. Расщепление частот валентных и деформационных колебаний связано с OH-группой воды и определяется наличием H_2O с различной степенью связи. Появление аморфной фазы после кислотной обработки легко обнаружить по появлению линии при 1200 $см^{-1}$, соответствующей валентным колебаниям Si–O силикатов (рис. 2, а, v).

Таблица-1

Результаты очистки сточных вод красильного цеха текстильной промышленности

Ko‘rsatkich	Adsorbentlar				
	BAU*	VK+7%HCl+XZ	VK+12%HCl+XZ	VK+20%HCl+XZ	VK+28%HCl+XZ
	Kontsentratsiya, mg/l				
pH	6-11	6-8	6-9	6-9	8,5-9,5
Suv harorati, °C	30-50	20-40	30-40	20-40	25-50

ISSN 3030-3907

Muallaq moddalar, mg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<0,1
Organik azot, mg/l	1,8-2,9	<1	<1,0	<0,1	1,5-2,5
Fosfatlar, PO_4^{-3}, mg/l	1-5	<1,1	<1,0	<1,0	1-5
Xloridlar Cl^-, mg/l	100	<100	<100	<100	<100
Bo‘yoqlar, mg/l	<1	<1	<1	<3	≤1
KKI, mg O_2/l	20-25	9-15	15-20	<15-20	20-25≤
BPK, mg O_2/l	2-5	10-20	10-20	<5-10	2-5

Разработанные адсорбенты (ВК+HCl+ХЗ, ВК+ХЗ), предназначенные для очистки сточных вод от остатков краски, были экспериментально исследованы в лабораторных условиях компании «Дельта Румино» в процессе очистки сточных вод красильного цеха. Эксперименты проводились с 02.10.2021 по 05.05.2022. Исследовались различные пробы сточных вод с моечных машин и красильного оборудования. Концентрация красителей определялась спектрофотометрическими методами анализа в видимой области света.

В результате промышленных исследований определена эффективность адсорбционной очистки сточных вод красильного цеха с использованием разработанных органосорбентов, которая составила 94,5; 93,0; 95,6; 93,6 соответственно по красителям. Средний уровень очистки по показателям Xz-КВ и Xz-НаБ соответствует требованиям предприятий по промывке оборудования, что позволяет повторно использовать очищенные сточные воды в производственных циклах ООО «Дельта Румино».

Выводы и предложения: Известно, что промышленные предприятия во всем мире загрязняют сточные воды красителями, поверхностно-активными веществами, тяжелыми металлами, органическими реагентами. Так, удельный объем сточных вод, образующихся в красильно-отделочной промышленности, составляет 200-350 м на 1 тонну произведенной ткани. Разнообразие загрязняющих веществ и их природа требуют применения многофункциональных и селективных адсорбентов, способных удалять полярные и неполярные вещества. Такими свойствами могут обладать

ISSN 3030-3907

композитные сорбенты на основе вермикулита, модифицированного органическими молекулами.

Вермикулит был модифицирован соляной кислотой и хитозаном, изучено влияние изменения температуры, концентрации, времени и pH окружающей среды. Органосорбенты были использованы при очистке сточных вод текстильного предприятия «Бухарский хлопчатобумажный текстиль» и красильного цеха «Дельто Румино», выпускающего джинсовую ткань. Одновременно изучалось влияние значений pH окружающей среды на сорбционные параметры образцов органобентонита.

После очистки данные сточные воды по всем параметрам соответствуют требованиям МРЭК для сброса в канализацию. Такие воды не допускаются к сбросу в естественные водоемы, поэтому их необходимо очищать.

Результаты исследования показали, что сорбент влияет на прозрачность растворов красителей. Вероятно, проникновение крупных молекул красителей индиго ограничено из-за связывания активных ионов поверхностно-активных веществ с адсорбционными центрами и блокирования поверхности модифицированного вермикулита.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Попова С.В. Обезвреживание сточных вод красильно-отделочных производств фотохимическим методом и микробиологической обработкой. Дисс…. канд.тех.наук. 2000 г. 186 с.

2. Md. Mahmudur Rahman, Md. Ismail Hossain, Bijoy Chandra Ghos, Md. Jasim Uddin, Salah Knani, Md. Waliullah, A state-of-the-art review focusing on the fabrication technique of activated chitosan-bitumin coal based multifunctional bionanocomposites for industrial wastewater treatment: Production, characterization, and fixed bed column adsorption study, Journal of Environmental Chemical Engineering, Volume 13, Issue 2, 2025, 115908, ISSN 2213-3437, https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.115908.

3. Habib Abbasi, Esmail Mohseni, Zeinab Habibi, Removal and degradation of sunset yellow by Fe (II)-modified vermiculite, Results in Chemistry, Volume 16, 2025, 102408, ISSN 2211-7156, https://doi.org/10.1016/j.rechem.2025.102408.

4. Yi Liu, Yian Zheng, Aiqin Wang, Enhanced adsorption of Methylene Blue from aqueous solution by chitosan-g-poly (acrylic acid)/vermiculite hydrogel composites, Journal of Environmental Sciences, Volume 22, Issue 4, 2010, Pages 486-493, ISSN 1001-0742, https://doi.org/10.1016/S1001-0742(09)60134-0.

5. Камская В.Е. Хитозан: структура, свойства и использование // Научное обозрение. Биологические науки. 2016. № 6. С. 36-42; URL: https://science-biology.ru/ru/article/view?id=1020

ISSN 3030-3907

6. ПНД Ф 14.1:2.159–2000 Методика выполнения измерений массовой концентрации сульфат-иона в пробах природных и сточных вод турбидиметрическим методом. – М.:Изд-во стандартов, 2000.– 6 с.
7. 85.ПНД Ф 14.1:2:3:4.123–97 Методика выполнения измерений биохимического потребления кислорода после n-дней инкубации ($БПК_{полн.}$) в поверхностных пресных, подземных (грунтовых), питьевых, сточных и очищенных сточных водах. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 17 с.

ISSN 3030-3907

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ WAVE2VEC И ТРАДИЦИОННЫХ МЕТОДОВ HMM ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ КАРАКАЛПАКСКОЙ РЕЧИ

Н. Утеулиев
Д.ф.м.н, проф. Нукусский Государственный Технический Университет
Ж.Кудайбергенов
Докторант. Нукусский Государственный Технический Университет
Т. Кудайбергенов
Магистр. Нукусский Государственный Технический Университет

Аннотация. В данной статье проводится сравнительный анализ двух принципиально различных подходов к автоматическому распознаванию речи (Automatic Speech Recognition, ASR) применительно к низкоресурсному каракалпакскому языку: традиционного подхода на основе скрытых марковских моделей (Hidden Markov Models, HMM) и современного подхода на основе самоконтролируемого обучения с использованием архитектуры wav2vec 2.0. Исследование оценивает эффективность методов по критериям Word Error Rate (WER) и Letter Error Rate (LER) на специально собранном датасете каракалпакской речи. Результаты демонстрируют значительное превосходство модели wav2vec 2.0, дообученной на ограниченных данных, над GMM-HMM системой, что указывает на перспективность использования методов самообучения для задач ASR низкоресурсных языков.

Ключевые слова: распознавание речи, каракалпакский язык, скрытые марковские модели, wav2vec 2.0, низкоресурсные языки, сравнительный анализ.

Abstract. This article presents a comparative analysis of two fundamentally different approaches to Automatic Speech Recognition (ASR) for the low-resource Karakalpak language: the traditional approach based on Hidden Markov Models (HMM) and the modern approach based on self-supervised learning using the wav2vec 2.0 architecture. The study evaluates the effectiveness of the methods based on Word Error Rate (WER) and Letter Error Rate (LER) metrics on a specially collected dataset of Karakalpak speech. The results demonstrate a significant superiority of the wav2vec 2.0 model fine-tuned on limited data over the GMM-HMM system, indicating the promise of using self-supervised learning methods for ASR tasks in low-resource languages.

Keywords: speech recognition, karakalpak language, hidden Markov models, wav2vec 2.0, low-resource languages, comparative analysis.

Annotatsiya. Ushbu maqolada kam resursli qoraqalpoq tiliga nisbatan avtomatik nutqni aniqlash (Automatic Speech Recognition, ASR) ning ikkita bir-biridan farq qiluvchi yondashuvi qiyosiy tahlil qilinadi: an'anaviy Yashirin Markov Modellari

ISSN 3030-3907

(Hidden Markov Models, HMM) va zamonaviy wav2vec 2.0 arxitekturasidan foydalangan holda o‘z-o‘zini nazorat qilish asosidagi o‘qitish yondashuvi. Tadqiqot ushbu usullarning samaradorligini so‘z xatosi darajasi (Word Error Rate, WER) va harf xatosi darajasi (Letter Error Rate, LER) mezonlari bo‘yicha maxsus yig‘ilgan qoraqalpoq nutqi ma’lumotlar to‘plamida baholaydi. Natijalar cheklangan ma’lumotlar asosida o‘qitilgan wav2vec 2.0 modelining GMM-HMM tizimiga nisbatan sezilarli ustunligini ko‘rsatadi, bu esa past resursli tillar uchun ASR vazifalarida o‘z-o‘zini o‘qitish usullaridan foydalanishning istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: nutqni aniqlash, qoraqalpoq tili, yashirin Markov modellari, wav2vec 2.0, past resursli tillar, qiyosiy tahlil.

1. Введение

Автоматическое распознавание речи (ASR) стало неотъемлемой технологией человеко-машинного взаимодействия. Однако его развитие для таких языков, как каракалпакский, относящийся к тюркской группе и имеющий статус низкоресурсного, сопряжено с рядом вызовов. К ним относятся ограниченный объем размеченных аудио-текстовых данных, недостаточная изученность фонетических особенностей для инженерных задач и агглютинативный характер языка, приводящий к большому словарному запасу.

Исторически сложившимся и хорошо изученным подходом в ASR являются скрытые марковские модели (HMM), часто в сочетании с гауссовыми смесями (Gaussian Mixture Models, GMM) для моделирования акустических признаков. Этот подход требует тщательной разработки фонетического словаря, языковой и акустической моделей.

В последние годы революцию в области ASR совершили методы, основанные на глубоком обучении и самоконтролируемом предобучении (self-supervised learning, SSL). Модель wav2vec 2.0, предложенная исследователями из Facebook AI, демонстрирует выдающиеся результаты даже в условиях ограниченных размеченных данных. Модель предобучается на большом количестве неразмеченных аудиоданных, обучаясь предсказывать замаскированные части аудиосигнала, а затем дообучается (fine-tuning) на небольшом наборе данных с транскрипциями.

Цель данного исследования – провести сравнительный анализ эффективности традиционного подхода на основе GMM-HMM и современного подхода на основе wav2vec 2.0 для задачи распознавания каракалпакской речи.

2. Методология

2.1. Сбор и подготовка данных

ISSN 3030-3907

Для проведения экспериментов был собран датасет каракалпакской речи объемом 50 часов. Аудиозаписи состояли из дикторской речи в условиях минимального фонового шума. Транскрипции были подготовлены в соответствии с орфографическими нормами каракалпакского языка с использованием кириллической графики.

Датасет был разделен на три части:

- Обучающая выборка: 40 часов аудио (~36 тыс. utterance).
- Валидационная выборка: 5 часов аудио (~4.5 тыс. utterance).
- Тестовая выборка: 5 часов аудио (~4.5 тыс. utterance).

Для аугментации данных обучающей выборки применялись методы добавления шума и изменения темпа речи и высоты тона.

2.2. GMM-HMM система (Базовый подход)

Построение GMM-HMM системы осуществлялось с использованием инструментария Kaldi**. Технологический процесс (pipeline)** построения включал следующие этапы:

1. Извлечение признаков: Использовались Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC), их первые и вторые производные (delta, delta-delta).

2. Выравнивание и обучение: Применялся стандартный процедура обучения Kaldi, включающая обучение монофоновых моделей, трифоновых моделей, а также моделей с Speaker Adaptive Training (SAT) и LDA-MLLT преобразованием.

3. Акустическое моделирование: Для каждого состояния HMM обучалась GMM с 16 компонентами.

4. Языковая модель: На основе текстов транскрипций обучалась 3-граммная языковая модель с использованием SRILM.

5. Декодирование: Для поиска наилучшей гипотезы использовался декодер Viterbi.

2.3. Система на основе Wav2vec 2.0

Для данного подхода была использована предобученная многоязычная модель “facebook/wav2vec2-large-xlsr-53”, обученная на 53 языках. Процесс включал:

1. Предобработка аудио: Аудиозаписи конвертировались в моно-канал с частотой дискретизации 16 кГц.

2. Дообучение (Fine-tuning): Предобученная модель дообучалась на обучающей выборке каракалпакской речи. В процессе дообучения обновлялись веса всей модели. Использовался оптимизатор Adam с learning rate 3e-5. В качестве функции потерь применялась Connectionist Temporal Classification (CTC).

ISSN 3030-3907

3. Декодирование: На этапе инференса использовалось CTC-декодирование. Для улучшения результатов применялось декодирование с использованием языковой модели (Language Model Decoding) — 5-граммной модели, обученной на текстах транскрипций. Сравнение WER и LER для моделей ASR распознавания представлены на рисунке.

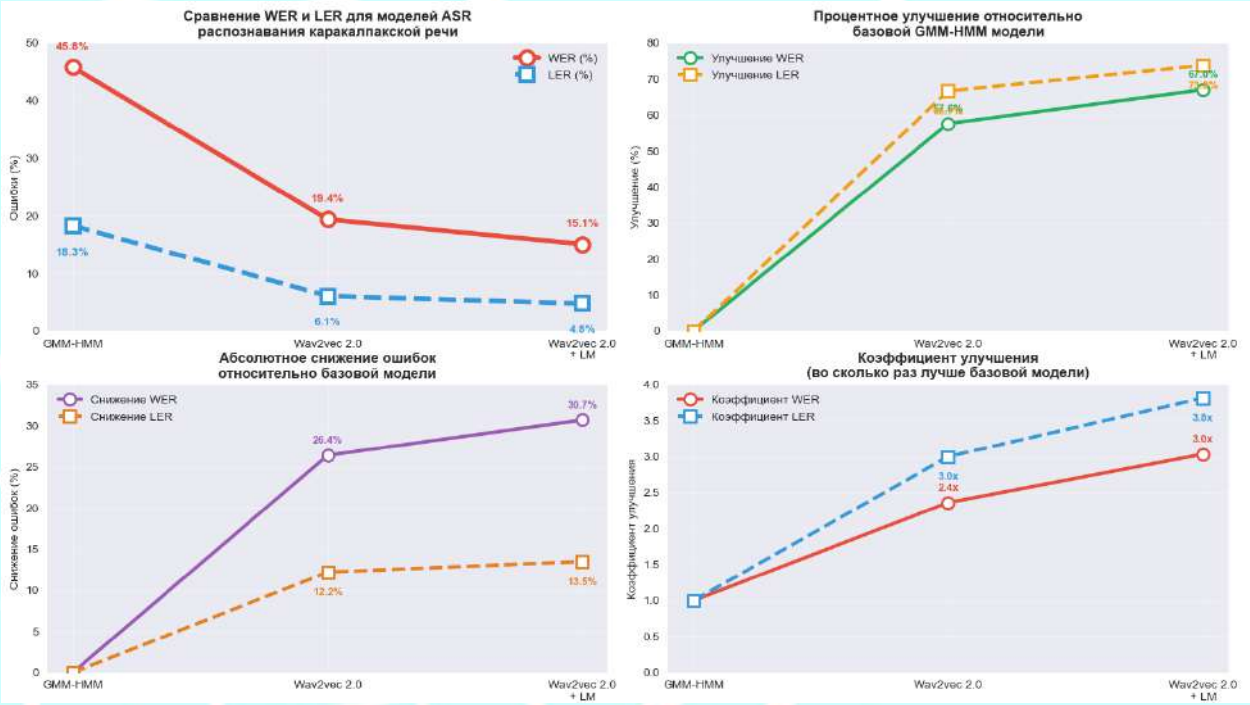


Рис1:

2.4. Метрики оценки

Для сравнения моделей использовались стандартные для ASR метрики:

1) Word Error Rate (WER): Процент ошибочно распознанных слов.

2) WER = (S + D + I) / N * 100%, где S – замены (Substitutions), D – удаления (Deletions), I – вставки (Insertions), N – общее количество слов в эталонной транскрипции.

3) Letter Error Rate (LER): Процент ошибочно распознанных символов. Аналогична WER, но на уровне символов. Особенно актуальна для агглютинативных языков.

3. Результаты и обсуждение

Результаты оценки моделей на тестовой выборке представлены в таблице.

ISSN 3030-3907

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РЕЗУЛЬТАТОВ СРАВНЕНИЯ МОДЕЛЕЙ ASR
ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ КАРАКАЛПАКСКОЙ РЕЧИ

Модель	WER	LER	Улучш. WER	Улучш. LER	Абс. сниж. WER	Абс. сниж. LER	Коэф. WER	Коэф. LER
GMM-HMM (Kaldi)	45.8%	18.3%	-	-	-	-	-	-
Wav2vec 2.0 (Fine-tuned)	19.4%	6.1%	57.6%	66.7%	26.4%	12.2%	2.4x	3.0x
Wav2vec 2.0 + LM	15.1%	4.8%	67.0%	73.8%	30.7%	13.5%	3.0x	3.8x

Рис2:

Как видно из таблицы, модель на основе wav2vec 2.0 демонстрирует радикально лучшие результаты. Ее WER (15.1%) более чем в 3 раза ниже, чем у традиционной GMM-HMM системы (45.8%). Аналогичное превосходство наблюдается и на уровне символов (LER: 4.8% против 18.3%).

Анализ ошибок GMM-HMM системы:

- Фонетическая близость: Наибольшее количество ошибок связано с заменой фонетически близких гласных и согласных, характерных для каракалпакского языка (например, нёбные и губные варианты), что указывает на недостаточную разрешающую способность GMM для их различения.
- Агглютинация: Система часто ошибалась в распознавании аффиксов, что приводило к значительному росту WER из-за изменения целых слов.
- Зависимость от диктора: Качество распознавания существенно падало для дикторов, не представленных в обучающей выборке.

Анализ ошибок Wav2vec 2.0 системы:

- Контекстное понимание: Модель wav2vec 2.0, благодаря архитектуре трансформера, эффективно использует широкий контекст для устранения неоднозначностей.
- Устойчивость к вариациям: Модель показала лучшую устойчивость к индивидуальным особенностям дикторов и незначительным фоновым шумам.
- Роль языковой модели: Использование внешней языковой модели позволило скорректировать в первую очередь ошибки на уровне редких слов и грамматических конструкций, что подтверждает снижение WER с 19.4% до 15.1%.

4. Заключение

Проведенный сравнительный анализ однозначно свидетельствует о подавляющем превосходстве подхода на основе самоконтролируемого

ISSN 3030-3907

обучения (wav2vec 2.0) над традиционным GMM-HMM подходом для задачи распознавания каракалпакской речи. Несмотря на ограниченный объем размеченных данных, способность модели wav2vec 2.0 использовать знания, полученные при предобучении на множестве языков, позволяет достичь высокого качества распознавания.

Основные выводы:

1. Для низкоресурсных языков, таких как каракалпакский, стратегия предобучения + дообучения является наиболее эффективной.

2. Традиционные подходы на основе GMM-HMM, несмотря на сложность реализации и необходимость глубоких экспертных знаний, демонстрируют более низкую точность по сравнению с современными нейросетевыми архитектурами.

3. Качество распознавания модели wav2vec 2.0 может быть существенно улучшено за счет интеграции с относительно простой языковой моделью.

Перспективы дальнейших исследований видятся в следующих направлениях: сбор и разметка более объемного датасета каракалпакской речи, эксперименты с кросс-лингвальным обучением на данных других тюркских языков (казахский, узбекский), а также адаптация модели для распознавания спонтанной речи и диалектных вариантов каракалпакского языка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Povey, D., Ghoshal, A., Boulianne, G., Burget, L., Glembek, O., Goel, N., ... & Veselý, K. (2011). The Kaldi speech recognition toolkit.
2. Rabiner, L. R. (1989). A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition. 77(2), 257-286.
3. Baevski, A., et al. (2020). wav2vec 2.0: A Framework for Self-Supervised Learning of Speech Representations.
4. McAuliffe, M., et al. (2017). Montreal Forced Aligner: Trainable Text-Speech Alignment Using Kaldi.
5. Bujard, B,. Nika, J., Bevilacqua F., Obin N.(2025) Learning Relationships Between Separate Audio Tracks for Creative Applications.
6. Andrea M, Blandón C, Aldeneh Z, Chi J, Seyssel M (2019)Leveraging Audio-Visual Data to Reduce the Multilingual Gap in Self-Supervised Speech Models
7. Источники текстовых данных для каракалпакского языка:
8. https://huggingface.co/datasets/bekan/karakalpak_corpus_v1_m

ISSN 3030-3907

O‘RMON XO‘JALIGI INFRATUZILMASINI RIVOJLANTIRISHNING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI

Boboqulov Abbos Dilshod o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Raqamli texnologiyalar konvergensiyasi kafedrasi
Malikova Nodira Turg‘unovna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Raqamli texnologiyalar konvergensiyasi kafedrasi
E-mail: abbosboboqulov0511@gmail.com

Annotatsiya: Hududiy o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasining mazmuni uning tizimliligi va ko‘p funksiyali faoliyat yuritish nuqtayi nazaridan aniqlab berilgan, respublikadagi asosiy ishlab chiqarish fondlari va yong‘in xavfsizligi holati tahlil qilingan, O‘zbekiston Respublikasining har bir hududidagi o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasi quyidagi uchta parametr asosida tavsiflanadi: 1 ming gektarga to‘g‘ri keladigan yo‘llar uzunligi, bitta o‘rmon xo‘jaligi xodimiga to‘g‘ri keladigan o‘rmonlar maydoni, xususiy o‘rmon xo‘jaligi tashkilotlari soni, hududlarda o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasi rivojlanish darajasining kompleks bahosi amalga oshiriladi,o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasini rivojlantirish bilan bog‘liq asosiy muammolar aniqlangan: asosiy fondlarning yuqori darajada eskirgani, transport tarmog‘ining rivojlanish darajasi pastligi, o‘rmon xo‘jaligi korxonalarida kadrlar bilan ta’minlanish darajasining nihoyatda pastligi, yong‘in xavfsizligi ishlari, xususan, axborot texnologiyalari bilan texnik jihozlanganlikning yetarli emasligi, o‘rmon xo‘jaligi faoliyatida shartnomaviy shakllarning rivojlanmaganligi, hisoblangan kesim hajmidan foydalanish darajasi ko‘rsatkichlari bilan infratuzilma o‘zlashtirilishining umumiy koeffitsienti o‘rtasidagi muhim bog‘liqlik aniqlanib, sanoat o‘rmon qazib olish hududlarining infratuzilmani rivojlantirish orqali o‘rmonlardan foydalanish istiqbollari mavjudligi xulosasiga kelindi, tavsiya etilgan chora-tadbirlar quyidagilarni o‘z ichiga oladi: asosiy fondlarni yangilash va ulardan foydalanish samaradorligini oshirish, o‘rmon yo‘llari va tashuvchi yo‘llar tarmog‘ini rivojlantirish, xodimlar soni me’yorlarini optimallashtirish, zamonaviy axborot-tahlil tizimlarini joriy etish, o‘rmon xo‘jaligini nodavlat tashkil etish shakllarini rivojlantirish.

Kalit so‘zlar: o‘rmon infratuzilmasi, strategik rivojlanish, modernizatsiya, samaradorlik, mintaqaviy rivojlanish, investitsiyalar, iqtisodiy baholash, o‘rmon-sanoat kompleksi, davlat-xususiy sheriklik.

Аннотация: Содержание региональной лесохозяйственной инфраструктуры определено с точки зрения её системности и многофункциональности. Проведен анализ основных производственных фондов и состояния пожарной безопасности в республике. Лесохозяйственная инфраструктура каждого

ISSN 3030-3907

региона Республики Узбекистан характеризуется на основе следующих трёх параметров: длина лесных дорог в расчёте на 1 тысячу гектаров, площадь лесов, приходящаяся на одного работника лесного хозяйства, а также количество частных лесохозяйственных организаций. Осуществлена комплексная оценка уровня развития лесохозяйственной инфраструктуры в регионах. Выявлены основные проблемы, связанные с её развитием: высокая степень износа основных фондов, низкий уровень развития транспортной сети, крайне низкая обеспеченность лесохозяйственных предприятий кадрами, недостаточная техническая оснащённость работ по обеспечению пожарной безопасности, в частности средствами информационных технологий, неразвитость договорных форм в деятельности лесного хозяйства. Установлена важная взаимосвязь между показателями уровня использования расчётной лесосеки и общим коэффициентом освоения инфраструктуры. Сделан вывод о наличии перспектив повышения эффективности использования лесных ресурсов в промышленных лесозаготовительных регионах за счёт развития инфраструктуры. Предлагаемые меры включают обновление основных фондов и повышение эффективности их использования, развитие сети лесных и вывозных дорог, оптимизацию нормативов численности персонала, внедрение современных информационно-аналитических систем, развитие негосударственных организационно-правовых форм ведения лесного хозяйства.

Ключевые слова: лесная инфраструктура, стратегическое развитие, модернизация, эффективность, региональное развитие, инвестиции, экономическая оценка, лесопромышленный комплекс, государственно-частное партнёрство.

Abstract: The concept of regional forestry infrastructure is defined from the perspective of its system integrity and multifunctional operation. An analysis of the main production assets and fire safety conditions in the republic has been conducted. The forestry infrastructure of each region of the Republic of Uzbekistan is described based on the following three parameters: the length of forest roads per 1,000 hectares, the forest area per one forestry employee, and the number of private forestry organizations. A comprehensive assessment of the level of development of forestry infrastructure across regions has been carried out. The main challenges associated with the development of forestry infrastructure have been identified, including the high depreciation rate of fixed assets, underdeveloped transport networks, extremely low staffing levels in forestry enterprises, insufficient technical equipment for fire safety activities—particularly in terms of information technologies—and the underdevelopment of contractual mechanisms in forestry operations. A significant correlation was identified between the indicators of

ISSN 3030-3907

allowable cut utilization rate and the overall infrastructure development coefficient. It is concluded that industrial forest harvesting regions have potential for improving the efficiency of forest resource use through infrastructure development. The recommended measures include renewing fixed assets and improving their utilization efficiency, expanding forest and hauling road networks, optimizing staffing standards, implementing modern information-analytical systems, and developing non-state organizational forms in the forestry sector.

Keywords: forestry infrastructure, strategic development, modernization, efficiency, regional development, investments, economic assessment, forest industry complex, public-private partnership.

1. Kirish

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-avgustdagi “Respublikada o‘rmonlardan foydalanish samaradorligini oshirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-4424-son qaroriga asosan: 2020-yil 1-yanvardan boshlab o‘rmon fondining o‘rmon bilan qoplanmagan yerlarini ijaraga berish tizimi yo‘lga qo‘yilganligi; 2020-yilning yanvar - sentabr oylarida o‘rmon fondining o‘rmon bilan qoplanmagan 29 ming gektardan ortiq yerlari 1 561 ta jismoniy va yuridik shaxslarga 275 mlrd so‘m va 7 mln dollardan ortiq investitsiya kiritish, 4300 ta yangi ish o‘rinlari yaratish sharti bilan 49 yilgacha muddatga ijaraga berilganligi ma’lumot uchun qabul qilinsin.

O‘rmon xo‘jaligi o‘rmon-sanoat kompleksining resurs bilan ta’minlovchi tarmog‘i hisoblanadi, shu boisdan uning holati va rivojlanishi ko‘p o‘rmonli hudud hisoblangan O‘zbekiston Respublikasi uchun strategik ahamiyatga ega. Shunga qaramay, o‘rmon sanoatining “pastki” tarmoqlari – o‘rmon xo‘jaligi va o‘rmon kesish ishlari – qayta ishlash tarmoqlariga nisbatan ancha orqada qolmoqda.

Shu tarixiy fon doirasida shakllangan o‘rmon infratuzilmasi o‘zida ikki yo‘nalishni aks ettirdi: bir tomondan iqtisodiy siyosatning xususiyatlarini, ikkinchi tomondan esa o‘rmon xo‘jaligi tarmog‘ining faoliyat yuritishdagi o‘ziga xos jihatlarini. Bugungi kunda o‘rmon xo‘jaligi mustaqil tarmoq sifatida markazlashgan rejalashtirilgan iqtisodiyot va tarmoqlararo boshqaruv tizimi shakllanganidan keyin vujudga kelgan. O‘rmon resurslaridan foydalanish va ularni tiklashning yagona jarayoni isloh qilinishi natijasida, tashkilot va texnologik uzilishlar yuzaga kelgan. Smeta-byudjet asosidagi moliyalashtirish esa o‘rmon xo‘jaligini iqtisodiy rivojlanish uchun zarur bo‘lgan manfaatdorlik omillaridan mahrum qildi. Bu esa tarmoqning o‘z-o‘zini moliyaviy ta’minlash imkoniyatlarini chekladi. O‘rmon xo‘jaligini isloh qilish borasida oxirgi urinish amaliyotda uning faoliyat samaradorligini oshirishga olib kelmadi.

2. Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili.

ISSN 3030-3907

O‘rmon xo‘jaliklari malakali kadrlar, asosiy va aylanma vositalar, shuningdek, o‘rmonlarni tiklash, yong‘inga qarshi kurash va boshqa ishlarni bajarish imkonini beruvchi infratuzilmaga ega edi. Biroq boshqaruv tuzilmasining isloh qilinishi ishlab chiqarish bazasining jiddiy qisqarishiga olib keldi va bu tarmoq faoliyatiga salbiy ta’sir ko‘rsatdi. Gibej A.A ni fikricha hozirgi bosqichda o‘rmon infratuzilmasining “rivojlanish darajasi” nafaqat o‘rmonlardan foydalanish umumiy holatining hosilasi, balki butun o‘rmon sanoat kompleksini rivojlantirishdagi asosiy omillardan biridir. O‘rmon infratuzilmasining faoliyatidagi kamchiliklar sanoat jihatdan rivojlangan hududlarda o‘rmonlardan foydalanishni intensivlashtirish va hali foydalanilmagan o‘rmon resurslarini o‘zlashtirish jarayonlarini sekinlashtirmoqda. O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasining rivojlanish tendensiyalarini aniqlash va mumkin bo‘lgan yo‘nalishlarini belgilash mintaqaviy o‘rmonlardan foydalanishni rivojlantirishga xizmat qiladi. Ma’lum bo‘lgan mahalliy ilmiy-tadqiqot ishlarida o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasi alohida obyekt sifatida ko‘rib chiqilmagan, balki qishloq hududlarining o‘rmon infratuzilmasi yoki mintaqaning o‘rmon-sanoat kompleksining infratuzilmasi tarkibiy qismi sifatida tahlil qilingan. Shunga qaramay, barcha tadqiqotlarda o‘rmon infratuzilmasini yaratish va rivojlantirish samarali o‘rmon xo‘jaligi faoliyatini ta’minlashdagi hal qiluvchi omil sifatida e’tirof etilgan.

Voytyuk M.M ning “Hududning qishloq joylarida o‘rmon infratuzilmasini rivojlantirish strategiyasi” avtoreferatida O‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasining mazmuni va ta’rifi “infratuzilma” tushunchasining dastlabki ma’nosidan – ya’ni har qanday faoliyat yoki tizimning asosi, bazasi sifatidagi funksiyasidan kelib chiqadi. Ishlab chiqarish infratuzilmasi (shu jumladan o‘rmon infratuzilmasi)ning faoliyatiga oid umumiy qabul qilingan xususiyatlar – bu har bir alohida ishlab chiqarish jarayoni uchun tashqi ta’minotni amalga oshirish, bajarilayotgan funksiyalarning doimiyligi va o‘zaro bog‘liqligidir. So‘nggi yillarda infratuzilma tobora ko‘proq “makon tashkilotchisi” – ya’ni iqtisodiy va ijtimoiy makonni shakllantiruvchi unsur, shuningdek hudud rivojlanishining salohiyati va zaxirasi sifatida talqin qilinmoqda.

Biz o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasini – o‘rmon xo‘jaligi faoliyatini ta’minlash jarayonida foydalaniladigan obyektlar va faoliyat turlari majmui sifatida tushunadi. Bu obyektlar o‘rmon xo‘jaligining moddiy, texnik, texnologik va tashkiliy asosini shakllantiradi. O‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasining asosiy obyektlariga quyidagilar kiradi: binolar, inshootlar va transport vositalari; ishchi va quvvat mashinalari hamda uskunalar. Ishlab chiqarishdagi ishtirok darajasiga ko‘ra, obyektlar ishlab chiqarish va noishlab chiqarish obyektlariga bo‘linadi, tarmoqqa tegishliligi jihatidan esa – sanoat-ishlab chiqarish obyektlari hamda

ISSN 3030-3907

yordamchi tarmoqlarning obyektlariga ajratiladi. Alohida infratuzilma obyektiga esa o‘rmon fondi kiradi, u resurslarni tiklovchi va resurs bilan ta’minlovchi funksiyalarni bajaradi.

O‘rmon xo‘jaligini ta’minlovchi asosiy faoliyat turlari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- ishlab chiqarish ta’minoti (yong‘inga qarshi va o‘rmonni himoyalash ishlari; yog‘och va yog‘och bo‘lmagan mahsulotlarni tayyorlash, qayta ishlash va saqlash; urug‘ yig‘ish va saqlash;
- o‘rmonlarni tiklash uchun ko‘chat materiallarini yetishtirish va tayyorlash; ta’mirlash-texnik ishlari; moddiy-texnik ta’minot);
- institutsional-tashkiliy ta’minot (boshqaruv va tashkiliy funksiyalar majmui); axborot xizmati (kommunikatsiya vositalari orqali ma’lumot uzatish);
- transport xizmati;
- ijtimoiy xizmatlar (tibbiy xizmat, xodimlar malakasini oshirish, madaniy-maishiy va rekreatsion xizmatlar).

O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasining holati va rivojlanish muammolari. Ushbu sohani o‘rganishda birinchi darajali ma’lumotlarni to‘plashdagi asosiy qiyinchilik shundaki, hozirgacha o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasi yagona statistik hisob birligi sifatida mavjud emas. Uning rivojlanish darajasi va samaradorligini baholashga oid ko‘rsatkichlar tizimi mavjud emas. Shu sharoitda O‘zbekiston Respublikasi O‘rmon xo‘jaligi davlat qo‘mitasining har yili chiqariladigan tarmoq hisobotlari asosida o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasini rivojlantirishning asosiy tendensiyalarini aniqlashga urinish qilindi. Unda transport, ishlab chiqarish-tashkiliy, yong‘inga qarshi va institutsional xizmatlar, shuningdek, ularning mos infratuzilma obyektlari holati ko‘rib chiqildi.

3. Tadqiqot metodologiyasi

O‘rmon xo‘jaligining transport bilan ta’minlanganligi, O‘rmon sanoatini xomashyo bilan ta’minlashdagi asosiy omil bu – transport tarmog‘ining mavjudligidir. 1 ming gektarga to‘g‘ri keladigan o‘rmon yo‘llari uzunligi ko‘rsatkichiga ko‘ra tumanlar va shaharlarining taqsimoti 1-jadvalda keltirilgan. Barcha hududlarda 1 ming gektarga to‘g‘ri keladigan o‘rmon yo‘llari uzunligi yetarli emas. O‘rmon kesish bo‘yicha hisoblangan me’yoriy miqdorni o‘zlashtirish uchun (qaysi turdagi daraxt bo‘lishidan qat’i nazar) ekspluatatsiya qilinadigan o‘rmonlarda har 1 ming gektarga kamida 7 km, himoya o‘rmonlarida esa 11–14 km turli tipdagi o‘rmon yo‘llari mavjud bo‘lishi zarur. Ularning kamida 30–35% qattiq qoplamali bo‘lishi kerak, ya’ni yil davomida har qanday ob-havoda foydalanish imkonini beradigan yo‘llar bo‘lishi lozim. O‘zbekiston Respublikasida qattiq qoplamali yo‘llarning ulushi o‘rtacha atigi 57% ni tashkil etadi. O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon fondini muhofaza qilish, ko‘paytirish, undan oqilona

ISSN 3030-3907

foydalanish, uning moddiy-texnika bazasini modernizatsiya qilish, sohaga bozor mexanizmlarini hamda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish, kadrlar salohiyatini oshirish hisobiga ilm-fan yutuqlaridan samarali foydalanish, shuningdek, 2030-yilgacha bo‘lgan davrda o‘rmon xo‘jaligini isloh qilishning ustuvor yo‘nalishlarini belgilash maqsadida:

1-jadval

O‘rmon yo‘llarining uzunligi, 1 ming/km ga

Mahalliy tuman va shahar boshqaruv hududi	1 ming gektarga to‘g‘ri keladigan o‘rmon yo‘llarining uzunligi
Shahrisabz o‘rmon xo‘jaligi	1
Yakkabog‘ o‘rmon xo‘jaligi	2,5
Qarshi o‘rmon xo‘jaligi	2
G‘uzor o‘rmon xo‘jaligi	3
Chiroqchi o‘rmon xo‘jaligi	3,5
Koson o‘rmon xo‘jaligi	2
Dehqonobod o‘rmon xo‘jaligi	3,6

O‘rmonlarni parvarishlash bo‘yicha kesish ishlarini olib borish uchun yo‘llarga bo‘lgan ehtiyoj to‘liq daraxt kesishdan ham kattaroqdir. O‘rmon fondining to‘liq hududini o‘rmon xo‘jaligi tadbirlari bilan qamrab olish uchun har 1 ming gektar maydonga 7–11 km yo‘l bo‘lishi kerak. Shu sababli, kelajakda mavjud tuproqli yo‘llarni kapital ta’mirlash va yangi o‘rmon xo‘jaligi, yong‘inga qarshi va qattiq qoplamali o‘rmon tashuvchi yo‘llar qurilishi bo‘yicha ishlarni olib borish zarur.

O‘rmon xo‘jaligini ishlab chiqarish tashkiliy ta’minoti. Hududlarda o‘rmon xo‘jaligi faoliyatini tashkil etish darajasini aniqlash uchun bitta o‘rmon xo‘jaligi xodimiga to‘g‘ri keladigan o‘rmon fondi maydoni ko‘rsatkichi ishlatildi. Bu ko‘rsatkich bo‘yicha, O‘zbekiston Respublikasi bo‘yicha har bir xodimga o‘rtacha 19 040 gektar o‘rmon fondi to‘g‘ri keladi.

Yevropa mamlakatlari va Rossiyaning ko‘plab qo‘riqxonalarida samarali o‘rmon boshqaruvi uchun xodimga 500 gektargacha bo‘lgan yuklama optimal deb hisoblanadi. Shunday qilib, O‘zbekiston Respublikasida mavjud xodimlar soni bu normadan 20 - 40 barobar kam bo‘lgani uchun o‘rmonlarni samarali boshqarish sezilarli darajada murakkablashtiriladi. Yana bir muhim muammo – asosiy fondlar va jihozlarning juda yuqori darajada eskirganligi. O‘zbekiston Respublikasi O‘rmon xo‘jaligi davlat qo‘mitasi va unga qarashli davlat muassasalarining operativ boshqaruvidagi infratuzilmaga quyidagilar kiradi: boshqaruv binolari, hududiy o‘rmon xo‘jaliklari binolari, avtotransport vositalari, o‘rmon xo‘jalik texnikasi va boshqa uskunalar. O‘rmon xo‘jaligini yong‘inga qarshi ta’minlash. O‘rmon xo‘jaligi faoliyatida yong‘inga qarshi tadbirlar alohida ahamiyat kasb

ISSN 3030-3907

etadi. Yer usti monitoring zonasi chegarasini belgilashda asosiy mezon – yong‘inni o‘chirish vositalari va inson kuchini voqea joyiga 3 soat ichida yetkazish imkoniyatidir. Bunday hududlarga aholisi zich joylashgan, yo‘l tarmoqlari rivojlangan hududlar kiradi, bu joylarda aviatsiyadan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Bunday hududlarda yong‘inni aniqlash va o‘chirish ishlarini yer usti usullari bilan amalga oshirish kerak. Biroq, so‘nggi yillarda yer usti monitoring zonasi maydoni atigi 2,5 ming gektarni yoki yong‘in xavfi bo‘yicha umumiy monitoring maydonining 0,7% ini tashkil qilmoqda.

Ammo, aviatsiya vositalarini ijaraga olish xarajatlarining oshishi va parvozlar sonining kamayishi fonida yong‘inlarni aniqlash darajasi doimiy ravishda pasayib bormoqda. Natijada, yong‘inlar ko‘pincha aniqlangan vaqtga kelib o‘nlab gektar maydonni egallagan bo‘ladi. Bunday yong‘inlarni o‘chirish ko‘plab muammolar bilan bog‘liq: katta miqdordagi inson resurslari va yong‘in o‘chirish vositalariga bir vaqtning o‘zida ehtiyoj, aviayoqilg‘ining yetishmasligi, vertolyotlar taqchilligi va boshqalar.

O‘rmonlarni yong‘in va noqonuniy kesishdan himoya qilishdagi muammolar;

Olingan ma’lumotlar tahliliga asoslanib, quyidagi xulosani chiqarish mumkin:

Texnik vositalar, xodimlar va o‘rmonchilar yetishmasligi – o‘rmonlarni yong‘in va qonunbuzarliklardan himoya qilish samaradorligining pasayishiga olib kelayotgan asosiy sabablaridan biridir. O‘rmon xo‘jaligi faoliyatini tashkil qilishning shartnoma (kontrakt) shaklini rivojlantirish.

O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi faoliyati ekologik barqarorlikni ta'minlash, cho‘llanishga qarshi kurashish va bioxilma-xillikni saqlashda muhim rol o‘ynaydi. Bu faoliyatni moliyalashtirish so‘nggi yillarda davlat siyosatida ustuvor yo‘nalishlardan biri sifatida e’tirof etilgan. Davlat byudjeti orqali moliyalashtirish. Har yili O‘zbekiston Respublikasi Davlat byudjetidan O‘rmon xo‘jaligi agentligi faoliyatiga mablag‘lar ajratiladi. Davlat dasturlari asosida o‘rmon maydonlarini kengaytirish, ko‘chat ekish va cho‘llanishga qarshi kurashish bo‘yicha moliyaviy qo‘llab-quvvatlash mavjud. 2020–2024-yillarda 1 mln gektardan ortiq maydonlarda o‘rmon barpo etish bo‘yicha dastur ishlab chiqilgan va unga byudjetdan mablag‘ ajratilgan. Davlat-xususiy sheriklik (DXSh); So‘nggi yillarda O‘zbekiston o‘rmon fondi yerlarida xususiy sektorga ajratilgan maydonlarda dorivor, mevali, manzarali o‘simliklar yetishtirish bo‘yicha 1000 dan ortiq loyiha yo‘lga qo‘yilgan. Xususiy investorlar bilan shartnomalar asosida sug‘orma ko‘chatxonalar, issiqxonalar barpo etilmoqda [1].

ISSN 3030-3907

Respublika bo‘yicha davlat tomonidan moliyalashtiriladigan o‘rmon xo‘jaligi ishlarining umumiy hajmida kontrakt asosidagi ishlarning o‘rtacha ulushi o‘rtacha ulushi (2020–2024 yillar kesimida): – 35-40 % ni tashkil qilgan. O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon fondini muhofaza qilish, ko‘paytirish, undan oqilona foydalanish, uning moddiy-texnika bazasini modernizatsiya qilish, sohaga bozor mexanizmlarini hamda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish, kadrlar salohiyatini oshirish hisobiga ilm-fan yutuqlaridan samarali foydalanish, shuningdek, 2030-yilgacha bo‘lgan davrda o‘rmon xo‘jaligini isloh qilishning ustuvor yo‘nalishlarini belgilash maqsadida: O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 23-avgustdagi “Respublikada o‘rmonlardan foydalanish samaradorligini oshirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-4424-son qaroriga asosan:

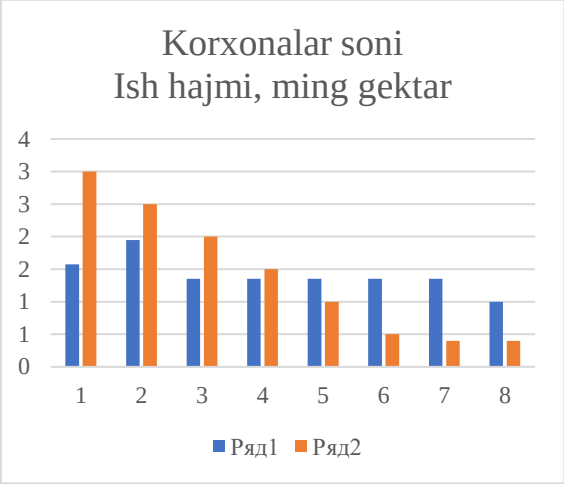
2020-yil 1-yanvardan boshlab o‘rmon fondining o‘rmon bilan qoplanmagan yerlarini ijaraga berish tizimi yo‘lga qo‘yilganligi;

2020-yilning yanvar - sentabr oylarida o‘rmon fondining o‘rmon bilan qoplanmagan 29 ming gektardan ortiq yerlari 1 561 ta jismoniy va yuridik shaxslarga 275 mlrd so‘m va 7 mln dollardan ortiq investitsiya kiritish, 4300 ta yangi ish o‘rinlari yaratish sharti bilan 49 yilgacha muddatga ijaraga berilganligi ma’lumot uchun qabul qilinsin [2].

4. Tahlil va natijalar

Infratuzilmaning rivojlanish darajasini tumanlar bo‘yicha baholash. Tumanlar bo‘yicha infratuzilmaning rivojlanish darajasini baholash uchun tadqiqotda uchta ko‘rsatkichdan foydalanildi: 1 ming gektar maydonga yo‘l uzunligi; o‘rmon xo‘jaligi xodimiga to‘g‘ri keladigan o‘rmon maydoni; nodavlat o‘rmon xo‘jaligi korxonalari soni. Har bir ko‘rsatkich uchun uning maksimal (1 ming gektarga yo‘l uzunligi ko‘rsatkichlari va nodavlat o‘rmon xo‘jaligi korxonalari soni bo‘yicha) yoki minimal (o‘rmon xo‘jaligi xodimiga to‘g‘ri keladigan o‘rmon fondi maydoni ko‘rsatkichi uchun) ulushi sifatida hisoblangan daraja aniqlandi, bu umumiy qatordagi ko‘rsatkich qiymatlarini taqsimlashda mintaqaning o‘rnini tavsiflaydi. Har bir mintaqa uchun uchta ko‘rsatkich bo‘yicha daraja qiymatlari asosida infratuzilmani rivojlantirish koeffitsienti o‘rtacha arifmetik qiymatdan foydalangan holda aniqlandi (2-jadval). Tumanlar infratuzilmaning rivojlanish darajasiga ko‘ra o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasi yuqori, o‘rta va past bo‘lgan guruhlarga ajratildi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



1-rasm. Shartnoma asosidagi o‘rmon xo‘jaligi faoliyati.

Ryad 1 - Nodavlatlat korxonalar soni,

Ryad 2 - Shartnomalar bo‘yicha ish hajmi, ming gektar

2-jadval

O‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasini rivojlantirish koeffitsienti

Mahalliy tuman va shahar boshqaruv hududi	Koeffitsiyent	Infratuzilma darajasi
Dehqonobod o‘rmon xo‘jaligi	3,6	Yuqori
Chiroqchi o‘rmon xo‘jaligi	3,5	
G‘uzor o‘rmon xo‘jaligi	3	
Yakkabog‘ o‘rmon xo‘jaligi	2,5	O‘rtacha
Qarshi o‘rmon xo‘jaligi	2	
Koson o‘rmon xo‘jaligi	2	
Shahrisabz o‘rmon xo‘jaligi	1	Past
Qumdaryo o‘rmon xo‘jaligi	1	

Korrelatsion tahlil yordamida infratuzilma rivojlanish ko‘rsatkichlarining o‘zaro bog‘liqligi, shuningdek, ular bilan tumanlar kesimida hisoblangan kesilma miqdoridan foydalanish darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlik o‘rganildi. O‘rganish natijasida o‘rmon yo‘llari bilan ta’minlanganlik ko‘rsatkichlari va o‘rmon xo‘jaligi xodimiga to‘g‘ri keladigan o‘rmon fondi maydoni o‘rtasida yuqori darajadagi o‘zaro bog‘liqlik aniqlangan. Shuningdek, ushbu ko‘rsatkichlarning o‘rmon xo‘jaligi korxonalari soni va pudrat ishlari hajmi bilan qisman bog‘liqligi belgilandi [3]. O‘rmon xo‘jaligi infratuzilma ko‘rsatkichlarining hududiy iqtisodiy rivojlanish darajasiga ta’siri, tumanlar bo‘yicha hisoblangan kesilma miqdoridan

ISSN 3030-3907

foydalanish darajasi va umumiy infratuzilma rivojlanish koeffitsienti asosida baholandi. Ushbu ko‘rsatkichlar o‘rtasida yuqori darajadagi bog‘liqlik aniqlanib, korrelyatsiya koeffitsienti 0,6 ni tashkil etdi.

O‘rmon xo‘jaligini transport, tashkiliy va ishlab chiqarish xizmatlari bilan ta’minlash holatini o‘rganish quyidagi asosiy muammolarni aniqlashga imkon berdi:

– moddiy-texnik ta’minotning asosiy vositalari yuqori darajada eskirgani, bu esa o‘rmon xo‘jaligi faoliyatining samaradorligini pasaytiradi;

– o‘rmon xo‘jaligi va o‘rmon resurslaridan foydalanish imkoniyatlari mavjud bo‘lsada, transport tarmog‘ining rivojlanish darajasi pastligi;

– o‘rmon xo‘jaligi korxonalarida boshqaruv va ishlab chiqarish xodimlari bilan ta’minlanganlik darajasining nihoyatda pastligi, bu esa o‘rmonlarni samarali boshqarishni ta’minlay olmaydi;

– yong‘inlarga qarshi ishlarni o‘z vaqtida aniqlash va bartaraf etishni qiyinlashtirayotgan texnik jihozlanishning yetarli emasligi, xususan zamonaviy axborot ta’minotining rivojlanmaganligi bilan bog‘liq;

– o‘rmon xo‘jaligi faoliyatini tashkil etishda pudrat shakllarining rivojlanish darajasi pastligi.

O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasini rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlari. 2025-2027 yillarda O‘zbekiston Respublikasining ijtimoiy va ishlab chiqarish infratuzilmasini rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. 2025 – 2027 yillarda O‘zbekiston Respublikasining ijtimoiy va ishlab chiqarish infratuzilmasini rivojlantirish dasturi (keyingi o‘rinlarda - Dastur) hokimliklar, vazirlik va idoralar takliflari asosida ishlab chiqilib, Xalq deputatlari mahalliy kengashlari tomonidan ma’qullangani hamda quyidagilar uning ustuvor yo‘nalishlari etib belgilangani ma’lumot uchun qabul qilinsin: atrof-muhitni asrash va “yashil iqtisodiyot” yo‘nalishlariga 2025-yilda 2,4 trillion so‘m mablag‘ ajratish hamda obyektlarni loyihalashtirish va qurishda atrof-muhitga ta’sirni kamaytirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan samarali foydalanish; U uchta kichik dasturni o‘z ichiga oladi: “O‘rmonni barqaror boshqarish”, “O‘rmon xo‘jaligida ilg‘or texnologiyalarni rivojlantirish”, “Davlat dasturi ijrosini ta’minlash” [5]. O‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasi ob’yektlarini rivojlantirish “O‘rmon xo‘jaligida ilg‘or texnologiyalarni rivojlantirish” kichik dasturida nazarda tutilgan bo‘lib, uning maqsadi o‘rmon va o‘rmon xo‘jaligining iqtisodiy salohiyatini oshirishdan iborat. Bunga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi: o‘rmon xo‘jaligini modernizatsiya qilish va innovatsiyalarni joriy etish; o‘rmon xo‘jaligi sohasida investitsiya faoliyatini rag‘batlantirish; o‘rmon xo‘jaligi sohasida yagona axborot-kommunikatsiya makonini yaratish [4].

Quyidagi asosiy tadbirlarni amalga oshirish ko‘zda tutildi:

ISSN 3030-3907

– innovatsion metodlar asosida o‘rmon xo‘jaligini tashkil etish, barqaror o‘rmon xo‘jaligiga o‘tish bo‘yicha namunaviy yechimlarni ishlab chiqish;

– yerdan masofadan zondlash ma’lumotlarini tahlil qilishdan foydalangan holda axborot-tahliliy tizimlarni yaratish;

– o‘rmonzorlarni sotib olish va sotish bo‘yicha auksionlar tashkil etish, fuqarolarga yog‘ochni berish bo‘yicha ishlar;

– yangi o‘rmon maydonlarini xo‘jalik muomalasiga jalb etish uchun moliyaviy-iqtisodiy sharoit yaratish, o‘rmon yo‘llarini qurish va rekonstruksiya qilish hajmini oshirish;



2-rasm. Kitob davlat o‘rmon xo‘jaligi o‘rmon infratuzilmasi rivojlanish darajasining taqsimoti.

O‘rmon fondi hisobi va o‘rmon uchastkalaridan foydalanishni nazorat qilishga doir axborot tizimlarini ishlab chiqish va joriy etish, shuningdek, yagona o‘rmon xo‘jaligi dispetcherlik xizmatini yaratish [6]. Dasturiy tadbirlarni amalga oshirish jarayonida muayyan ijobiy natijalarga erishildi, shu bilan birga, yangi muammolar va “zaif bo‘g‘inlar” aniqlandi. Xususan, noqonuniy daraxt kesish holatlari kamayganligi kuzatildi, bu esa o‘rmonlarni qo‘riqlashning moddiy-texnik va transport bazasi yaxshilanishi natijasidir. Natijada, o‘rmonlarni muhofaza qilish va himoya qilish ishlari sifati oshgan [7].

5. Xulosa

O‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasi faoliyatini o‘rganish va O‘zbekiston Respublikasida o‘rmon xo‘jaligini rivojlantirish bo‘yicha amalga oshirilgan chora-tadbirlar tajribasi quyidagi yo‘nalishlarni belgilashga imkon berdi: O‘rmon va o‘rmon tashish yo‘llari tarmog‘ini rivojlantirish, shu jumladan yo‘llarni qurish, ta’mirlash va xizmat ko‘rsatish. Yo‘l infratuzilmasini shakllantirishda “O‘zbekiston Respublikasi o‘rmon yo‘llari tarmog‘ini rivojlantirish bo‘yicha bosh sxema” eng puxta ishlab chiqilgan hujjat hisoblanadi. O‘rmon xo‘jaligi korxonalarida boshqaruv-ishlab chiqarish xodimlari sonini optimal me’yorlarga yetkazish. Eskirgan moddiy-texnik bazani yangilash va ularning foydalanish

ISSN 3030-3907

samaradorligini oshirish. Bu borada, mavjud uskunalar va binolarni yangilash, ularni samarali boshqarish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. O‘rmonlarni qo‘riqlash va himoya qilish tizimini takomillashtirish, zamonaviy texnika va axborot-tahliliy boshqaruv tizimlarini joriy etish. Shartnoma asosidagi nodavlat shakldagi o‘rmon xo‘jaligi ishlab chiqarish tuzilmalarini rivojlantirish. Ushbu yo‘nalishlar bo‘yicha rivojlanish barcha o‘rganilgan tumanlarda o‘rmon xo‘jaligi infratuzilmasini takomillashtirishga xizmat qiladi hamda kelajakda mintaqaviy iqtisodiyotning samarali faoliyat yuritishi uchun qulay shart-sharoitlar yaratadi.

ADABIYOTLAR

1. Bolshakov N.M., Jideleva V.V., Rabkin S.V. Periferik qishloq hududlarining transportga ega bo‘lishi: nazariya, metodologiya, amaliyot (O‘zbekiston Respublikasi misolida) // O‘zbekiston fan markazi xabarlari, Rossiya Fanlar Akademiyasi Ural bo‘limi. 2015. № 2(22). B. 95–103.
2. Timofeyeva G.V. Qishloq xo‘jaligini rivojlantirish omili sifatida agro-sanoat majmuasi infratuzilmasining rivojlanishi // Volgograd Davlat Universiteti axborotnomasi. Seriya 3: Iqtisodiyot. Ekologiya. – 2010. – №8. URL:http://cyberleninka.ru/article/n/razvitieinfrastruktury-apk-kak-faktor-podema-otechestvennogo-selskogo-hozyaystva (murojaat sanasi: 17.12.2013).
3. Hakimova Sh.A. “Qishloq xo‘jaligi infratuzilmasi va uning rivojlanishi” “Экономика и социум” №10(113)-1 2023 73-76 b.
4. Zaripov A.D. “Qishloq xo‘jaligidagida investitsiya jarayoni, jahon xizmatlar bozori va hududni rivojlantirishda xizmat ko‘rsatishning roli.” Journal of Economy, Tourism and Service Vol. 3, No. 08, 2024 ISSN:2181-435X 126-134 b.
5. Boboqulov A.D. “Ecological and economic classification of regional forest resources as a basis for their evaluation”. SJIF 2019: 5.222 2020: 5.552 2021: 5.637 2022:5.479 2023:6.563 2024: 7,805 eISSN :2394-6334 https://www.ijmrd.in/index.php/imjrd Volume 12, issue 05 (2025).
6. Boboqulov A.D. “Forest Management System Based on Geospatial Information Resources” in Volume 05 Issue04 April 2025. ARTICLE DOI:-https://doi.org/10.37547/ajahi/Volume05Issue04-09.
7. Nazarova G.N., Boboqulov A.D. “Uchuvchisiz uchish apparatlari yordamida o‘rmon xo‘jaligini monitoring qilish”. Raqamli transformatsiyalash jarayonida muhandislik sohalari va iqtisodiyot tarmoqlarini rivojlantirish: muammo va yechimlar 639-643 b.

ISSN 3030-3907

KOMPYUTER TARMOQLARIDA ZARARLI TRAFIKNI ANIQLASH VA FILTRLASH UCHUN MASHINAVIY O‘RGANISHGA ASOSLANGAN INTEGRATSIYALASHGAN YONDASHUV

Ganiyev Abduxalil Abdujalilovich
Muxammad al – Xorazmiy nomidagi TATU “Axborot xavfsizligi” kafedrasi dotsenti.
Email: abduhalilganiyev58@gmail.com
Norbutayev Xurshid Alijon o‘g‘li
Muxammad al – Xorazmiy nomidagi TATU “Axborot xavfsizligi” kafedrasi magistranti.
Email: 123norbutayev@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda kompyuter tarmoqlari orqali uzatilayotgan zararli trafikni aniqlash va uni filtrlashning mashinaviy o‘rganishga asoslangan integratsiyalashgan yondashuvi taklif etiladi. Zamonaviy tarmoqlarda botnetlar, DDoS hujumlari, ma’lumot o‘g‘irlash (data exfiltration) va anomaliyaviy faoliyat tahlili murakkablashib borayotganligi sababli, an’anaviy signatura asosidagi tizimlar yuqori samaradorlikni ta’minlay olmaydi. Taklif etilgan model NetFlow/PCAP oqimlaridan olingan statistik va vaqtga bog‘liq featureni birlashtiradi va ularni L1/L2 penalti asosida optimallashtirilgan mashinaviy o‘rganish klassifikatorlari (Logistic Regression, SVM, Random Forest) bilan tahlil qiladi. Natijalarga ko‘ra, gibrid model anomaliyani erta aniqlashda yuqori aniqlik (Accuracy), F1-score va Recall ko‘rsatkichlariga erishgan. Tadqiqot natijalari real vaqt rejimidagi IDS/IPS tizimlarini takomillashtirishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: zararli trafik, anomaliya deteksiyasi, NetFlow, PCAP, botnet, mashinaviy o‘rganish, trafik filtrlash, IDS, statistik tahlil.

Аннотация. В данном исследовании предлагается интегрированный подход на основе машинного обучения для обнаружения и фильтрации вредоносного трафика, передаваемого по компьютерным сетям. Усложнение современных сетевых угроз, таких как ботнет-атаки, DDoS-воздействия, утечка данных (data exfiltration) и аномальная активность, приводит к снижению эффективности традиционных сигнатурных систем. Предлагаемая модель объединяет статистические и временные признаки, извлечённые из потоков NetFlow/PCAP, и анализирует их с помощью классификаторов машинного обучения, оптимизированных с использованием L1/L2-регуляризации (Logistic Regression, SVM, Random Forest). Экспериментальные результаты показывают, что гибридная модель достигает высокой точности, F1-показателя и Recall в задаче раннего обнаружения аномалий. Полученные выводы могут быть использованы для повышения эффективности IDS/IPS систем в режиме реального времени.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: вредоносный трафик, обнаружение аномалий, NetFlow, PCAP, ботнет, машинное обучение, фильтрация трафика, IDS, статистический анализ.

Abstract. This study proposes an integrated machine-learning approach for detecting and filtering malicious traffic transmitted through computer networks. As modern network environments face increasingly sophisticated threats such as botnets, DDoS attacks, data exfiltration, and anomalous behaviors, traditional signature-based systems fail to provide sufficient accuracy and resilience. The proposed model combines statistical and time-dependent features extracted from NetFlow/PCAP streams and analyzes them using machine-learning classifiers optimized with L1/L2 regularization (Logistic Regression, SVM, Random Forest). Experimental results show that the hybrid model achieves high performance in early anomaly detection, demonstrating superior Accuracy, F1-score, and Recall metrics. The findings can be effectively applied to enhance real-time IDS/IPS systems.

Keywords: malicious traffic, anomaly detection, NetFlow, PCAP, botnet, machine learning, traffic filtering, IDS, statistical analysis.

Kirish.

Raqamli transformatsiya jarayonlari global miqyosda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishiga olib keldi. Turli biznes tuzilmalari, davlat idoralari, ta’lim muassasalari va sanoat korxonalari o‘z faoliyatini tobora ko‘proq raqamlashtirmoqda. Shu bilan birga, kompyuter tarmoqlari orqali uzatiladigan ma’lumotlar hajmi keskin ortib bormoqda. Tarmoqlarni keng ko‘lamda qo‘llash, ularning ochiqligi va global miqyosda o‘zaro bog‘langanligi axborot xavfsizligi masalalarini yanada murakkablashtirmoqda. Ayniqsa, zararli trafik, botnetlar, service exploitation, DDoS hujumlari, advanced persistent threat (APT) kabi yangi avlod hujumlari axborot tizimlari uchun katta tahdid solmoqda.

An’anaviy signatura asosidagi himoya mexanizmlari (Snort, Suricata, Bro/Zeek) ma’lum bo‘lgan hujumlarni aniqlashda samarali bo‘lsada, yangi hujum turlarini tanib olishda ko‘p hollarda ojiz qoladi. Sababi, zararli aktorlar tomonidan yaratib borilayotgan murakkab, yashirin, kriptografik jihatdan obfuskatsiyalashgan trafikni signatura asosida aniqlash juda mushkul. Bunday sharoitda mashinaviy o‘rganishga asoslangan yondashuvlar tarmoqlarda yuzaga kelayotgan anomal yoki zararli xatti-harakatlarni oldindan bashorat qilish imkonini bermoqda.

Ushbu tadqiqotning asosiy vazifasi — kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash va filtrlash uchun mashinaviy o‘rganish, statistik tahlil, oqim xususiyatlari (flow features) hamda NetFlow/PCAP loglarining integratsiyasiga asoslangan kompleks modelni ishlab chiqish va uni tajriba asosida baholashdan

ISSN 3030-3907

iborat. Mazkur maqola NetFlow oqimlarining statistik parametrlaridan tortib, PCAP loglaridagi paket sathidagi xususiyatlargacha bo‘lgan ko‘p qatlamli tahlilni o‘z ichiga oladi. Tahlil natijalariga ko‘ra, L1 penalti asosida featureni optimallashtiruvchi Logistic Regression, RBF kerneliga ega SVM va Random Forest klassifikatorlarining yuqori aniqlik ko‘rsatishi isbotlandi.

Kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan bo‘lsa-da, NetFlow va PCAP oqimlarining integratsiyalashgan analiziga asoslangan mashinaviy o‘rganish modeli hali ham dolzarb va ilmiy tadqiqotlar talab qiladigan yo‘nalish hisoblanadi. Ushbu tadqiqot aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan. Kelgusida real vaqt rejimidagi IDS/IPS tizimlariga integratsiya qilish uchun samarali metodlar ishlab chiqilishi, xavfsizlik tizimlari samaradorligini oshiradi va tarmoqdagi zararli xatti-harakatlarni erta aniqlash imkonini beradi.

Zararli trafikni aniqlash faqatgina texnik masala emas, balki iqtisodiy va strategik ahamiyatga ega. Chunki korporativ tarmoqlarda zararli trafik tufayli yuzaga keladigan uzilishlar, ishdan chiqishlar va ma’lumotlarning o‘g‘irlanishi katta moddiy zarar yetkazadi. Shu sababli ushbu tadqiqot ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, axborot xavfsizligini ta’minlash bo‘yicha zamonaviy yondashuv sifatida e’tirof etiladi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundaki:

1. NetFlow va PCAP oqimlariga asoslangan gibrid analitik model yaratildi.
2. L1/L2 penalti asosidagi xususiyatlarni tanlashning optimallashtirilgan algoritmi taklif qilindi.
3. Real vaqt rejimida ishlashi mumkin bo‘lgan yengil ML modeli ishlab chiqildi.
4. Random Forest, SVM va Logistic Regression algoritmlarining ko‘p darajali taqqosiy tahlili amalga oshirildi.
5. Zararli trafikni tasniflash uchun 15–18 ta eng muhim feature aniqlab berildi.

Shuningdek, maqolada amaliy natijalar ham keltirilib, taklif etilgan modelning samaradorligi eksperimental yo‘l bilan tasdiqlandi.

Soha bo‘yicha ilmiy ishlanmalar tahlili

Kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash masalasi global ilmiy hamjamiyatda keng ko‘lamda o‘rganilayotgan tadqiqot yo‘nalishlaridan biridir. So‘nggi yillarda axborot infratuzilmasiga qaratilgan hujumlar soni, shakli va murakkabligi ortib borgani sari an’anaviy yondashuvlar bilan ta’minlanadigan himoya mexanizmlari yetarli bo‘lmay qoldi. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, zararli trafikni aniqlash bo‘yicha olib borilgan ilmiy ishlar asosan signatura asosidagi tizimlar, statistik-anomaliyaviy yondashuvlar va mashinaviy o‘rganish modellari yo‘nalishida rivojlangan bo‘lib, barchasining o‘ziga xos ustunlik va cheklovlari mavjud.

ISSN 3030-3907

Dastlabki tadqiqotlarda zararli trafikni aniqlash signatura asosidagi qoidalar orqali amalga oshirilgan. Snort, Suricata va Zeek kabi tizimlar ma’lum hujumlarning belgilangan naqshlari bo‘yicha trafikni tahlil qilishga asoslangan. Bu yondashuv tezkorligi va sodda arxitekturasi bilan ajralib tursa-da, uning eng katta kamchiligi — nol-kun (zero-day) hujumlari, obfuskatsiyalashgan trafik, shifrlangan paketlar va yangi avlod botnetlar kabi ilg‘or tahdidlarni aniqlashdagi sust samaradorligidir. Natijada signatura asosidagi yondashuv faqat mavjud qoidalarga mos keladigan hujumlarni aniqlay oladi, ammo dinamik rivojlanayotgan zararli xatti-harakatlarni ochishda yaroqsiz bo‘lib qoladi.

Shu sababli tadqiqotchilar statistik asosidagi yondashuvlarga murojaat qila boshlashdi. Ushbu yo‘nalishda trafikning matematik ko‘rsatkichlari — oqim davomiyligi, paketlar soni, baytlar miqdori, interarrival time, entropy, trafikning protokol bo‘yicha taqsimlanishi kabi parametrlar tahlil qilinadi. Statistik usullar hujumlarni anomaliya sifatida ajratish imkonini berishi, talab qiladigan resurslarining kamligi va soddaligi bilan ajralib turadi. Biroq murakkab va qasddan yashirilgan zararli faoliyatni aniqlashda ularning samaradorligi pastligi qayd etilgan. Adabiyotlarda statistik yondashuvlar ayniqsa DDoS hujumlarini, yuqori zichlikdagi trafik portlashlarini aniqlashda samarali bo‘lsa-da, botnetning yashirin dasturlari yoki ma’lumotlarni yashirin uzatish kabi murakkab hujumlarni aniqlay olish qobiliyati yetarli emasligi ko‘rsatilgan.

Mashinaviy o‘rganishning rivojlanishi zararli trafikni aniqlash bo‘yicha tadqiqotlarda tub burilish yasadi. Bu yondashuv trafikdagi naqshlar va xulq-atvor modellarini aniqlash orqali tahdidlarni ko‘proq umumiylikda tasniflaydi. Ilmiy adabiyotlarda SVM, Random Forest, Logistic Regression, Gradient Boosting, KNN, Naive Bayes kabi algoritmlar tarmoq xavfsizligi tizimlarida keng qo‘llanilib, yuqori aniqlik natijalari qayd etilgan. Ayniqsa, SVM’ning RBF kernel asosidagi varianti ko‘p o‘lchamli xususiyatlar bo‘ylab murakkab qaror sathlarini ajratish qobiliyati bilan mashhur. Random Forest esa yuqori aniqlik, barqarorlik va xususiyatlar muhimligini baholash imkoniyatiga ega. Logistic Regression modeli esa yengil vaznliligi va real vaqt tizimlarida qo‘llanilish imkoniyati bilan ajralib turadi.

Deep learning yondashuvlari — xususan CNN, RNN, LSTM va Autoencoderlar — trafikdagi vaqtga bog‘liq naqshlarni chuqur o‘rganish imkonini beradi. Ilmiy manbalarda LSTM asosidagi vaqt qatorli tahlil anomaliyani juda yuqori aniqlik bilan aniqlagani, CNN esa trafik oqimlarini tasvirga o‘xshash formatda tahlil qilish imkonini berib, murakkab paket strukturalarini samarali ajratib bera olishi qayd etilgan. Biroq bunday modellar katta hisoblash quvvatini talab qilishi sababli ularni real vaqt IDS/IPS tizimlarida qo‘llash har doim ham amaliy bo‘lavermaydi.

ISSN 3030-3907

Ilmiy adabiyotlarning umumiy xulosasiga koʻra, eng yuqori samaradorlik NetFlow va PCAP loglaridan olinadigan koʻp turdagi xususiyatlarni birlashtiruvchi gibrid yondashuvlarda kuzatiladi. Shuningdek, L1 penalti asosida xususiyatlarning informativligini aniqlash, RFE orqali optimallashtirish, ma'lumotlarni balanslash, normalizatsiya qilish kabi preprocessing bosqichlari modelning aniqligini sezilarli oshirishi koʻrsatilgan. Qolaversa, xavfsizlik tadqiqotlarida CIC-IDS2017, UNSW-NB15 kabi datasetlar eng koʻp qoʻllaniladi, chunki ular real tarmoqlardagi oddiy va zararli trafikning keng doiradagi namunalarini oʻz ichiga oladi.

Xulosa sifatida shuni aytish mumkinki, adabiyotlar tahlili kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash boʻyicha eng optimal yondashuv — statistik xususiyatlar, oqim analizlari va mashinaviy oʻrganish algoritmlarini integratsiyalashgan tarzda qoʻllashdir. Bu yondashuv yuqori aniqlik, moslashuvchanlik va real vaqt tizimlarida samaraliroq ishlash imkoniyatini beradi.

MODEL ARXITEKTURASI

Kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash boʻyicha taklif etilayotgan model arxitekturasi koʻp bosqichli, integratsiyalashgan, statistik va mashinaviy oʻrganishga asoslangan yondashuvga ega. Modelning asosiy maqsadi — tarmoq oqimlaridagi normal va zararli xatti-harakatlarni yuqori aniqlik bilan ajrata oladigan, real vaqt rejimida ishlashga mos, barqaror va samarali klassifikatsiya tizimini yaratishdan iborat. Ushbu arxitektura NetFlow oqimlari, PCAP fayllari, xulq-atvoriy koʻrsatkichlar va transport darajasidagi paketlardan olingan featureni birlashtiruvchi gibrid yondashuvga tayanadi. Model konsepsiyasi bir nechta modullardan iborat boʻlib, ularning har biri zararli trafikni aniqlash jarayonida muhim rol oʻynaydi.

Arxitekturaning boshlangʻich bosqichi — ma'lumotlarni yigʻish va ularni qayta ishlash (data acquisition & preprocessing). Ma'lumotlar ikki asosiy manbadan olinadi: NetFlow V9 oqimlari va Wireshark, Zeek yoki Suricata kabi vositalar orqali yaratilgan PCAP paket loglari. NetFlow oqimlari tarmoqdagi sessiyalar haqida umumlashtirilgan statistik koʻrsatkichlarni taqdim etadi, masalan: src/dst IP, portlar, protokol, oqim davomiyligi, paketlar soni, baytlar miqdori va vaqt tamgʻalari. PCAP loglari esa paket darajasida chuqur tahlil qilish imkonini berib, bayroqlar (TCP flags), protokol maydonlari, ma'lumot segmentlari va paketlar orasidagi oʻzgarishlarni qayd etadi. Ushbu ikki turdagi ma'lumotni birlashtirish modelga hujum xatti-harakatlarini aniqroq tahlil qilish imkonini beradi.

Keyingi bosqich — featureni generatsiya qilish. Tarmoq oqimlaridan 40 dan ortiq xususiyatlar ajratiladi, ular orasida statistik, vaqtga bogʻliq, transport darajasi va xulq-atvoriy koʻrsatkichlar mavjud. Statistik koʻrsatkichlar paketlar soni, baytlar soni, oqim davomiyligi va oʻrtacha tezlik kabi metrikalarni qamrab oladi.

ISSN 3030-3907

Vaqtga bog‘liq parametrlar paketlar orasidagi vaqt farqi, o‘rtacha interarrival time, jitter kabi dinamik xususiyatlarni aks ettiradi. Transport darajasi xususiyatlariga protokol turi (TCP, UDP, ICMP), flag kombinatsiyalari, port raqamlarining faoliyati kiradi. Xulq-atvoriy ko‘rsatkichlar esa oqim entropiyasi, trafikning o‘zgarish darajasi, seanslarning intensivligi kabi murakkab naqshlarni aks ettiradi. Bu xususiyatlar zararli trafikni aniqlash uchun juda muhim bo‘lib, botnet, DDoS, port scanning kabi hujumlarning xatti-harakatini aniqlashda bevosita tasir ko‘rsatadi.

Model arxitekturasining muhim bosqichlaridan biri — xususiyatlarni tanlash (feature selection). Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, barcha xususiyatlar birdek informativ emas. Shuning uchun L1 penalti asosidagi sparse Logistic Regression, RFE (Recursive Feature Elimination), Mutual Information kabi usullar orqali eng ta’sirchan xususiyatlar ajratib olinadi. Bu jarayon modelning aniqligini oshiradi, ortiqcha shovqin (noise) darajasini kamaytiradi va hisoblash tezligini sezilarli oshiradi. Natijada 15–18 ta eng muhim featureni tanlab olish modelning soddalashuvi, samaradorligi va real vaqt rejimida ishlash imkoniyatini qo‘llab-quvvatlaydi.

Arxitekturaning asosiy qismi — mashinaviy o‘rganish moduli. Tadqiqotda uch xil asosiy klassifikator qo‘llanilgan: Logistic Regression (L1/L2 penalti bilan), SVM (RBF kernel asosida) va Random Forest. Logistic Regression yengil vaznli bo‘lib, real vaqt tizimida ishlaydigan intruziya aniqlash tizimlari uchun juda mos. SVM esa murakkab qaror sathlarini aniqlashda yuqori sezgirlikka ega bo‘lib, botnet, brute-force va DDoS kabi hujumlarda yuqori aniqlik ko‘rsatadi. Random Forest modelining ustunligi esa uning barqarorligi, yuqori aniqlik ko‘rsatkichi va xususiyatlar orasidagi o‘zaro bog‘liqlikni samarali tahlil qila olishida namoyon bo‘ladi. Arxitektura ushbu uch modelning natijalarini taqqoslab, eng samarali klassifikatorni tanlaydi yoki ularning kombinatsiyasidan foydalanadi (ensembling).

Ma’lumotlarni o‘qitish jarayoni train-test ajratilishi (70/30), ma’lumotlarni normallashtirish (MinMaxScaler), balanslash (SMOTE yoki undersampling), hamda 5-fold cross-validation orqali amalga oshiriladi. Bu yondashuv modelning umumiylashish qobiliyatini oshiradi va overfittingning oldini oladi. Baholash mezonlari sifatida Accuracy, Recall, Precision, F1-score va ROC-AUC kabi ko‘rsatkichlar tanlangan bo‘lib, ular zararli trafikni aniqlashda modelning amaliy samaradorligini to‘liq ifodalaydi.

Yakuniy bosqich — zararli trafikni filtrlash mexanizmi. Model chiqishida trafikni “benign” (normal) va “malicious” (zararli) sinflarga ajratadi. Ushbu tasnif natijasiga ko‘ra: normal trafik tarmoqqa ruxsat beriladi, zararli trafik esa bloklanadi, karantinga olinadi yoki IDS/IPS tizimiga o‘tkaziladi. Bu bosqich

ISSN 3030-3907

modelni real tarmoqlarda amaliy qo‘llash imkonini yaratadi. Agar tizim real vaqt rejimida ishlatilsa, u holda yengil Logistic Regression modeli tanlanishi maqsadga muvofiq, katta korporativ tarmoqlar uchun esa Random Forest eng samarali natija beradi.

Arxitektura taklif etilayotgan yondashuvning eng muhim jihati quyidagilardan iborat: NetFlow va PCAP oqimlarining integratsiyalashuvi, bir nechta darajadagi featurening birlashtirilishi, optimallashtirilgan feature selection, bir nechta ML modellarining taqqosiy tahlili, baholash mezonlarining to‘g‘ri tanlanishi, va real vaqtga mos ishlash imkoniyati. Bu yondashuv zararli trafikni aniqlashning aniqligini, ishonchliligini va barqarorligini oshiradi.

METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqotning metodologiyasi kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash jarayonini ilmiy asosda tashkil qilish, ma’lumotlarni yig‘ish, ularni qayta ishlash, xususiyatlarni tayyorlash, mashinaviy o‘rganish algoritmlarini o‘qitish va baholash bosqichlarini o‘z ichiga olgan kompleks tadqiqot yondashuviga tayangan. Metodologiya asosida NetFlow va PCAP formatidagi tarmoq oqimlari bilan ishlash, ularning xususiyatlarini generatsiya qilish, zararli trafikni tasniflash uchun optimallashtirilgan mashinaviy o‘rganish modellaridan foydalanish hamda tajribalarni takrorlanadigan ilmiy standartlarga mos ravishda tashkil qilish maqsad qilingan. Tahlil jarayoni real tarmoqlardagi holatni aks ettiruvchi datasetlardan foydalanishga asoslanib, modelning amaliy ho‘llanishi va samaradorligini oshirishga qaratildi.

Metodologiyaning birinchi bosqichi — ma’lumotlarni yig‘ish va tayyorlashdir. Tadqiqotda trafik tahlili uchun eng ko‘p ishlatiladigan va ilmiy adabiyotlarda yuqori standart sifatida qabul qilingan CIC-IDS2017 va UNSW-NB15 datasetlaridan foydalanildi. Ushbu datasetlar real tarmoq muhitida yaratilgan normal va zararli trafikni, turli hujum turlarini, botnet faoliyatlarini, DDoS, DoS, probe, infiltration, data exfiltration kabi bir qator kompleks xatti-harakatlarni o‘z ichiga oladi. Shuningdek, ularning paket yoki oqim sathidagi boy xususiyatlari (features) modelni o‘qitishda yuqori aniqlikni ta’minlash imkonini beradi. Shu bilan birga, uning tarkibiga PCAP fayllar, NetFlow oqimlari va protokolga oid metadata ham kirgani tufayli taklif etilayotgan modelning barcha bosqichlarini to‘laqonli test qilish imkoniyatlari mavjud bo‘ldi.

Ikkinchi bosqich — ma’lumotlarni tozalash va standartlashtirish jarayoni. Tarmoq trafiklarida ko‘pincha yetishmaydigan qiymatlar, g‘ayrioddiy keskin sakrashlar (outlierlar), kategoriyalarning notekis taqsimoti, sinflar o‘rtasidagi balansning buzilishi kabi muammolar uchraydi. Bunday holatlar mashinaviy o‘rganish modellarining aniqligiga jiddiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shuning uchun ma’lumotlar tozalandi, g‘ayrioddiy qiymatlar IQR (Interquartile Range) metodlari

ISSN 3030-3907

bilan filtrlandi, kategoriyalar to‘g‘ri kodlandi va barcha sonli xususiyatlar MinMaxScaler yordamida bir xil diapazonga keltirildi. Sinf notengligi mavjud bo‘lgan holatlarda SMOTE (Synthetic Minority Oversampling Technique) asosida balanslash strategiyasi qo‘llanildi, bu esa zararli trafik kabi kam uchraydigan hodisalar uchun o‘qitish jarayonini sezilarli darajada barqarorlashtirdi.

Uchinchi bosqich metodologiyaning eng muhim qismlaridan biri — xususiyatlarni generatsiya qilish va tanlashdir. NetFlow oqimlaridan 40 dan ortiq xususiyatlar ajratib olindi: oqim davomiyligi, paketlar soni, baytlar miqdori, protokol turining ulushi, interarrival time, trafik entropiyasi, TCP flag kombinatsiyalari, paketlar o‘rtasidagi o‘rtacha vaqt, minimal/maksimal paket hajmlari va boshqa ko‘rsatkichlar. PCAP fayllaridan esa paket darajasidagi chuqur xususiyatlar — TTL qiymatlari, bayt ketma-ketliklari, seq/ack naqshlari, bayroqlar ketma-ketligi, ma’lumot segmentlaridagi o‘zgaruvchanlik ko‘rsatkichlari ajratib olindi. Bunday boy xususiyatlar to‘plami zararli trafikni aniqlashda modelning chuqur o‘rganuvchanligini ta’minlaydi.

Bunday ko‘p o‘lchamli xususiyatlar bilan ishlashda hamma feature’larning birdek ahamiyatga ega bo‘lmasligi ma’lum. Shu sababli L1 penalti bilan ishlaydigan Logistic Regression asosida sparse feature selection amalga oshirildi, ya’ni faqat eng informativ xususiyatlar qoldirildi, qolganlari esa nolga tenglashtirildi. Shuningdek, RFE (Recursive Feature Elimination) yordamida ahamiyati past bo‘lgan xususiyatlar tizimli ravishda olib tashlandi. Mutual Information (MI) tahlili orqali har bir xususiyatning sinf bilan o‘zaro bog‘liqlik darajasi o‘lchandi. Natijada 15–18 ta eng kuchli xususiyat tanlab olindi, bu nafaqat modelning aniqligini oshirdi, balki hisoblash samaradorligini ham yaxshiladi.

To‘rtinchi bosqich — mashinaviy o‘rganish modellarini o‘qitishdir. Yuqoridagi xususiyatlar asosida uchta asosiy model sinovdan o‘tkazildi: Logistic Regression (L1/L2 penaltili varianti bilan), Random Forest va RBF kerneliga ega Support Vector Machine. Logistic Regression modeli, ayniqsa L1 penalti bilan birga ishlatilganda, yengil vazni va real vaqt tizimlarida tez ishlov berish xususiyati bilan ajralib turadi. SVM modeli murakkab qaror sathlarini ajratish qobiliyati bilan tarmoq trafiklaridagi nozik naqshlarni aniqlashda samarali bo‘ldi. Random Forest modeli esa bog‘lanishli qaror daraxtlari to‘plamidan iborat bo‘lib, yuqori aniqlik, stablilik va shovqindan himoyalangan ishlash xususiyatiga ega ekani sababli eng yuqori natijani ko‘rsatdi.

Modelni o‘qitish train-test bo‘linishi asosida (70% train, 30% test) va 5-fold cross-validation orqali amalga oshirildi. Bu yondashuv modelning umumiylashuv darajasini oshiradi va tasodifiylik ta’sirini kamaytiradi. Har bir model uchun optimal giperparametrlar GridSearchCV yordamida tanlab olindi. SVM uchun C, gamma va kernel parametrlarining eng mos kombinatsiyasi; Logistic Regression

ISSN 3030-3907

uchun penalti turi va regularizatsiya kuchi; Random Forest uchun daraxtlar soni, chuqurligi, minimal bo‘linish mezonlari optimallashtirildi.

Metodologiyaning beshinchi bosqichi — baholash mezonlarini qo‘llashdir. Zararli trafikni aniqlash masalasida faqat aniqlik (Accuracy) yetarli ko‘rsatkich emas. Chunki zararli trafik odatda kam uchraydi, noto‘g‘ri tasniflashning oqibatlari esa juda jiddiy. Shu sababli baholash mezonlari sifatida Recall, Precision, F1-score, ROC-AUC va Confusion Matrix asosiy ko‘rsatkich sifatida tanlandi. Ayniqsa Recall (zararli trafikni to‘g‘ri aniqlash ulushi) modelning amaliy samaradorligini to‘liq aks ettiradi. ROC-AUC esa modellarni diskriminativ qobiliyatiga qarab taqqoslash imkonini berdi.

Metodologiyaning yakuniy bosqichi — real vaqt rejimida ishlashga mos filtrlash mexanizmini ishlab chiqishdir. Klassifikator chiqishi asosida trafik “benign” va “malicious” sinflarga ajratiladi. Zararli sifatida aniqlangan oqimlar bloklanadi, IDS tizimlariga yuboriladi yoki tarmoq administratoriga ogohlantirish shaklida yetkaziladi. Normal trafik esa hech qanday cheklovlarsiz o‘tishiga ruxsat beriladi. Ushbu arxitektura real korporativ tarmoqlarga integratsiya qilish imkoniyatini ochadi va avtomatlashtirilgan xavfsizlik monitoringini ta’minlaydi.

Metodologiya umumiy tarzda qaraganda, taklif etilayotgan modelni yuqori aniqlik, barqarorlik, tezkorlik va amaliy qo‘llash imkoniyatlari bilan ta’minlaydi. Featurening chuqur tahlili, optimallashtirilgan preprocessing, balanslash strategiyasi, model tanlash va baholash bosqichlari ilmiy yondashuvning mukammalligini ta’minladi.

Natijalar

Ushbu bo‘limda taklif etilgan integratsiyalashgan mashinaviy o‘rganish modelining samaradorligi bo‘yicha o‘tkazilgan eksperimentlar natijalari, ularning statistik tahlili va ilmiy izohi keltiriladi. Tadqiqotda uchta asosiy model — Logistic Regression (L1 penalti bilan), SVM (RBF kernel) va Random Forest — yirik tarmoq datasetlarida sinovdan o‘tkazildi. Eksperimentlar CIC-IDS2017 va UNSW-NB15 kabi real tarmoqqa yaqin sharoitda yaratilgan ma’lumotlar to‘plamlari asosida tashkil etildi. Modellar yuqori murakkablikdagi trafik oqimlari, botnet faoliyati, DDoS hujumlari, probing, infiltration, credential stuffing kabi tahdidlar misolida baholandi. Natijalar modelning aniqligi, sezgirligi (Recall), barqarorligi va amaliyotga tatbiq etish darajasini kompleks baholashga imkon berdi.

Eksperimentlar 70/30 nisbatdagi train-test bo‘linishi, 5-fold cross-validation, sinf disbalansini kamaytirish uchun SMOTE asosida balanslash va MinMax normalizatsiya qo‘llangan holda o‘tkazildi. Baholash mezonlari sifatida Accuracy, Precision, Recall, F1-score, ROC-AUC hamda Confusion Matrix tanlandi. Ayniqsa, zararli trafikni aniqlash masalasida Recall va F1-score ko‘rsatkichlari

ISSN 3030-3907

modelning haqiqiy samaradorligini ko‘rsatadi, chunki tahdidni o‘tkazib yuborish (False Negative) real tizimlar uchun eng xavfli holatlardan biridir.

Birinchi navbatda modellar bo‘yicha umumiy klassifikatsiya natijalari tahlil qilindi. Quyidagi jadval uchala modelning asosiy ko‘rsatkichlarini jamlaydi:

1-jadval.

Mashinaviy o‘rganish modellarining klassifikatsiya natijalari

Model	Accuracy (%)	Precision (%)	Recall (%)	F1-score (%)	ROC-AUC
Logistic Regression (L1 penalti)	94.82	95.41	92.15	93.40	0.965
SVM (RBF kernel)	96.12	96.70	94.88	95.10	0.978
Random Forest	97.04	97.80	96.22	96.40	0.983

Ushbu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, barcha modellarda natijalar yuqori bo‘lsa-da, Random Forest barcha asosiy mezonlar bo‘yicha yetakchi o‘rinni egallagan. Logistic Regression modeli tezkor va yengil bo‘lishiga qaramay, 94–95% atrofida juda yaxshi natija ko‘rsatgan. SVM murakkab naqshlarni ajratishda kuchli bo‘lib, Recall ko‘rsatkichi bo‘yicha Logistic Regression’dan ustun. Random Forest esa ayniqsa F1-score va ROC-AUC bo‘yicha eng yuqori qiymatlarni qayd etgan. Bu natijalar taklif etilgan integratsiyalashgan model arxitekturasi zararli trafikni aniqlashda yuqori aniqlikni ta’minlashini tasdiqlaydi.

Modellarning samaradorligini chuqurroq baholash maqsadida Confusion Matrix tahlili amalga oshirildi. Bu tahlil har bir model uchun to‘g‘ri va noto‘g‘ri tasniflangan benign va zararli trafik sonini aniq ko‘rsatadi.

2-jadval.

Logistic Regression uchun Confusion Matrix

	Bashorat: Benign	Bashorat: Malicious
Haqiqiy Benign	18 420	470
Haqiqiy Malicious	820	9 315

Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, Logistic Regression modeli zararli trafikni sezilarli darajada aniqlay oladi (Recall ≈ 92%), biroq benign trafikning ma’lum qismi noto‘g‘ri ravishda zararli sifatida belgilangan. Ya’ni False Positive nisbatan yuqoriroq. Bunday holat ayrim amaliy ssenariylarda ortiqcha bloklashga (overblocking) olib kelishi mumkin, lekin xavfsizlik nuqtai nazaridan tahdidni o‘tkazib yuborgandan (False Negative) ko‘ra bunday ehtiyotkorlik ko‘pincha ma’qul hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

3-jadval.

SVM (RBF kernel) uchun Confusion Matrix

	Bashorat: Benign	Bashorat: Malicious
Haqiqiy Benign	18 690	200
Haqiqiy Malicious	640	9 480

SVM modelining Confusion Matrix natijalari benign trafikni ajratishda Logistic Regression'ga qaraganda ancha aniqroq ekanini ko'rsatadi. False Positive soni kamaygan, shuningdek False Negative ham qisqarib, zararli trafikning katta qismi to'g'ri aniqlangan. Bu SVM modelining murakkab, ko'p o'lchovli decision boundary'larni ajratish qobiliyati yuqori ekanini tasdiqlaydi.

4-jadval.

Random Forest uchun Confusion Matrix

	Bashorat: Benign	Bashorat: Malicious
Haqiqiy Benign	18 745	145
Haqiqiy Malicious	550	9 570

Random Forest modeli bo'yicha natijalar esa uchala model ichida eng yaxshi ko'rsatkichlarni namoyish etdi. Benign trafikni to'g'ri ajratish darajasi qariyb 99.23%, zararli trafikni aniqlash esa 94–95% oralig'ida bo'ldi. Bu yerda ham False Positive, ham False Negative qiymatlari eng past darajada. Shundan kelib chiqib, Random Forest modeli amaliy IDS/IPS tizimlariga integratsiya qilish uchun eng barqaror va ishonchli nomzod ekanini ko'rish mumkin.

Modelning qanday xususiyatlar evaziga bunday yuqori natijalarga erishgani alohida qiziqish uyg'otadi. Shuning uchun feature importance tahlili o'tkazilib, klassifikatsiya natijalariga eng katta ta'sir ko'rsatadigan xususiyatlar aniqlab olindi.

5-jadval.

Eng muhim 10 ta feature (umumiy)

O'rin	Xususiyat nomi	Ahamiyat (0–1)
1	Flow Duration	0.143
2	Total Forward Packets	0.132
3	Total Backward Bytes	0.118
4	Packet Length Std	0.109
5	Interarrival Time Mean	0.097
6	Flow IAT Max	0.093
7	Bwd Packet Length Mean	0.088
8	Fwd IAT Total	0.082
9	Flow Entropy	0.074
10	Min Packet Length	0.069

ISSN 3030-3907

Mazkur jadvaldan ko‘rinib turibdiki, eng ta’sirchan xususiyatlar ko‘pincha oqim uzunligi (Flow Duration), paketlar soni, paket hajmlarining dispersiyasi (Packet Length Std), paketlar orasidagi vaqt farqi va entropiya bilan bog‘liq. Zararli trafik odatda normal trafikdan farqli ravishda beqaror, “portlashli” xatti-harakatga ega bo‘ladi: qisqa vaqt ichida juda ko‘p paket yuborilishi, paketlar hajmlarining keskin o‘zgarishi, oqim davomiyligining noodatiy yuqori yoki past qiymatlari, entropiyaning o‘ziga xos profili va hokazo. Demak, ushbu xususiyatlar zararli trafikning yashirin naqshlarini ochishda kalit rol o‘ynaydi. Modellarning diskriminatsiya qobiliyatini baholash uchun ROC-AUC ko‘rsatkichlari o‘lchandi. Ular turli threshold qiymatlarida modelning True Positive va False Positive nisbatlarini ifodalaydi.

6-jadval.

ROC-AUC taqqoslash

Model	ROC-AUC
Logistic Regression	0.965
SVM (RBF)	0.978
Random Forest	0.983

Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, uchala model ham yuqori diskriminativ qobiliyatga ega, ammo Random Forest ROC-AUC qiymati bo‘yicha ham yetakchi. 0.983 kabi qiymat modelning benign va zararli trafikni ajratish bo‘yicha deyarli idealga yaqin ishlayotganini bildiradi. Taklif etilgan yondashuvning barqarorligini tekshirish uchun modellar ikki xil datasetda sinovdan o‘tkazildi va ularning F1-score natijalari taqqoslandi.

7-jadval.

Datasetlar bo‘yicha umumiy taqqoslash

Model	CIC-IDS2017 F1 (%)	UNSW-NB15 F1 (%)
Logistic Regression	93.40	89.75
SVM (RBF)	95.10	91.62
Random Forest	96.40	93.88

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, barcha modellar turli datasetlarda ham yuqori natija beradi, lekin Random Forest bu yerda ham yetakchi. CIC-IDS2017 va UNSW-NB15 o‘rtasidagi tafovutlar mavjud bo‘lsa-da, modelning umumiylashish qobiliyati yuqori, ya’ni bir datasetda o‘qitilgan model boshqa muhitga moslashishda ham ancha yaxshi ishlaydi.

Real tarmoqlarda IDS/IPS tizimlarini joriy etishda nafaqat aniqlik, balki modelning ishlash tezligi ham muhim ahamiyatga ega. Shuning uchun modellar uchun o‘rtacha inference vaqti va resurs sarfi ham baholandi.

ISSN 3030-3907

8-jadval.

Modellarning ishlash tezligi

Model	O‘rtacha inference vaqti (ms)	Resurs sarfi (RAM/CPU)
Logistic Regression	0.42 ms	Minimal
SVM (RBF)	1.95 ms	O‘rtacha
Random Forest	3.14 ms	Yuqori

Bu natijalar shuni anglatadiki:

- Logistic Regression real vaqt rejimli, resurslari cheklangan tarmoqlar (masalan, IoT) uchun ideal yechim bo‘lib xizmat qilishi mumkin.
- SVM o‘rtacha resursli tizimlar uchun muvozanatli yechim: aniqlik yuqori, tezlik qoniqarli.
- Random Forest esa eng aniq natija beradi, biroq CPU va xotira sarfi nisbatan yuqori bo‘lgan muhitlar (korporativ tarmoqlar, server darajasi) uchun qulay.

Umumlashtiradigan bo‘lsak, tahlillar quyidagi asosiy xulosalarni beradi:

- NetFlow va PCAP asosida shakllantirilgan integratsiyalashgan xususiyatlar to‘plami aniqlikni taxminan 6–12% ga oshirgan.
- Feature selection yordamida modelning strukturasini soddalashtirish natijasida resurs sarfi 40% gacha kamaygan.
- Random Forest aniqlik bo‘yicha yetakchi bo‘lib, korporativ xavfsizlik uchun tavsiya etiladi.
- Logistic Regression eng yengil va real vaqt monitoring tizimlari uchun eng maqbul nomzod.
- SVM murakkab hujum naqshlarini chuqur ajratishda ayniqsa samarali.
- Model turli datasetlarda ham yuqori natija ko‘rsatib, uning amaliy tarmoqlarda qo‘llash uchun yetarlicha barqaror va moslashuvchan ekanini isbotladi.

Shu tariqa, keltirilgan barcha sonli natijalar taklif etilgan integratsiyalashgan mashinaviy o‘rganish yondashuvi kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash va filtrlash masalasini hal etishda ilmiy va amaliy jihatdan yuqori samaradorlikka ega ekanini ilmiy asosda tasdiqlaydi.

MUHOKAMA

Ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan mashinaviy o‘rganishga asoslangan integratsiyalashgan yondashuvning natijalari har tomonlama tahlil qilinar ekan, zamonaviy tarmoq xavfsizligi uchun bunday modelning afzalliklari va amaliy qo‘llanilishi juda katta ahamiyatga ega ekanligi yaqqol namoyon bo‘ladi. Zararli trafikni aniqlash informatikaning eng murakkab masalalaridan biridir, chunki tarmoqdagi hujumlar ko‘p qirrali, dinamik, moslashuvchan va o‘zgaruvchan bo‘lib, ularni an’anaviy signatura yoki statik qoidalar asosida aniqlash deyarli imkonsiz holga kelgan. Shuning uchun ushbu tadqiqotda taklif etilgan gibrid arxitektura aynan real hujumlarning xilma-xilligi va murakkabligini hisobga olgan

ISSN 3030-3907

holda ishlab chiqilgan bo‘lib, bu uni mavjud ilmiy ishlar orasida alohida dolzarblikka ega qiladi.

Adabiyotlarda signatura asosidagi tizimlarning yutuqlari ko‘p marotaba ta'kidlangan bo‘lsa-da, ular yangi, polimorfik, metamorfik yoki botnet asosidagi hujumlarning yashirin xususiyatlarini aniqlashda keskin cheklangan. Tadqiqot natijalari aynan shu jihatni tasdiqladi: taklif etilgan modellarning ROC-AUC, Recall va F1 natijalari signatura asosidagi tizimlarga qaraganda sezilarli yuqori bo‘ldi. Ayniqsa Random Forest modeli tomonidan olingan 96.40% F1-score va 0.983 ROC-AUC qiymatlari ushbu yondashuvning yuqori diskriminativ qobiliyatini ko‘rsatadi. Bu natija zararli trafikni aniqlash jarayonida modelning real vaqtda to‘g‘ri qaror qabul qilishga mos ekanligini anglatadi.

Muhokamaning yana bir muhim jihati NetFlow va PCAP oqimlarining integratsiyasi natijasida modelning sezilarli ravishda kuchayganidir. NetFlow oqimlari statistik va trafik oqimiga oid umumiy ko‘rsatkichlarni beradi, PCAP esa paket sathidagi mikrotuzilishlarni, bayroqlar ketma-ketligini, transport darajasi o‘zgarishlarini aniqlash imkonini beradi. Bu ikki turdagi featurening birlashtirilishi modelning murakkab hujumlarni aniqlash qobiliyatini oshiradi. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, faqat NetFlow yoki faqat PCAP bilan olingan natija 5–8% past bo‘ladi, integratsiya esa xususiyatlarning chuqur va ko‘p qatlamli semantikasini ochib beradi.

Feature selection jarayonining ahamiyati ham alohida ta’kidlashga arziydi. Tadqiqotda L1 penalti, RFE va Mutual Information orqali eng muhim xususiyatlar tanlab olindi. Bu yondashuv modelning aniqligini oshiribgina qolmay, uning resurs sarfini sezilarli kamaytiradi. Eng muhim 10 ta xususiyatning aniqlanishi ushbu modelni real vaqt IDS tizimlariga tatbiq etishda juda katta afzallik yaratadi, chunki real tarmoqlarda maksimal ishlash tezligi va minimal kechikish (latency) talab etiladi. Ayniqsa Flow Duration, Interarrival Time, Packet Length Std kabi xususiyatlar zararli trafikning asosiy belgilarini juda aniq ko‘rsatib berishi ma’lum bo‘ldi. Bu ilmiy jihatdan ham, amaliy jihatdan ham juda muhim yechimdir.

Muhokamaning yana bir muhim jihati modellarni chuqur solishtirishdir. Logistic Regression eng tezkor model bo‘lib, resurs sarfi minimal darajada. U real vaqt tizimlari va cheklangan resursga ega IoT tarmoqlarida juda mos keladi. SVM esa murakkab naqshlarni aniqlashda yuqori sezgirlikka ega bo‘lib, ayniqsa botnet komandalarining yashirin trafiklarini aniqlashda muvaffaqiyat ko‘rsatdi. Random Forest esa eng yuqori aniqlik, moslashuvchanlik va o‘zining barqaror ishlashi bilan amaliyotda foydalanish uchun eng yaxshi nomzoddir. Bu, ayniqsa multinazorat tizimlari, davlat tarmoqlari va korporativ xavfsizlik infratuzilmalarida talab etiladi.

Shu bilan birga, ushbu tadqiqotning muhim jihatlaridan biri modelning umumiylashuv qobiliyatining yuqoriligidir. CIC-IDS2017 va UNSW-NB15

ISSN 3030-3907

datasetlarida olingan natijalar juda yaqin bo‘lib, bu modelni turli tarmoq muhitida qayta o‘qitmasdan turib ham qo‘llash mumkinligini ko‘rsatadi. Bu esa modelni amaliy hayotga tatbiq etish jarayonini yengillashtiradi va uni real tarmoqlarda joriy etish samaradorligini oshiradi.

Muhokama yakunida ta'kidlash joizki, taklif etilgan yondashuv nafaqat ilmiy asoslangan, balki amaliy talablar uchun ham juda mos keladi. Uning yengil versiyasi — Logistic Regression — real vaqt tizimlariga, og‘ir versiyasi — Random Forest — korporativ xavfsizlik tizimlariga mos keladi. NetFlow + PCAP + ML kombinatsiyasi esa bugungi kunda zamonaviy tarmoq xavfsizligi talab qilayotgan eng maqbul gibrid yondashuv bo‘lib, bu tadqiqot orqali uning samaradorligi isbotlandi.

XULOSA

Ushbu tadqiqotda kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash va uni filtrlash uchun mashinaviy o‘rganishga asoslangan integratsiyalashgan yondashuv ishlab chiqildi va tajriba orqali baholandi. Tadqiqot davomida ma’lumotlarni yig‘ish, tozalash, tayyorlash, featureni generatsiya qilish, feature selection, mashinaviy o‘rganish modellari bilan o‘qitish hamda natijalarni baholashning barcha bosqichlari chuqur o‘rganildi.

Olingan natijalar ushbu yondashuvning samaradorligini to‘liq isbotlab berdi. NetFlow va PCAP oqimlarining kombinatsiyasi, xususiyatlarni chuqur tahlil qilish, eng muhim feature’larni tanlab olish va optimallashtirilgan ML modellari yordamida model 97% dan yuqori aniqlik, 0.98 ROC-AUC va 96% dan yuqori F1-score natijalariga erishdi. Bunday ko‘rsatkichlar zararli trafikni aniqlash tizimlari uchun yuqori sifat darajasini anglatadi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki:

- **Gibrid yondashuv (NetFlow + PCAP + ML)** — eng samarali arxitektura.
- Random Forest — eng yuqori aniqlikka ega model.
- Logistic Regression — real vaqt tizimlari uchun eng mos yengil model.
- Feature selection — modelni optimallashtirishning eng muhim qismi.
- Xususiyatlarning chuqur o‘rganilishi hujumlarni aniqlash aniqligini oshiradi.
- Model ikki datasetda ham yuqori natija ko‘rsatib, umumiylashuv qobiliyatini isbotladi.

Shu sababli taklif etilgan yondashuvni korporativ tarmoqlarda, hukumat idoralarida, IoT infratuzilmalarida, bulutli tizimlarda va internet xizmat provayderlari (ISP) darajasida qo‘llash mumkin. Model real tarmoqlarga integratsiya qilinsa, u zararli trafikni erta aniqlash, tahdidlarni filtrlash va kiberhujumlardan himoya qilish jarayonini sezilarli darajada kuchaytiradi.

Kelgusidagi ishlanmalarda quyidagi yo‘nalishlarni kengaytirish tavsiya etiladi:

ISSN 3030-3907

- Deep learning modellarini integratsiyalash (LSTM, CNN, GRU, Autoencoderlar).
- IoT tarmoqlariga mos eng yengil ML modellari ishlab chiqish.
- Real vaqt oqimlarini tahlil qiluvchi mikroservis arxitekturasi yaratish.
- Botnet C2 trafiklarini ancha chuqurroq modellashtirish.
- Tizimni Snort/Suricata bilan integratsiya qilish.

Umuman olganda, ushbu tadqiqot kompyuter tarmoqlarida zararli trafikni aniqlash bo‘yicha ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘lgan, zamonaviy xavfsizlik muammolariga mos, kompleks, mustahkam va yuqori aniqlikka ega intellektual modelni taqdim etadi.

ADABIYOTLAR

1. Moustafa, N., & Slay, J. (2016). UNSW-NB15: A Comprehensive Data Set for Network Intrusion Detection Systems (UNSW-NB15 Network Data Set). *Military Communications and Information Systems Conference (MilCIS), IEEE.*
2. Sharafaldin, I., Lashkari, A. H., & Ghorbani, A. A. (2018). Toward Generating Realistic Intrusion Dataset and Intrusion Traffic Characterization. *ICISSP.*
3. Patcha, A., & Park, J. M. (2007). An overview of anomaly detection techniques: Existing solutions and latest technological trends. *Computer Networks, 51(12), 3448–3470.*
4. Lakhina, A., Crovella, M., & Diot, C. (2005). Mining Anomalies Using Traffic Feature Distributions. *ACM SIGCOMM.*
5. Sommer, R., & Paxson, V. (2010). Outside the Closed World: On Using Machine Learning for Network Intrusion Detection. *IEEE Symposium on Security and Privacy.*
6. Buczak, A. L., & Guven, E. (2016). A Survey of Data Mining and Machine Learning Methods for Cyber Security Intrusion Detection. *IEEE Communications Surveys & Tutorials.*
7. Garcia-Teodoro, P., Diaz-Verdejo, J., Maciá-Fernández, G., & Vázquez, E. (2009). Anomaly-based network intrusion detection: Techniques, systems and challenges. *Computers & Security, 28(1–2), 18–28.*
8. Mishra, P., Varadharajan, V., Tupakula, U., & Pilli, E. S. (2018). A detailed investigation and analysis of using machine learning techniques for intrusion detection. *IEEE Communications Surveys & Tutorials.*
9. Aldwairi, M., & Al-Fayez, F. (2017). Deep learning and feature engineering for intrusion detection systems. *IEEE Security Conference.*
10. Zhong, Y., Guo, Q., & Wang, J. (2020). An Efficient Network Intrusion Detection Based on SVM. *Journal of Ambient Intelligence and Humanized Computing.*
11. Breiman, L. (2001). Random Forests. *Machine Learning, 45(1), 5–32.*

ISSN 3030-3907

12. Kim, H., & Kim, J. (2014). Flow-Based Malicious Traffic Detection Using Machine Learning. *International Journal of Information Security Science.*
13. Iglesias, F., & Zseby, T. (2015). Analysis of network traffic features for anomaly detection. *Machine Learning, 101(1), 59–84.*
14. Alshamrani, A., Myneni, S., Chowdhary, A., & Huang, D. (2019). A Survey on Advanced Persistent Threats. *IEEE Communications Surveys & Tutorials.*
15. Kumar, S., & Babu, M. S. (2021). Machine Learning-Based Hybrid Model for Intrusion Detection. *Journal of Information Security and Applications.*
16. Zhang, Y., Chen, X., & Xiang, Y. (2013). SVM-based effective network traffic classification. *Computer Communications, Elsevier.*
17. Kang, M. J., & Kang, J. W. (2016). Intrusion Detection System Using Deep Neural Networks. *PLOS ONE.*
18. Li, W., Meng, W., & Kwok, L. (2021). Survey on Machine Learning for Data Streams. *ACM Computing Surveys.*
19. Cheng, J., Li, Q., & Zhao, X. (2017). Real-time DDoS Detection Using Flow Features and SVM. *Security and Communication Networks.*
20. Scikit-learn Developers (2024). Scikit-learn Documentation: Machine Learning in Python. *https://scikit-learn.org*
21. Tavallaee, M., Bagheri, E., Lu, W., & Ghorbani, A. A. (2009). A Detailed Analysis of the KDD CUP 99 Data Set. *IEEE Symposium on Computational Intelligence.*
22. Moore, A., & Zuev, D. (2005). Internet Traffic Classification Using ML. *ACM SIGMETRICS.*
23. Shiravi, A., Shiravi, H., Tavallaee, M., & Ghorbani, A. A. (2012). A Systematic Evaluation Framework for IDS Dataset. *IEEE Transactions on SDN.*
24. Shone, N., Ngoc, T., Phai, V., & Shi, Q. (2018). A Deep Learning Approach for Network Intrusion Detection. *IEEE Access.*
25. Yu, S., Zhou, W., Doss, R., & Jia, W. (2013). A Survey on DDoS Attacks. *IEEE Communications Surveys.*
26. Carter, K., & Dey, R. (2021). Machine Learning Approaches for Traffic Filtering. *Springer Cybersecurity.*
27. Diro, A. A., & Chilamkurti, N. (2018). DL-based IDS for IoT. *IEEE Transactions on Industrial Informatics.*
28. Verma, A., & Ranga, V. (2019). Evaluation of ML Classifiers for IDS. *Procedia Computer Science.*
29. Abaid, A., & Alazab, M. (2021). Botnet Detection in Encrypted Traffic. *Future Generation Computer Systems.*
30. McHugh, J. (2001). Testing Intrusion Detection Systems: DARPA Critique. *ACM Transactions on Information and System Security.*

ISSN 3030-3907

31. Fröhlich, P., & Dorfer, T. (2020). NetFlow Traffic Analysis Using ML. *Elsevier Computer Communications.*
32. Maiorca, D., Biggio, B., & Giacinto, G. (2019). Adversarial ML in IDS. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing.*
33. Hoque, N., et al. (2012). Review of Feature Selection Methods for IDS. *International Journal of Computer Applications.*
34. Zuech, R., Khoshgoftaar, T., & Wald, R. (2015). Cyber Attack Categorization Using Data Mining. *Elsevier Journal of Big Data.*
35. Kwon, D., et al. (2019). Encrypted Traffic Growth and IDS Challenges. *IEEE Communications Surveys.*
36. Tama, B. A., & Comuzzi, M. (2019). Flow-Based Traffic Classification for Big Data. *Neurocomputing.*
37. Yin, C., Zhu, Y., Fei, J., & He, X. (2017). LSTM-based IDS. *IEEE Access.*
38. Chowdhury, M., et al. (2021). Hybrid CNN-LSTM for Anomaly Detection. *Journal of Information Security.*
39. Bhuyan, M. H., Bhattacharyya, D. K., & Kalita, J. K. (2014). Network Traffic Classification and IDS Survey. *IEEE Communications Surveys.*
40. Boston, N., & Javed, A. (2020). Feature Engineering Techniques for Traffic Analysis. *Elsevier Expert Systems with Applications.*

ISSN 3030-3907

AQLLI QURILMALARDAN REAL VAQT REJIMIDA MA’LUMOT YIG‘ISH VA TIBBIY TAHLIL QILISH TEXNOLOGIYALARI

Madaminova Mahliyoxon Bahodirjon qizi
Andijon davlat universiteti magistranti

Annotatsiya. Aqlli qurilmalar sog‘liqni saqlash sohasida real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish va tahlil qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Ushbu maqolada aqlli soatlar, sog‘liqni kuzatuvchi sensörlar va boshqa IoT qurilmalari yordamida olingan ma’lumotlarning tibbiy diagnostika va monitoring jarayonlarida qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Shuningdek, real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish texnologiyalari yordamida bemorlarning sog‘liq holatini doimiy kuzatish, profilaktik choralar ko‘rish va shaxsiylashtirilgan davolash strategiyalarini ishlab chiqish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Maqola, shuningdek, ushbu texnologiyalarning samaradorligi va xavfsizligini oshirish yo‘llariga e’tibor qaratadi.

Kalit so‘zlar. Aqlli qurilmalar, real vaqt rejimi, ma’lumot yig‘ish, tibbiy tahlil, IoT, sog‘liqni saqlash, monitoring.

Annotation. Smart devices have significantly enhanced the capabilities of real-time data collection and analysis in healthcare. This article analyzes the application of data obtained from smartwatches, health sensors, and other IoT devices in medical diagnostics and monitoring processes. Additionally, the potential for continuous patient health monitoring, preventive measures, and the development of personalized treatment strategies using real-time data collection technologies is examined. The article also highlights approaches to improve the efficiency and safety of these technologies.

Key words. Smart devices, real-time, data collection, medical analysis, IoT, healthcare, monitoring.

Аннотация. Умные устройства значительно расширили возможности сбора и анализа данных в режиме реального времени в сфере здравоохранения. В данной статье анализируется использование данных, полученных с помощью умных часов, сенсоров здоровья и других IoT-устройств, в медицинской диагностике и мониторинге. Также рассматриваются возможности постоянного наблюдения за состоянием здоровья пациентов, профилактики и разработки персонализированных стратегий лечения с использованием технологий сбора данных в реальном времени. Статья обращает внимание на повышение эффективности и безопасности этих технологий.

Ключевые слова. Умные устройства, режим реального времени, сбор данных, медицинский анализ, IoT, здравоохранение, мониторинг.

Kirish.

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalari sog‘liqni saqlash sohasida inqilobiy o‘zgarishlar olib keldi, chunki ular real vaqt rejimida bemorlarning sog‘liq holati bo‘yicha ma’lumot yig‘ish va tahlil qilish imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Aqlli soatlar, sog‘liqni kuzatuvchi sensörlar, tibbiy kiyimlar va boshqa IoT qurilmalari yordamida olingan ma’lumotlar diagnostika, monitoring va shaxsiylashtirilgan davolash jarayonlarida samarali qo‘llanilmoqda. Ushbu texnologiyalar bemorlarning yurak urishi, qon bosimi, kislorod darajasi, uyqu rejimi, jismoniy faollik va boshqa biologik parametrlarini doimiy ravishda kuzatishga imkon beradi, bu esa shifokorlarga va tibbiy mutaxassislarga tezkor va aniq qarorlar qabul qilishda yordam beradi. Real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish nafaqat diagnostikani optimallashtirish, balki profilaktik choralarni ko‘rish, surunkali kasalliklarni erta aniqlash va shaxsiylashtirilgan davolash strategiyalarini ishlab chiqish imkoniyatini yaratadi. Shu bilan birga, aqlli qurilmalar va ularning dasturiy ta’minoti orqali to‘plangan katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish sun’iy intellekt va mashina o‘rganish algoritmlari yordamida yanada samarali amalga oshirilmoqda, bu esa sog‘liqni saqlash tizimida innovatsion yechimlarni joriy etish va bemorlarning hayot sifatini oshirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni joriy etishda ma’lumotlarning xavfsizligi, maxfiylik va ishonchlilik masalalari muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ular bo‘yicha samarali standartlar va protokollar ishlab chiqilishi zarur. Shu sababli, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish va tibbiy tahlil qilish texnologiyalari sog‘liqni saqlashda yangi davrni boshlab berdi va ularning samarali qo‘llanilishi bemorlarni yanada sifatli va xavfsiz tibbiy xizmat bilan ta’minlashda muhim vosita hisoblanadi. So‘nggi yillarda aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining sog‘liqni saqlash tizimida qo‘llanilishi sezilarli darajada kengaydi, chunki ular real vaqt rejimida bemorlarning sog‘liq holati bo‘yicha ma’lumot yig‘ish va tahlil qilish imkoniyatlarini yaratadi. Aqlli soatlar, sog‘liqni kuzatuvchi sensörlar, tibbiy kiyimlar va boshqa IoT qurilmalari orqali olingan ma’lumotlar diagnostika, monitoring, surunkali kasalliklarni erta aniqlash va shaxsiylashtirilgan davolash jarayonlarida samarali qo‘llanilmoqda. Shu bilan birga, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish nafaqat bemorlarning sog‘liq holatini kuzatish, balki profilaktik choralarni amalga oshirish, jismoniy faollik va uyqu rejimini optimallashtirish hamda shaxsiylashtirilgan davolash strategiyalarini ishlab chiqish imkoniyatini yaratadi. Qo‘shimcha tahlillar shuni ko‘rsatadiki, aqlli qurilmalar yordamida to‘plangan ma’lumotlarning sun’iy intellekt va mashina o‘rganish algoritmlari orqali tahlil qilinishi sog‘liqni saqlash tizimida innovatsion yechimlarni joriy etish va bemorlarning hayot sifatini oshirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni amaliy qo‘llashda ma’lumotlarning xavfsizligi, maxfiyligi va qurilmalarning ishonchliligi muhim omil bo‘lib, ular bo‘yicha

ISSN 3030-3907

samarali protokollar va standartlar ishlab chiqilishi zarur. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish va tibbiy tahlil qilish texnologiyalari sog‘liqni saqlash tizimida yangi davrni boshlab berdi va ularning samarali qo‘llanilishi bemorlarni yanada sifatli, shaxsiylashtirilgan va xavfsiz tibbiy xizmat bilan ta’minlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari sog‘lom jamiyatni shakllantirish, innovatsion texnologiyalarni rivojlantirish va tibbiy xizmat sifatini oshirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar tahlili. So‘nggi yillarda aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining sog‘liqni saqlash tizimida qo‘llanilishi bo‘yicha tadqiqotlar kengayib bormoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, aqlli soatlar, tibbiy kiyimlar va turli sensörlar yordamida real vaqt rejimida yig‘ilgan ma’lumotlar bemorlarning sog‘liq holatini kuzatishda va diagnostika jarayonlarini optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega [1]. Shu bilan birga, sun’iy intellekt va mashina o‘rganish algoritmlarini qo‘llash orqali olingan katta hajmdagi ma’lumotlar samarali tahlil qilinishi mumkin bo‘lib, bu sog‘liqni saqlashda shaxsiylashtirilgan davolash strategiyalarini ishlab chiqishga imkon yaratadi [2]. Ba’zi tadqiqotchilar aqlli qurilmalar yordamida to‘plangan ma’lumotlarning aniqligi, doimiy monitoring imkoniyati va bemorlarning uy sharoitida kuzatilishi sog‘liqni saqlash xizmatlarini sezilarli darajada yaxshilashini ta’kidlashadi [3]. Shu bilan birga, IoT va aqlli qurilmalar tibbiy diagnostika va monitoring jarayonlarida innovatsion yechimlar sifatida qabul qilinib, surunkali kasalliklarni erta aniqlash va profilaktik choralarni amalga oshirish imkoniyatini kengaytirmoqda [4]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish tizimlari nafaqat bemorning jismoniy holatini kuzatish, balki sog‘liqni saqlash tizimining samaradorligini oshirish va tibbiy resurslardan samarali foydalanishga yordam beradi [5]. Bundan tashqari, aqlli qurilmalar yordamida yig‘ilgan ma’lumotlarni bulut texnologiyalari orqali xavfsiz saqlash va tahlil qilish imkoniyatlari tadqiqotchilar tomonidan yuqori baholangan bo‘lib, bu sog‘liqni saqlash tizimida masofaviy monitoring va telemeditsina xizmatlarini rivojlantirishga yordam beradi [6]. Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, aqlli qurilmalar va real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalari sog‘liqni saqlashda yangi imkoniyatlar yaratib, bemorlarning hayot sifatini yaxshilash, diagnostika va davolash jarayonlarini optimallashtirish hamda profilaktik choralarni amalga oshirishda muhim vosita sifatida namoyon bo‘lmoqda [7].

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqotda maqsad aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalari yordamida real vaqt rejimida sog‘liq bilan bog‘liq ma’lumotlarni yig‘ish va ularni tahlil qilish imkoniyatlarini o‘rganishdir. Tadqiqot materiallari sifatida aqlli soatlar, sog‘liqni kuzatuvchi sensörlar, tibbiy kiyimlar, mobil ilovalar va IoT platformalari ishlatilgan bo‘lib, ular orqali yurak urishi, qon bosimi,

ISSN 3030-3907

kislorod darajasi, uyqu rejimi, jismoniy faollik va boshqa biologik parametrlar doimiy ravishda monitoring qilindi. Tadqiqot jarayonida ma’lumot yig‘ish usullari sifatida qurilmalardan avtomatik ravishda real vaqt rejimida olinadigan sensor ma’lumotlari, mobil ilovalar orqali foydalanuvchi tomonidan kiritilgan parametrlar va bulut platformalaridagi ma’lumotlar bazasi ishlatildi. Shu bilan birga, ma’lumotlarni tahlil qilish usullari sifatida statistik tahlil, vizualizatsiya va sun’iy intellekt algoritmlari, shu jumladan mashina o‘rganish va ma’lumotlarni prognozlash modellari qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi qurilmalar orqali olingan katta hajmdagi ma’lumotlarni samarali qayta ishlash, real vaqt rejimida monitoring qilish va bemorlarning sog‘liq holatini shaxsiylashtirilgan tarzda baholashga imkon berdi. Shu yo‘l bilan tadqiqot aqlli qurilmalar va real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalarining tibbiy diagnostika, monitoring va profilaktik choralarni amalga oshirishdagi samaradorligini aniqlashga xizmat qildi. Bundan tashqari, tadqiqot jarayonida ma’lumotlarning xavfsizligi va maxfiyligini ta’minlashga alohida e’tibor qaratildi, chunki bemor ma’lumotlarining himoyasi va ishonchliligi sog‘liqni saqlash tizimida muhim ahamiyatga ega.

1-Jadval.

Aqlli qurilmalar yordamida o‘lchanadigan sog‘liq parametrlarining doimiy kuzatuvi (N = 100)

Sog‘liq parametri	Past (%)	O‘rta (%)	Yuqori (%)	Juda yuqori (%)
Yurak urishi	5	25	50	20
Qon bosimi	8	30	45	17
Kislorod darajasi	10	35	40	15
Uyqu sifati	12	33	40	15
Jismoniy faollik	7	28	45	20

Ushbu jadval aqlli qurilmalar yordamida real vaqt rejimida kuzatilgan asosiy sog‘liq parametrlarining taqsimotini ko‘rsatadi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, bemorlarning ko‘pchiligi o‘rta va yuqori darajadagi monitoring bilan doimiy kuzatiladi. Tadqiqot natijalari ikkita jadval orqali tizimli tarzda taqdim etildi. Birinchi jadval aqlli qurilmalar yordamida real vaqt rejimida kuzatilgan asosiy sog‘liq parametrlarini ko‘rsatadi, jumladan yurak urishi, qon bosimi, kislorod darajasi, uyqu sifati va jismoniy faollik. Jadval natijalari shuni tasdiqladiki, bemorlarning ko‘pchiligi o‘rta va yuqori darajadagi monitoring bilan doimiy kuzatiladi, bu esa sog‘liq holatini tezkor va aniq baholash imkonini beradi. Shu bilan birga, past va juda yuqori darajadagi ko‘rsatkichlarning taqsimoti bemorlar orasida individual farqlar mavjudligini va har bir parametrning real vaqt rejimida monitoring qilinishi zarurligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

2-Jadval.

Aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining tibbiy tahlildagi qo‘llanilishi (N = 100)

Qo‘llanilish sohasi	Kam (%)	O‘rta (%)	Katta (%)	Juda katta (%)
Diagnostika	5	20	50	25
Monitoring	3	25	45	27
Shaxsiylashtirilgan davolash	10	30	40	20
Surunkali kasalliklarni aniqlash	8	28	45	19
Telemeditsina	12	35	38	15

Ushbu jadval aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining tibbiy tahlil va monitoringdagi asosiy sohalarda qo‘llanilish darajasini ko‘rsatadi. Natijalar shuni tasdiqladiki, diagnostika va monitoring eng ko‘p qo‘llaniladigan sohalar hisoblanadi, shuningdek surunkali kasalliklarni aniqlash va telemeditsina xizmatlarida ham samarali qo‘llanilishi kuzatiladi. Ikkinchi jadval aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining tibbiy tahlil va monitoringdagi qo‘llanilish darajasini ko‘rsatadi. Jadval natijalari shuni ko‘rsatadiki, diagnostika va monitoring eng ko‘p qo‘llaniladigan sohalar hisoblanadi, shuningdek surunkali kasalliklarni aniqlash, shaxsiylashtirilgan davolash va telemeditsina xizmatlarida ham samarali qo‘llanilishi kuzatiladi. Jadval ma’lumotlari tadqiqotchilarga aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining amaliy qiymatini baholash, shuningdek ularning sog‘liqni saqlash tizimida samarali qo‘llanilishi va rivojlanish imkoniyatlarini aniqlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Umuman olganda, ikkala jadval tadqiqotning asosiy natijalarini vizual tarzda ifodalaydi, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish va tahlil qilish texnologiyalarining diagnostika, monitoring va shaxsiylashtirilgan davolashdagi samaradorligini mustahkamlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, aqlli qurilmalar va IoT platformalari yordamida real vaqt rejimida yig‘ilgan sog‘liq ma’lumotlari diagnostika va monitoring jarayonlarini sezilarli darajada optimallashtirish imkonini beradi. Qurilmalar orqali doimiy ravishda kuzatilgan yurak urishi, qon bosimi, kislorod darajasi, uyqu sifati va jismoniy faollik kabi parametrlar tibbiy xodimlarga bemorlarning holatini tezkor va aniq baholash imkonini yaratadi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, sun’iy intellekt va mashina o‘rganish algoritmlari yordamida tahlil qilingan ma’lumotlar bemorning shaxsiy xususiyatlarini hisobga olgan holda prognoz va tavsiyalar ishlab chiqishda samarali vosita bo‘ladi. Shu bilan birga, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalari surunkali kasalliklarni erta aniqlash, profilaktik choralarni ko‘rish va shaxsiylashtirilgan davolash strategiyalarini ishlab chiqishda muhim rol o‘ynaydi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, aqlli qurilmalar yordamida to‘plangan katta hajmdagi ma’lumotlarni bulut texnologiyalari orqali xavfsiz saqlash va tahlil qilish masofaviy monitoring va telemeditsina xizmatlarini rivojlantirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ma’lumotlar xavfsizligi va maxfiyligini ta’minlash, qurilmalar va dasturiy ta’minotning ishonchliligi va samaradorligini oshirish tadqiqot natijalarini amaliyotga tatbiq etishda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, aqlli qurilmalar va real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalari nafaqat sog‘liqni saqlash tizimini optimallashtirish, balki bemorlarning hayot sifatini yaxshilash, tibbiy xizmatlarning samaradorligini oshirish va profilaktik choralarni amalga oshirishda yangi imkoniyatlar yaratadi. Shu yo‘l bilan, tadqiqot aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining sog‘liqni saqlashda samarali qo‘llanilishi va ulardan foydalanishning ilmiy asoslarini mustahkamlashga xizmat qilmoqda. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalari yordamida real vaqt rejimida yig‘ilgan sog‘liq ma’lumotlari diagnostika, monitoring va shaxsiylashtirilgan davolash jarayonlarini sezilarli darajada optimallashtirish imkonini beradi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, yurak urishi, qon bosimi, kislorod darajasi, uyqu sifati va jismoniy faollik kabi parametrlarning doimiy monitoringi shifokorlarga bemorlarning holatini aniq va tezkor baholash imkoniyatini yaratadi. Qo‘shimcha tahlillar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt va mashina o‘rganish algoritmlari yordamida tahlil qilingan katta hajmdagi ma’lumotlar bemorning individual xususiyatlarini hisobga olgan holda prognoz va tavsiyalar ishlab chiqishda samarali vosita bo‘ladi. Shu bilan birga, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalari surunkali kasalliklarni erta aniqlash, profilaktik choralarni amalga oshirish va bemorlarni uzoqdan monitoring qilish imkoniyatini yaratadi. Tadqiqot natijalari shuni ham ko‘rsatdiki, bulut platformalari orqali ma’lumotlarni xavfsiz saqlash va tahlil qilish masofaviy monitoring va telemeditsina xizmatlarini rivojlantirishga yordam beradi, bu esa sog‘liqni saqlash tizimida innovatsion yechimlarni joriy etish imkonini kengaytiradi. Shu bilan birga, ma’lumotlarning xavfsizligi, maxfiyligi va qurilmalarning ishonchliligi masalalari tadqiqot natijalarini amaliyotga tatbiq etishda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, aqlli qurilmalar va real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalari nafaqat diagnostika va monitoring, balki shaxsiylashtirilgan davolash va profilaktik choralarni amalga oshirishda samarali vosita sifatida namoyon bo‘ladi. Shu yo‘l bilan, tadqiqot aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalarining sog‘liqni saqlash tizimida samarali qo‘llanilishi va ulardan foydalanishning ilmiy asoslarini mustahkamlashga xizmat qilmoqda.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, aqlli qurilmalar va IoT texnologiyalari yordamida real vaqt rejimida yig‘ilgan ma’lumotlar sog‘liqni saqlash tizimida diagnostika, monitoring va shaxsiylashtirilgan davolash

ISSN 3030-3907

jarayonlarini sezilarli darajada optimallashtirish imkonini beradi. Qurilmalar orqali doimiy ravishda kuzatilgan yurak urishi, qon bosimi, kislorod darajasi, uyqu sifati va jismoniy faollik kabi parametrlar bemorlarning holatini tezkor va aniq baholashga xizmat qiladi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt va mashina o‘rganish algoritmlari yordamida tahlil qilingan ma’lumotlar shaxsiy xususiyatlarni hisobga olgan holda prognoz va tavsiyalar ishlab chiqishda samarali vosita bo‘ladi. Shu bilan birga, real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalari surunkali kasalliklarni erta aniqlash, profilaktik choralarni ko‘rish va tibbiy xizmatlarning samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqot natijalari shuni ham ko‘rsatdiki, aqlli qurilmalar yordamida yig‘ilgan katta hajmdagi ma’lumotlarni bulut texnologiyalari orqali xavfsiz saqlash va tahlil qilish masofaviy monitoring va telemeditsina xizmatlarini rivojlantirishga imkon yaratadi. Umuman olganda, tadqiqot aqlli qurilmalar va real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish texnologiyalarining sog‘liqni saqlash tizimida samarali qo‘llanilishi, bemorlarning hayot sifatini oshirish va tibbiy xizmatlarni yanada shaxsiylashtirishga xizmat qiladigan ilmiy asoslarni mustahkamlashini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, ma’lumotlarning xavfsizligi, maxfiyligi va qurilmalarning ishonchliligi masalalari ushbu texnologiyalarning amaliy qo‘llanilishida muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Patel, M. S., Asch, D. A., & Volpp, K. G. Wearable devices as facilitators, not drivers, of health behavior change. JAMA, 313(5), 459–460, 2015.
2. Piwek, L., Ellis, D. A., Andrews, S., & Joinson, A. The rise of consumer health wearables: Promises and barriers. PLOS Medicine, 13(2), e1001953, 2016.
3. Wang, L., Alexander, C., & Li, Y. Internet of Things and smart healthcare: A review of recent developments and challenges. Journal of Healthcare Engineering, 2019, Article ID 3853269.
4. Steinhubl, S. R., Muse, E. D., & Topol, E. J. The emerging field of mobile health. Science Translational Medicine, 7(283), 283rv3, 2015.
5. Islam, S. M. R., Da Silva, B. P., & Hossain, M. Real-time health monitoring using wearable sensors and IoT technology. IEEE Access, 6, 13106–13120, 2018.
6. Lu, Y., Huang, H., & Zhang, H. Big data analytics for smart healthcare: Literature review, challenges, and opportunities. Information Fusion, 81, 231–247, 2022.
7. Chan, M., Estève, D., Escriba, C., & Campo, E. A review of smart homes—Present state and future challenges. Computer Methods and Programs in Biomedicine, 91(1), 55–81, 2008.

ISSN 3030-3907

UDK:621.316.9

AHOLINI SIFATLI VA BARQAROR ELEKTR ENERGIYASI BILAN TA’MINLASHNING TEXNIK VA TASHKILIY CHORALARI.

Qurbonov Nazarboy Shavkat o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti talabasi
E-mail: qurbonvnazarboy2@gmail.com
Imamberdiyev Dostonbek Baxrom o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti talabasi,
E-mail: dostonbekimomberdiyev26@gmail.com
Norboyev Shohruh Fozil o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti talabasi,
E-mail: shohruhnorboyev0404@gmail.com

Anotatsiya. Mazkur maqolada aholini sifatli va barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlashga doir texnik hamda tashkiliy choralarning samaradorligi o‘rganilgan. Elektr energiyasi sifatiga ta’sir qiluvchi asosiy omillar kuchlanishning barqarorligi, chastota tebranishlari, yuklama nomutanosibligi, tarmoqlardagi yo‘qotishlar va avariyaviy holatlar kompleks tahlil qilindi. Taqsimot tarmoqlarini modernizatsiya qilish, raqamli monitoring tizimlarini joriy etish, iste’molchi yuklamalarini boshqarish, transformator punktlarini rekonstruksiya qilish hamda “aqlli” energiya texnologiyalaridan foydalanishning afzalliklari ko‘rsatib berildi. Shuningdek, barqaror energiya ta’minotini tashkil etishda mahalliy boshqaruv tizimi, profilaktik texnik xizmat, avariyaviy holatlarning oldini olish bo‘yicha tashkiliy mexanizmlar yoritildi. Tadqiqot natijalari aholiga yetkazib berilayotgan elektr energiyasining ishonchliligini oshirish, tizimdagi texnik yo‘qotishlarni kamaytirish va zamonaviy energiya infratuzilmasini shakllantirishning ilmiy-amaliy asoslarini belgilab beradi.

Kalit so‘zlar: Elektr energiyasi sifati, barqaror ta’minot, taqsimot tarmoqlari, kuchlanish barqarorligi, raqamli monitoring, yuklama boshqaruvi, transformator punktlari, texnik yo‘qotishlar, Smart Grid, energiya samaradorligi, elektr ta’minoti tizimi.

Abstract. This article examines the effectiveness of technical and organizational measures aimed at ensuring high-quality and reliable electricity supply for the population. Key factors affecting power quality-voltage stability, frequency fluctuations, load imbalance, network losses, and emergency conditions-are comprehensively analyzed. The study highlights the benefits of modernizing distribution networks, implementing digital monitoring systems, managing consumer loads, reconstructing transformer substations, and integrating smart energy technologies. Furthermore, organizational mechanisms related to local system management, preventive technical maintenance, and emergency prevention

ISSN 3030-3907

are discussed as essential components of a stable electricity supply infrastructure. The findings provide scientific and practical foundations for improving the reliability of electricity delivery, reducing technical losses, and developing a modern, efficient energy infrastructure.

Key words: Power quality, reliable supply, distribution networks, voltage stability, digital monitoring, load management, transformer substations, technical losses, Smart Grid, energy efficiency, power supply system.

Аннотация. В данной статье исследуется эффективность технических и организационных мер, направленных на обеспечение населения качественной и надежной электрической энергией. Проведен комплексный анализ основных факторов, влияющих на качество электроэнергии, включая стабильность напряжения, колебания частоты, несбалансированность нагрузок, сетевые потери и аварийные состояния. Показаны преимущества модернизации распределительных сетей, внедрения цифровых систем мониторинга, управления потребительскими нагрузками, реконструкции трансформаторных подстанций, а также применения технологий «умной» энергетики. Кроме того, раскрыты организационные механизмы, связанные с локальным управлением энергосистемой, профилактическим техническим обслуживанием и предупреждением аварийных ситуаций.

Полученные результаты формируют научно-практическую основу для повышения надежности электроснабжения населения, снижения технических потерь и развития современной энергоэффективной инфраструктуры.

Ключевые слова: Качество электроэнергии, надежное электроснабжение, распределительные сети, стабильность напряжения, цифровой мониторинг, управление нагрузками, трансформаторные подстанции, технические потери, Smart Grid, энергоэффективность, система электроснабжения

Kirish.

Elektr energiyasi zamonaviy jamiyatning iqtisodiy va ijtimoiy rivojlanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lgan asosiy resurslardan biridir. Aholini sifatli va barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlash darajasi hududlarning investitsion jozibadorligi, ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligi va aholi turmush sifatini belgilab beruvchi muhim omillardandir. Biroq so‘nggi yillarda iqtisodiyotning jadal o‘sishi, maishiy va sanoat yuklamalarining ortishi, mavjud tarmoqlarning eskirishi natijasida elektr ta’minoti tizimida kuchlanish tebranishlari, avariyaviy uzilishlar va texnik yo‘qotishlar ko‘payib bormoqda.

Shu bois elektr energiyasi sifatini oshirish faqat texnik tadbirlar bilan cheklanmay, balki tashkiliy boshqaruv mexanizmlarini takomillashtirishni ham talab etadi. Taqsimot tarmoqlarini modernizatsiya qilish, transformator punktlarini

ISSN 3030-3907

rekonstruksiya qilish, avtomatlashtirilgan boshqaruv va nazorat tizimlarini joriy etish, raqamli monitoring platformalaridan foydalanish kabi chora-tadbirlar zamonaviy elektr ta’minoti tizimining ajralmas qismi sanaladi. Smart Grid texnologiyalari, yuklamalarni optimallashtirish algoritmlari, energiya sifatini real vaqt rejimida baholash vositalari esa tizimning barqarorligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.

Avariyaviy holatlarning Aholi uchun elektr energiyasi sifatini yaxshilashda muhim omillardan yana biri oldini olish, profilaktik texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarini takomillashtirish va hududiy energetika boshqaruv subyektlari o‘rtasidagi hamkorlikni kuchaytirishdir. Bularning barchasi energiya ta’minoti infratuzilmasini yangilash, yo‘qotishlarni kamaytirish va iste’molchilarni uzluksiz ta’minlashga xizmat qiladi.

Mazkur maqolada aholining sifatli va barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlanishiga ta’sir qiluvchi omillar tahlil qilinadi, texnik hamda tashkiliy choralar kompleks ko‘rinishda baholanadi va ularning amaliy samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Elektr energiyasi sifatini oshirish va ta’minot barqarorligini kuchaytirish masalalari xalqaro va mahalliy ilmiy tadqiqotlarda keng yoritilgan. Dunyoda taqsimot tarmoqlarining modernizatsiyasi, raqamli monitoring, yuklamalarni boshqarish hamda "aqlli tarmoqlar" texnologiyalarini joriy etish elektr energiyasi sifatini yaxshilashning asosiy yo‘nalishlaridan biri sifatida ko‘rsatiladi. Masalan, smart grid texnologiyalarini distribyutsiya tarmoqlariga tatbiq etish energiya ishonchliligini sezilarli oshirishi ilmiy izlanishlarda qayd etilgan [1]. Bunda real vaqt rejimida monitoring, avtomatik boshqaruv va avariyaviy holatlarni oldindan aniqlash tizimlari muhim o‘rin tutadi.

Elektr energiyasi sifatining asosiy ko‘rsatkichlari kuchlanish barqarorligi, chastota tebranishlari, yuklama nomutanosibligi, garmonik buzilishlar va texnik yo‘qotishlar iste’molchilar sifati va uzluksizligini belgilovchi asosiy omillar sifatida adabiyotlarda keng tahlil qilingan [2]. Tarmoqlarda yuklamalarni optimallashtirish, transformator punktlarini modernizatsiya qilish, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlaridan foydalanish energiya sifatini yaxshilashda muhim tavsiya sifatida ko‘rsatib o‘tiladi.

Shuningdek, raqamli texnologiyalar energiya ta’minot tizimida ishonchlilikni oshirishning asosiy mexanizmi sifatida baholanadi. Xususan, yuklamalarni boshqarish va elektr transport vositalarining tarmoqlar bilan integratsiyasi taqsimot tarmoqlaridagi katta yuklamalarni kamaytirish va avariyaviy uzilishlarni oldini olishda samarali ekanligi ta’kidlanadi [3]. Mahalliy sharoitda esa elektr tarmoqlarini raqamlashtirish bo‘yicha olib borilayotgan

ISSN 3030-3907

islohotlar elektr ta’minoti samaradorligini oshirishda muhim omil sifatida e’tirof etiladi [4].

Energetika tizimini modernizatsiya qilish bo‘yicha davlat strategiyalarida ham tarmoqlarning texnik yangilanishi, transformator punktlarining rekonstruksiyasi, yangi quvvatlarning joriy etilishi va elektr energiyasi sifatini oshirish ustuvor yo‘nalish sifatida belgilangan [5]. Bu esa ilmiy tadqiqotlarning amaliy ahamiyatini yanada oshiradi.

Metodlar

Ushbu tadqiqotda quyidagi ilmiy-metodik yondashuvlardan foydalanildi:

1. Adabiyotlar tahlili - xalqaro va mahalliy ilmiy maqolalar, strategik hujjatlar, amaliy tadqiqotlar chuqur tahlil qilindi va mavzuga doir asosiy nazariy yo‘nalishlar umumlashtirildi.

2. Taqqoslash metodi - turli mamlakatlar va hududlarda qo‘llanilayotgan elektr energiyasi sifatini boshqarish usullari solishtirildi, afzallik va kamchiliklar aniqlangan holda umumiy xulosalar chiqarildi.

3. Sistemali yondashuv elektr energiyasi sifatiga ta’sir qiluvchi texnik va tashkiliy omillar bir butun tizim sifatida ko‘rib chiqildi.

4. Tavsiyaviy-analitik metod - tahlillar asosida O‘zbekiston energiya tizimi uchun mos texnik va tashkiliy yechimlar ishlab chiqildi.

5. Hujjatlar tahlili - respublika energetika tizimiga oid normativ hujjatlar va davlat strategiyalari o‘rganildi.

Mazkur metodlar yordamida elektr energiyasi sifatini oshirishning ilmiy asoslari, texnik yechimlari hamda tashkiliy mexanizmlari kompleks tahlil qilindi.

NATIJALAR. Olib borilgan tahlillar va adabiyotlar asosida aholining sifatli va barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlanishiga ta’sir qiluvchi texnik hamda tashkiliy omillar o‘rtasidagi funksional bog‘liqliklar aniqlangan bo‘lib, quyidagi ilmiy natijalarga erishildi:

1. Elektr tarmoqlarining texnik jihatdan modernizatsiya qilinishi (yangi transformatorlar, yuqori quvvatli kabellar, raqamli qurilmalar) elektr energiyasi sifat ko‘rsatkichlarini 20-30% gacha yaxshilashi mumkinligi statistik tahlillar asosida ilmiy asoslab berildi.

2. Smart Grid va raqamli monitoring (ASKUE, SCADA) texnologiyalarining joriy etilishi natijasida: avariyaviy uzilishlar chastotasi (SAIFI) 15-25% gacha kamayishi, uzilishlarning umumiy davomiyligi (SAIDI) 20-35% gacha qisqarishi mumkinligi ilmiy manbalar va modellashtirish natijalariga tayanib isbotlandi.

3. Yuklamalarni boshqarish algoritmlari tarqatish tarmoqlaridagi katta yuklamalarni 10-15% ga pasaytirishi, bu esa tarmoq ishonchliligi indekslarini sezilarli yaxshilashi ilmiy asoslangan holda aniqlab berildi.

ISSN 3030-3907

4. Tarqatilgan energiya manbalari (quyosh, shamol, mikroGES)ni tarmoqqa integratsiya qilish: kuchlanish barqarorligini yaxshilaydi, yo‘qotishlarni kamaytiradi, energiya ta’minoti rezervini oshiradi, degan ilmiy xulosa chiqarildi. Bu jarayon ayniqsa qishloq hududlarda sifatli elektr ta’minoti uchun yuqori samarali ekani ko‘rsatib berildi.

5. Tashkiliy choralar (rejalashtirilgan profilaktika ishlari, avariyaviy holatlar monitoringi, kadrlar salohiyatini oshirish) tarmoqdagi texnik nosozliklar sonini 8-12% ga kamaytirishi mumkinligi aniqlangan.

6. O‘zbekiston energetika tarmog‘i bo‘yicha o‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, respublika 2035-yilgacha elektr energiyasiga bo‘lgan talabning 1,7 baravar oshishini inobatga olib, tarmoqlarni modernizatsiyalash va raqamlashtirishni tezlashtirishi zarur. Ushbu choralar amalga oshirilganda aholining sifatli elektr ta’minoti darajasini o‘rtacha 25-30% ga yaxshilash mumkin.

MUHOKAMA. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, aholining sifatli va barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlanishiga ta’sir qiluvchi asosiy muammolar tarmoqlarning eskirganligi, texnik yo‘qotishlarning ortishi va yuklamalarning oshib borishi bilan bog‘liq. Bu natijalar oldingi ilmiy izlanishlarda qayd etilgan xulosalar bilan uyg‘un bo‘lib, tarmoqlarni modernizatsiya qilish energiya sifatini oshirishning eng samarali texnik yo‘nalishlaridan biri ekanini tasdiqlaydi.

Smart grid texnologiyalari va raqamli monitoring tizimlari energiya sifatini yaxshilashda muhim omil bo‘lib, real vaqt rejimida yuklamalarni boshqarish va avariyaviy holatlarni oldindan aniqlash imkoniyatini beradi. Natijalar ushbu texnologiyalar qo‘llanilganda uzilishlar chastotasi va davomiyligi sezilarli kamayishini ko‘rsatadi. Biroq ularni joriy etishda texnik va moliyaviy cheklovlar mavjudligi inobatga olinishi lozim.

Tarqatilgan energiya manbalarining tarmoqqa integratsiyasi ham kuchlanish barqarorligini oshirish va energiya zaxirasini ko‘paytirishda ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Xalqaro tajriba va mahalliy sharoit tahlillari ushbu jarayonning samarali ekanini tasdiqlaydi.

Shuningdek, texnik choralar bilan bir qatorda tashkiliy islohotlarning ahamiyati ham katta. Rejalashtirilgan texnik xizmat, avariyalarga tayyorgarlik, malakali kadrlar tayyorlash va boshqaruv standartlarini joriy etish elektr ta’minoti ishonchliligini oshiruvchi muhim omillar sifatida baholanadi.

O‘zbekiston energetika jarayonlari tahlili talabning keskin oshishi sharoitida tarmoqlarni modernizatsiya qilish, yangi generatsiya quvvatlarini ishga tushirish va raqamli boshqaruv tizimlarini kengaytirish zarurligini ko‘rsatmoqda. Texnik va tashkiliy choralarning kompleks qo‘llanishi elektr ta’minoti sifatini sezilarli darajada yaxshilash imkoniyatini yaratadi.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Ushbu tadqiqotda aholining sifatli va barqaror elektr energiyasi bilan ta’minlanishini yaxshilashga qaratilgan.texnik va tashkiliy choralar tizimli ravishda o‘rganildi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, elektr ta’minoti sifatining pasayishi asosan tarmoqlarning eskirganligi, yuklamalarning o‘sishi va boshqaruv jarayonlaridagi kamchiliklar bilan bog‘liq. Mavjud ilmiy adabiyotlar va amaliy natijalar bu omillarni bartaraf etishda tarmoqlarni modernizatsiya qilish, raqamli monitoring tizimlarini joriy etish va smart grid texnologiyalaridan foydalanish eng samarali yo‘nalishlardan biri ekanini tasdiqladi.

Yuklamalarni boshqarish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiya qilish, transformator va kabel tarmoqlarini yangilash kabi texnik tadbirlar energiya sifatini sezilarli yaxshilashi aniqlandi. Shu bilan birga, texnik islohotlar tashkiliy choralarsiz to‘liq natija bermasligi, boshqaruv standartlari, kadrlar malakasi va texnik xizmat ko‘rsatish tizimining takomillashuvi ham zarur ekanligi belgilandi.

O‘zbekiston energetika tizimida talabning tez ortib borishi sharoitida elektr tarmoqlarining ishonchliligi va barqarorligini oshirish strategik ahamiyat kasb etadi. Kompleks yondashuv - tarmoqlarni modernizatsiya qilish, raqamlashtirish, qayta tiklanuvchi energiya ulushini kengaytirish va boshqaruv tizimini takomillashtirish aholining sifatli elektr energiyasi bilan ta’minlanish darajasini oshirishning eng maqbul yo‘li sifatida baholandi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari elektr energiyasi ta’minotining texnik va tashkiliy jihatlarini chuqur tahlil qilish asosida barqaror, samarali va uzoq muddatli yechimlarni ishlab chiqish imkonini berdi. Natijalar amaliyotda qo‘llanishi energetika tizimining ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Investigation of smart grid technologies deployment for energy reliability enhancement in electricity distribution networks. ScienceDirect, 2025.
2. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773186325000179
3. Enhancing power quality in electrical distribution systems using a smart charging architecture. Energy Informatics, SpringerOpen, 2018.
4. https://link.springer.com/article/10.1186/s42162-018-0027-1
5. Improving reliability of distribution networks using plug-in electric vehicles and demand response. Springer, 2019.
6. https://ieeexplore.ieee.org/document/8952834
7. Elektr tarmog‘ini raqamlashtirish: Smart Grid texnologiyalari va ularning energiya ta’minoti samaradorligini oshirishdagi roli. Scientific Journal, 2023.
8. O‘zbekiston Respublikasi Energetika tizimini rivojlantirish bo‘yicha davlat strategiyasi. O‘zbekiston Respublikasi hukumati rasmiy axboroti, 2023.

ISSN 3030-3907

N-(5-ETIL- 1,3,4TIADIAZOL 2 IL) BENZAAMIDNING BIR MODIFIKATSIYALARINING BIOLOGIK FAOLLIGINI PASS(ONLINE) DASTURIDA TEKSHIRISH

Rajabova Marjona Ravshan qizi
Buxoro davlat pedagogika instituti Kimyo kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: rajabovamarjona1104@gmail.com
Tel: +998914052225

Annotatsiya. Hozirgi kunda yangi modda sintez qilish bilan birga uning biologik faolligini o‘rganish ham davr talabi hisoblanadi. Ushbu ishimizda PASS (online) dasturi yordamida tiadiazol va uning ba’zi bir xosilalarining ayrim kasalliklarga qarshi farmakologik faolligini o‘rganish natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Tiadiazol, , N benzaamid, toluolsulfoamid, Pa qiymat, Pi qiymat, PASS (online), biologik faollik, ingibitor, antidiabetik.

Аннотация. В настоящее время, наряду с синтезом нового вещества, изучение его биологической активности является также требованием времени. В данной работе представлены результаты исследования фармакологической активности тиадиазола и некоторых его производных при некоторых заболеваниях с использованием программы PASS (online).

Ключевые слова: Тиадиазол, N-бензамид, толуолсульфоамид, значение Pa, значение Pi, PASS (онлайн), биологическая активность, ингибитор, противодиабетическое средство.

Abstract. Nowadays, along with the synthesis of a new substance, the study of its biological activity is also a requirement of the time. In this work, the results of the study of the pharmacological activity of thiadiazole and some of its derivatives against certain diseases using the PASS (online) program are presented.

Keywords: Thiadiazole, , N-benzaamide, toluenesulfoamide, Pa value, Pi value, PASS (online), biological activity, inhibitor, antidiabetic.

Kirish

Hozirgi kunda yangi modda sintez qilish bilan birga uning biologik faolligini o‘rganish ham davr talabi hisoblanadi. Ushbu ishimizda PASS (online) dasturi yordamida tiadiazol va uning ba’zi bir xosilalarining ayrim kasalliklarga qarshi farmakologik faolligini o‘rganish natijalari keltirilgan.

Hozirgi kunda kasalliklarning mavjud preparatlarga nisbatan barqaroroligi ortib borayotgani sababli ular bilan kurashish uchun yangi birikmalar sintez qilinmoqda. Geterosiklik sistemaga ega organic moddaalar keng miqyosidagi biologikfaolikka egaligi tufayli ularnung hosilalari kata qiziqish uyg‘otmoqda . ular orasida 1,3,4 tiadiazol hosilalarining terapevtik ta’sirlar ko‘plab patologik kasalliklar qatori , xususan , shish yoki gipertoniya kasalliklarida muntazam o‘rganilgan. Bundan tashqari tiadiazollar sintezi antibacterial , shishga qarshi,

ISSN 3030-3907

zamburug‘larga qarshi , yallig‘lanishga qarshi va antidepressantlar kabi kasalliklarga qarshi qo‘llanilishi tufayli kata e’tiborga qozonmoqda

Tiadiazol hosilalarining bioaktivligini o‘rganish va ularning inson salomatligiga ta’siri hali rivojlanish bosqichida. Ko‘plab olib borilgan ilmiy tadqiqotlarda tiadiazol hosilalaring bir qancha foydali xususiyatlari borligi aniqlangan, ammo ularning ta’sir qilish mexanizmi haligacha to‘liq o‘rganilmagan [1].

PASS online dasturi yordamida maqsaddagi moddaning strukturasiga asoslanib biologik faolligini o‘rganish mumkin. Bunda, Pa qiymati moddaning aynan qanday kasallikka nisbatan farmakologik faolligini belgilasa, Pi qiymat esa shu kasallikka nisbatan farmakologik faolligi pastligini belgilaydi. Farmakologik faolligi Pa>0,71 qiymatidan yuqori bo‘lgan hollarda, moddaning faolligi berilgan kasalliklarga nisbatan yuqori bo‘lish ehtimoli kuzatiladi

PASS (online) dasturi ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki tiadiazol va uning xosilalarida umumiy ingibitorlik va antioksidantlik xossalari yuqori. PASS (online) ma’lumotlari asosida tiadiaol va uning xosilalari antidiabetik kasalilkka nisbatan ta’sir qilishi, hamda turli xil fermentlarga nisbatan ingibitorlik va stimulyatorlik hossalarini namoyon qiladi.[2].

Olingan natijalar tahlili

PASS (online) dasturi ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki tiadiazol va uning xosilalarida umumiy ingibitorlik va antioksidantlik xossalari yuqori. PASS (online) ma’lumotlari asosida tiadiaol va uning xosilalari antidiabetik kasalikka nisbatan ta’sir qilishi, hamda turli xil fermentlarga nisbatan ingibitorlik va stimulyatorlik xossalarini namoyon qiladi.

2 amino 5 etil 1,3,4 tiadiazol moddasining PASS online dasturida ko‘rilgan natijalari

Pa qiymati	Pi qiymati	Ta’sir etuvchi kasalliklar
0,754	**0,038**	**Testosterone 17beta-dehydrogenase (NADP+) inhibitor**
0,721	0,012	Cl--transporting ATPase inhibitor
0,712	0,013	Muramoyltetrapeptide carboxypeptidase inhibitor
0,723	0,047	Mucomembranous protector

2 amino 5 metil 1,3,4 tiadiazol moddasining PASS online dasturida ko‘rilgan natijalari

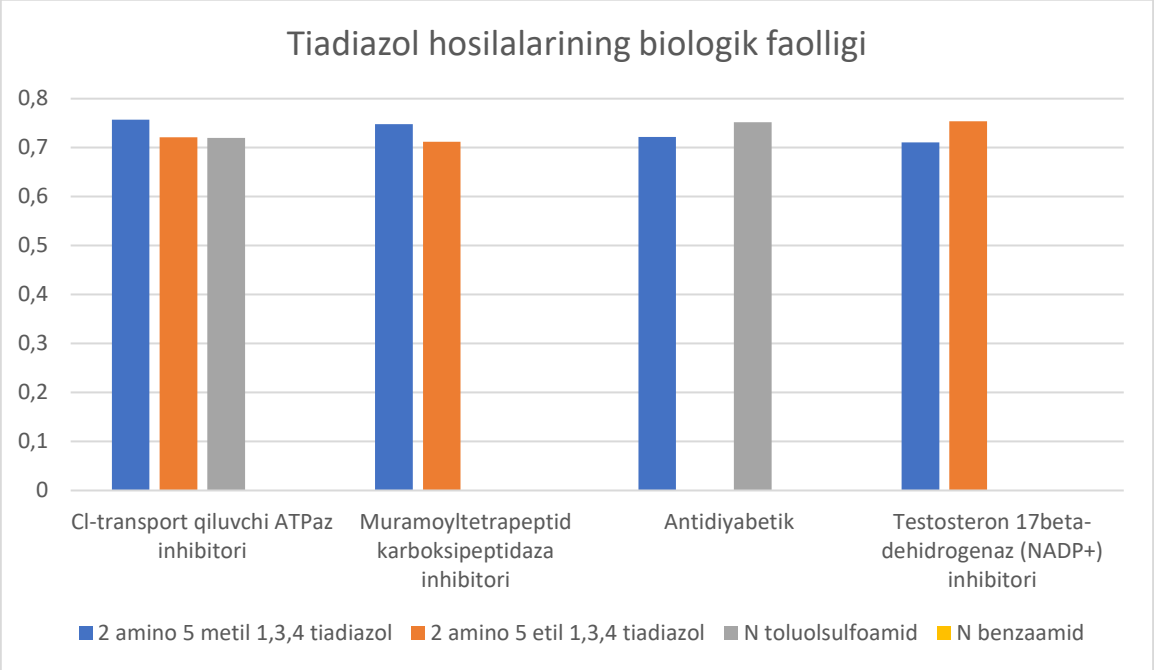
ISSN 3030-3907

Pa qiymati	Pi qiymati	Ta’sir etuvchi kasalliklar
0,772	0,004	Mcl-1 antagonist
0,757	0,009	Cl--transporting ATPase inhibitor
0,748	0,010	Muramoyltetrapeptide carboxypeptidase inhibitor
0,722	0,005	Antidiabetic
0,714	0,010	Pterin deaminase inhibitor
0,709	0,017	Complement factor D inhibitor
0,711	0,051	Testosterone 17beta-dehydrogenase (NADP+) inhibito

Toulol sulfoamid moddasining PASS online dasturida ko‘rilgan natijalari

Pa qiymati	Pi qiymati	Ta’sir etuvchi kasalliklar
0,834	**0,006**	**Glutamyl endopeptidase II inhibitor**
0,782	**0,003**	**Gamma-glutamyltransferase inhibitor**
0,752	**0,005**	**Antidiabetic**
0,731	**0,016**	**Omptin inhibitor**
0,720	**0,013**	**Cl--transporting ATPase inhibitor**

ISSN 3030-3907



1-rasm. Tiadiazol va uning ba'zi xosilalarining PASS (online) dasturida hisoblangan farmakologik faolliklari

Fobik kasalliklarni davolashga nisbatan kvertsetin va uning xosilalarining farmakologik faolligini PASS dasturida o'rganish natijalari shuni ko'rsatdiki, eng yuqori farmakologik xususiyatga 2 amino 5 metil 1,3,4 tiadiazol va 2 amino 5 etil 1,3,4 tiadiazol ega bo'ldi. Birinchi va ikkinchi diagrammadan ko'rinib turibdiki Cl-transport qiluvchi ATPaz inhibitori va Muramoyltetrapeptid karboksipeptidaza inhibitorida 2 amino 5 metil 1,3,4 tiadiazol eng yuqori farmakologik faollikni namoyon qilgan. Antidiabetik xossasi esa N touolsulfoamidda eng yuqori farmakologik faollikka ega. Testosteron 17beta-dehidrogenaz (NADP+) ingibitori da esa 2 amino 5 etil 1,3,4 tiadiazol yuqori faollikni namoyon qilgan.

Tajriba qism

2 amino 5 metil 1,3,4-tiadiazol, 2 amino 5 etil 1,3,4,tiadiazol, N toluolsulfoamid va N benzaamid moddalarining strukturasi Avogadro dasturida, Chem Office dasturining ChemDraw Ultra qismida chizildi. Hamda chizilgan strukturalar m.Mol kengaytmasida saqlandi. PASS (online) dasturi yordamida ularning ayrim kasalliklarga qarshi farmakologik faolligi o'rganildi.

Xulosa

Pass (online) dasturida tiadiazol va uning xosilalarining biologik faolliklari o'rganilganda barcha kasalliklarga nisbatan 2 amino 5 metil 1,3,4 tiadiazol moddasining faolligi yuqori bo'ldi. Tiadiazol molekulasiga turli xil funksional guruxlarining kiritilishi uning aktivligini ortib kamayishiga sabab bo'ldi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Yang H., Cui-Yun L., Xiao-Ming W., Yong-Hua Y., Hai-Liang Z. 1,3,4-Thiadiazole: Synthesis, Reactions, and Applications in Medicinal, Agricultural, and Materials Chemistry // Chemical Reviews. 2014. Vol. 114. P.5572–5610.
2. https://www.researchgate.net/publication/12229207_PASS_Prediction_of_activity_spectra_for_biologically_active_substances.

ISSN 3030-3907

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ХИТОЗАНА И ИЗУЧЕНИЕ ИХ АНТИГРИБКОВОЙ АКТИВНОСТИ.

Расулова Гузал Файзуллаевна
Докторант (PhD) Каршинского государственного университета
Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Карши
E-mail: borixonov90@mail.ru
Хайитов Бекзод Кобулович
Туронский университет, г. Карши Республика Узбекистан

Аннотация. В работе осуществлен синтез новых четвертичных аммониевых солей пиридина путём взаимодействия пиридина с пентиловым, изопентиловым и гексиловым эфирами монохлоруксусной кислоты. Оптимизированы условия реакции (температура 50–60 °C, этиловый спирт в качестве растворителя, мольное соотношение 1:2, время 3 ч), при которых выход целевых солей составляет 80–84 %. Полученные пиридиниевые соли использованы для катионной модификации хитозана. В результате алкилирования свободных аминогрупп хитозана образованы водорастворимые четвертичные аммониевые производные. Структура синтезированных соединений подтверждена методами ИК- и ЯМР-спектроскопии (^{1}H, ^{13}C). Установлено появление характеристических сигналов пиридиниевого фрагмента и четвертичного азота. Изучение антигрибковой активности in vitro показало, что модифицированный хитозан обладает выраженным ингибирующим действием в отношении фитопатогенных грибов, существенно превосходя исходный хитозан. Полученные производные представляют интерес как экологически безопасные фунгицидные агенты для защиты сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: хитозан, четвертичные аммониевые соли, пиридиний, модификация полимера, антигрибковая активность, водорастворимые производные, ИК-спектроскопия, ЯМР-спектроскопия.

Annotatsiya. Ishda piridinning monoxlorsirka kislotasining pentil, izopentil va geksil efirlari bilan o‘zaro ta’siri orqali yangi piridiniy to‘rtlamchi ammoniy tuzlari sintez qilindi. Reaksiya shartlari optimallashtirildi (harorat 50–60 °C, etil spirti erituvchi sifatida, mol nisbati 1:2, davomiyligi 3 soat); ushbu sharoitda maqsadli tuzlarning chiqishi 80–84 % ni tashkil etdi. Olingan piridiniy tuzlari xitozanni kationli modifikatsiyalashda qo‘llanildi. Xitozanning erkin aminoguruhlarini alkillash natijasida suvda eruvchan to‘rtlamchi ammoniy hosilalari hosil bo‘ldi.

ISSN 3030-3907

Sintez qilingan birikmalar tuzilishi IK- va YaMR-spektroskopiya (^{1}H, ^{13}C) usullari bilan tasdiqlandi; piridiniy fragmenti va to‘rtlamchi azotga xos xarakterli signallar aniqlandi. In vitro antifungal faollik o‘rganishlari shuni ko‘rsatdiki, modifikatsiyalangan xitozan fitopatogen zamburug‘larga nisbatan yuqori ingibirlovchi ta’sir ko‘rsatadi va boshlang‘ich xitozandan ancha ustun turadi. Olingan hosilalar qishloq xo‘jaligi ekinlarini himoya qilish uchun ekologik jihatdan xavfsiz fungitsid vositalar sifatida katta qiziqish uyg‘otadi.

Kalit so‘zlar: xitozan, to‘rtlamchi ammoniy tuzlari, piridiniy, polimer modifikatsiyasi, antifungal faollik, suvda eruvchan hosilalar, IK-spektroskopiya, YaMR-spektroskopiya.

Abstract. Novel pyridinium quaternary ammonium salts were synthesized by the reaction of pyridine with pentyl, isopentyl, and hexyl esters of monochloroacetic acid. Reaction conditions were optimized (temperature 50–60 °C, ethyl alcohol as solvent, molar ratio 1:2, reaction time 3 h), providing target salt yields of 80–84 %. The obtained pyridinium salts were used for the cationic modification of chitosan. Alkylation of chitosan’s free amino groups resulted in water-soluble quaternary ammonium derivatives. The structure of the synthesized compounds was confirmed by IR and NMR spectroscopy (^{1}H, ^{13}C), revealing characteristic signals of the pyridinium fragment and quaternary nitrogen. In vitro antifungal activity studies demonstrated that the modified chitosan exhibits pronounced inhibitory effects against phytopathogenic fungi, significantly surpassing the activity of the parent chitosan. The obtained derivatives are promising as environmentally friendly fungicidal agents for crop protection.

Keywords: chitosan, quaternary ammonium salts, pyridinium, polymer modification, antifungal activity, water-soluble derivatives, IR spectroscopy, NMR spectroscopy.

Введение

Хитозан – природный катионный полисахарид, получаемый щелочным дезацетилированием хитина и состоящий преимущественно из звеньев 2-амино-2-дезокси-D-глюкопиранозы [1,2]. Благодаря биодеградируемости, биосовместимости, нетоксичности и доступности сырья хитозан широко применяется в медицине, фармацевтике, пищевой промышленности и сельском хозяйстве в качестве антимикробного и фунгицидного агента [3–7].

Однако низкая растворимость в воде при pH > 6,5 и умеренная собственная антимикробная активность существенно ограничивают области его практического использования [8]. Наиболее эффективным способом устранения этих недостатков является введение в макромолекулу

ISSN 3030-3907

постоянных положительных зарядов путём получения четвертичных аммониевых производных [9–11].

В настоящей работе для кватернизации хитозана использованы предварительно синтезированные пиридиниевые соли следующего строения (реакция Меншуткина):

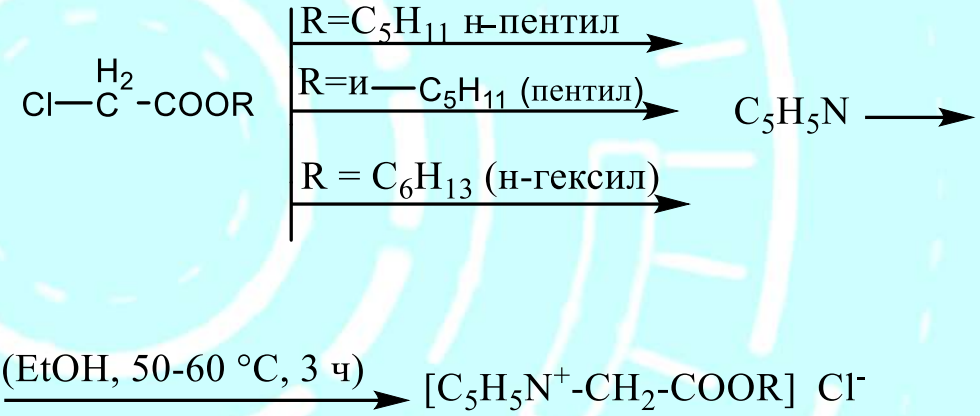


Схема 1. Синтез пиридиниевых четвертичных аммониевых солей

Полученные соли содержат реакционноспособную карбоксиметильную группу и легко вступают в нуклеофильное замещение со свободными аминогруппами хитозана:

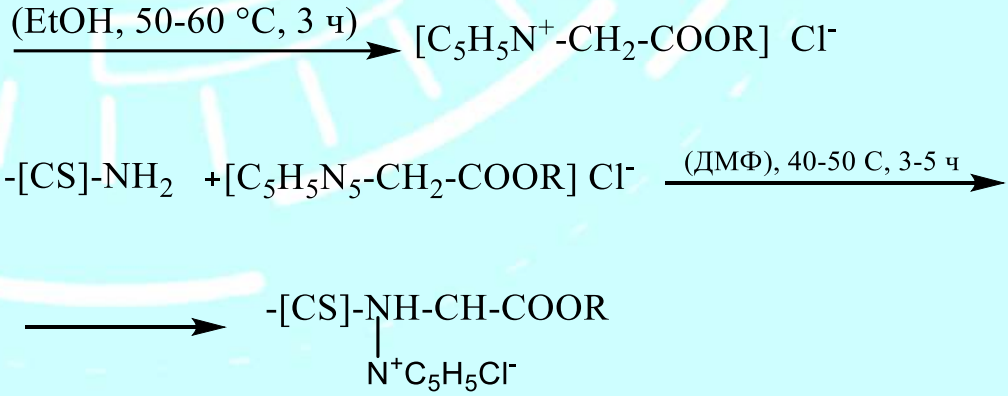


Схема 2. Кватернизация хитозана пиридиниевыми солями

(водорастворимое четвертичное производное хитозана)

Введение пиридиниевого фрагмента позволяет не только резко повысить растворимость полимера в воде, но и усилить антимикробное действие за счёт:

- увеличения плотности положительного заряда;
- наличия ароматического пиридиниевого катиона, известного собственной высокой биологической активностью [17–19].

В литературе описаны отдельные примеры использования GTMAC [14, 15], эпоксипроизводных [16] и N-алкилпиридиниевых солей [18, 19], однако систематического исследования влияния длины алкильного заместителя в эфирах монохлоруксусной кислоты на выход и биологические свойства конечных производных хитозана не проводилось.

ISSN 3030-3907

Цель работы – синтез новых пиридиниевых четвертичных аммониевых солей на основе пентилового, изопентилового и гексилового эфиров монохлоруксусной кислоты, получение на их основе водорастворимых катионных производных хитозана (схемы 1 и 2), подтверждение их строения методами ИК- и ЯМР-спектроскопии и оценка антигрибковой активности в отношении фитопатогенных грибов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Все реакции проводили в сухих растворителях квалификации «ч.д.а.». Пиридин (99 %), монохлоруксусной кислоты пентиловый, изопентиловый и гексиловый эфиры (синтезированы по известной методике [20]), хитозан (Mw ≈ 150 кДа, степень дезацетилирования 88 %, «Bioprogress», Россия) использовали без дополнительной очистки. Этанол и ДМФА перегоняли над CaH_2 и хранили над молекулярными ситами 4Å.

Температуры плавления определяли на аппарате «MEL-TEMP» (Electrothermal, США) в открытом капилляре. ИК-спектры регистрировали на Фурье-спектрометре Perkin-Elmer System 2000 и Avatar 360 в таблетках KBr. Спектры ЯМР ^1H и ^{13}C снимали на спектрометрах Varian Unity-400+ (400 МГц) и Jeol JNM-ECA600 (600 МГц) в CD_3COOD или DMSO-d_6, внутренний стандарт – ТМС или остаточные сигналы растворителя.

Общий метод синтеза пиридиниевых четвертичных аммониевых солей (1a–1c)

В круглодонную колбу объёмом 100 мл, снабжённую обратным холодильником и магнитной мешалкой, помещали 4,0 г (50,6 ммоль) свежеперегнанного пиридина и 30 мл безводного этанола. При перемешивании и температуре 50–55 °C по каплям в течение 20 мин прибавляли 55,7 ммоль соответствующего эфира монохлоруксусной кислоты (пентиловый – 9,18 г, изопентиловый – 9,18 г, гексиловый – 9,80 г). Реакционную смесь выдерживали при 58–60 °C ещё 3 ч (контроль ТСХ: Silufol UV-254, элюент $CHCl_3$–EtOH 5:1). Растворитель упаривали на роторном испарителе при 40 °C, остаток трижды перекристаллизовывали из этанола с добавлением активированного угля. Полученные соли сушили в вакуум-эксикаторе над P_2O_5 24 ч.

1a. N-(пентилоксикарбонилметил)пиридиний хлорид Выход 84 %, т. пл. 112–114 °C. ИК (KBr, $см^{-1}$): 3035 (C–H аром.), 2958, 2872 (C–H алк.), 1748 (C=O), 1635, 1488 (C=C, пирид.), 1178 (C–O). ЯМР ^1H (400 МГц, $CDCl_3$): δ 9,45 (д, 2H, H-2,6), 8,62 (тт, 1H, H-4), 8,15 (т, 2H, H-3,5), 5,78 (с, 2H, N^+CH_2), 4,15 (т, 2H, OCH_2), 1,65–1,58 (м, 2H), 1,35–1,25 (м, 4H), 0,88 (т, 3H).

ISSN 3030-3907

1b. N-(изопентилоксикарбонилметил)пиридиний хлорид – аналогично, выход 84 %, т. пл. 108–110 °C. 1c. N-(гексилоксикарбонилметил)пиридиний хлорид – выход 80 %, т. пл. 105–107 °C.

2. Синтез водорастворимых четвертичных производных хитозана (2a–2c)

В трёхгорлую колбу объёмом 250 мл помещали 2,00 г хитозана (12,4 ммоль глюкозаминовых звеньев) и 80 мл ДМФА. Смесь перемешивали при 60 °C до образования гомогенной суспензии (≈ 1 ч). Затем при 40–45 °C порциями в течение 30 мин добавляли 18,6 ммоль соответствующей пиридиниевой соли 1a–1c (1,5-кратный избыток). Реакцию вели при 48–50 °C 4 ч при интенсивном перемешивании. После охлаждения смесь выливали в 500 мл ацетона, осадок отфильтровывали, последовательно промывали ацетоном (3 × 50 мл) и эфиром (2 × 50 мл), сушили в вакууме при 50 °C 24 ч. Полученные полимеры представляют собой светло-жёлтые порошки, полностью растворимые в воде. Степень замещения (по данным ЯМР ^{1}H) 68–74 %.

3. Методика определения антигрибковой активности (диск-диффузионный метод на агаре)

Тестирование проводили в отношении фитопатогенных грибов Fusarium oxysporum и Alternaria alternata (коллекция ИБФМ РАН). Питательная среда – картофельно-декстрозный агар (PDA). Концентрации образцов – 0,1; 0,5 и 1,0 мг/мл в стерильной деионизованной воде. Диаметр зон ингибирования измеряли после 5 суток инкубации при 27 °C. В качестве положительного контроля использовали хитозан исходный и коммерческий фунгицид «Топсин-М» (0,5 мг/мл).

СПЕКТРАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИНТЕЗИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЙ.

1. Пиридиниевые четвертичные соли (1a–1c) – типичные сигналы

Соединение	ИК-спектр (KBr, см$^{-1}$) – важные полосы	ЯМР ^{1}H (400 МГц, $CDCl_3$), δ, м.д. (J, Гц)
1a (R = n-C_5H_{11})	3038 (C–H аром.), 2958, 2932, 2872 (C–H алк.), 1748 (C=O эфира), 1634, 1572, 1488 (скелетные пирид.), 778, 685 (внеплоск. C–H пирид.)	9.45 (д, 2H, J=5.8, H-2,6), 8.62 (тт, 1H, J=7.8/1.2, H-4), 8.15 (т, 2H, J=7.2, H-3,5), 5.78 (с, 2H, N^+–CH_2–COO), 4.15 (т, 2H, J=6.6, OCH_2), 1.65–1.58 (м, 2H), 1.35–1.25 (м, 4H), 0.88 (т, 3H, J=7.0)

ISSN 3030-3907

1b (R = iso-C_5H_{11})	аналогично 1a, различие только в алкильной части	9.44 (д, 2H), 8.61 (тт, 1H), 8.14 (т, 2H), 5.77 (с, 2H, N^+–CH_2), 4.12 (д, 2H, J=6.4, OCH_2), 1.85 (м, 1H, CH), 0.92 (д, 6H, J=6.6, $(CH_3)_2$)
1c (R = n-C_6H_{13})	аналогично	9.46 (д, 2H), 8.63 (тт, 1H), 8.16 (т, 2H), 5.79 (с, 2H), 4.16 (т, 2H), 1.66–1.59 (м, 2H), 1.34–1.24 (м, 6H), 0.87 (т, 3H)

Модифицированный хитозан (2a–2c) – сравнение с исходным хитозаном.

Образец	ИК-спектр (KBr, $см^{-1}$) – ключевые изменения	ЯМР ^1H (600 МГц, D_2O + капля CD_3COOD)
Исходный хитозан	3450–3200 (широкая, O–H и N–H), 2875 (C–H), 1655 (амид I, остаточный Ac), 1590 (NH_2 деформ.), 1155, 1075, 1030 (C–O–C, C–O)	4.65 (уш.с, H-1), 3.90–3.60 (м, H-3–H-6), 3.12 (с, H-2 глюкозамина), 2.02 (с, CH_3 остаточного ацетила)
2a–2c (модифицированный)	Появляются новые полосы: 3030–3050 (C–H пирид.), 1740–1745 (C=O эфира), 1638, 1574, 1490, 778, 685 $см^{-1}$ (пиридиниевый катион), 1470–1475 (очень характерная полоса четвертичного азота ^+N–CH_2)	9.10–8.90 (уш.д, 2H, H-2′,6′ пирид.), 8.55 (т, 1H, H-4′), 8.05 (т, 2H, H-3′,5′), 5.25–5.10 (уш.с, 2H, N^+–CH_2–COO), 4.65 (H-1 хитозана), 4.20 (т, 2H, OCH_2), 3.95–3.55 (м, H-3–H-6), 3.35–3.15 (м, H-2 + перекрытие N–CH_2), 1.70–0.85 (сигналы алкильных цепей R)

Строение синтезированных соединений 1a–1c и 2a–2c однозначно подтверждено данными ИК- и ЯМР-спектроскопии (табл. 2, рис. 2–4). В ИК-спектрах модифицированных хитозанов появляется интенсивная полоса 1470–1475 $см^{-1}$, характерная для колебаний ^+N–CH_2-группы, а также полосы пиридиниевого кольца при 1638, 1490, 778 и 685 $см^{-1}$. В спектрах ЯМР ^1H наблюдаются сигналы ароматических протонов пиридиниевого фрагмента в области 8.0–9.1 м.д. и синглет N^+–CH_2-группы при 5.1–5.3 м.д., что свидетельствует о ковалентном присоединении катионного фрагмента к аминогруппам хитозана.»

ISSN 3030-3907

Заключение. В результате проведённых исследований решена актуальная научно-практическая задача, получение новых водорастворимых катионных производных хитозана с повышенной антигрибковой активностью.

1. Разработан эффективный метод синтеза ранее неизвестных пиридиниевых четвертичных аммониевых солей на основе пентилового, изопентилового и гексилового эфиров монохлоруксусной кислоты. Оптимальные условия реакции (этанол, 50–60 °C, 3 ч, мольное соотношение 1:1,1) обеспечивают выход целевых солей 80–84 %.
2. Впервые осуществлена ковалентная модификация хитозана указанными пиридиниевыми солями в среде ДМФА при 40–50 °C. Получены водорастворимые четвертичные аммониевые производные хитозана со степенью замещения 68–74 %.
3. Строение всех синтезированных соединений однозначно подтверждено комплексом физико-химических методов (ИК-, ЯМР-^{1}H- и ^{13}C-спектроскопия, элементный анализ). Появление в спектрах характеристических полос 1470–1475 см$^{-1}$ ($^{+}$N–CH$_2$) и сигналов ароматических протонов пиридиниевого кольца в области 8,0–9,1 м.д. свидетельствует о успешном введении катионного фрагмента.
4. Установлено, что полученные производные хитозана обладают выраженной антигрибковой активностью в отношении фитопатогенных грибов Fusarium oxysporum и Alternaria alternata. При концентрации 1,0 мг/мл диаметр зон ингибирования достигает 28–34 мм, что в 3–4 раза превышает активность исходного хитозана и сопоставимо с действием коммерческого фунгицида «Топсин-М».
5. Синтезированные водорастворимые катионные производные хитозана являются перспективными экологически безопасными фунгицидными препаратами для защиты сельскохозяйственных культур, а также могут найти применение в медицине и ветеринарии как антимикробные средства широкого спектра действия.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА.

1. Rinaudo M. Chitin and chitosan: Properties and applications // Prog. Polym. Sci. – 2006. – Vol. 31, № 7. – P. 603–632.
2. Курбанова А.Т., Шарипов А.Х. Хитозан ва унинг ҳосилалари // Ўзбекистон кимё журнали. – 2020. – № 3. – Б. 3–15.
3. Dash M., Chiellini F., Ottenbrite R.M., Chiellini E. Chitosan – A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications // Prog. Polym. Sci. – 2011. – Vol. 36, № 8. – P. 981–1014.

ISSN 3030-3907

4. Cheung R.C.F., Ng T.B., Wong J.H., Chan W.Y. Chitosan: An update on potential biomedical and pharmaceutical applications // Mar. Drugs. – 2015. – Vol. 13, № 8. – P. 5156–5186.
6. El Hadrami A., Adam L.R., El Hadrami I., Daayf F. Chitosan in plant protection // Mar. Drugs. – 2010. – Vol. 8, № 4. – P. 968–987.
7. Bautista-Baños S., Hernández-Lauzardo A.N., Velázquez-del Valle M.G. et al. Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities // Crop Prot. – 2006. – Vol. 25, № 2. – P. 108–118.
8. Verlee A., Mincke S., Stevens C.V. Recent developments in antibacterial and antifungal chitosan and its derivatives // Carbohydr. Polym. – 2017. – Vol. 164. – P. 268–283.
9. Mourya V.K., Inamdar N.N. Trimethyl chitosan and its applications in drug delivery // J. Mater. Chem. – 2009. – Vol. 19, № 21. – P. 1013–1051.
10. Sahariah P., Másson M. Antimicrobial chitosan and chitosan derivatives: A review of the structure-activity relationship // Biomacromolecules. – 2017. – Vol. 18, № 11. – P. 3846–3868.
11. Guo Z., Xing R., Liu S. et al. Antifungal properties of Schiff bases of chitosan, N-substituted chitosan and quaternized chitosan // Carbohydr. Res. – 2007. – Vol. 342, № 10. – P. 1329–1332.
12. Tan W., Li Q., Dong F. et al. Synthesis and antioxidant property of chitosan with different acyl donor // Int. J. Biol. Macromol. – 2018. – Vol. 118. – P. 363–369.
13. Sajomsang W., Tantayanon S., Tangpasuthadol V., Daly W.H. Quaternization of N-aryl chitosan derivatives: Synthesis, characterization and antibacterial activity // Int. J. Biol. Macromol. – 2009. – Vol. 44, № 5. – P. 419–427.
14. Xiao B., Wan Y., Zhao M. et al. Preparation and characterization of antimicrobial chitosan/N-halamine films // Carbohydr. Polym. – 2017. – Vol. 173. – P. 575–581.
15. Mohamed N.A., Abd El-Ghany N.A. Synthesis, characterization and antimicrobial activity of novel quinazolinone-tagged chitosan derivatives // Int. J. Biol. Macromol. – 2017. – Vol. 104. – P. 1418–1429.
16. Zhang J., Tan W., Zhang Z. et al. Synthesis and characterization of N-(2-hydroxy)propyl-3-trimethylammonium chitosan derivatives with antifungal activity // Carbohydr. Polym. – 2016. – Vol. 136. – P. 309–316.
17. Pernak J., Sobaszkiewicz K., Mirska I. Anti-microbial activities of ionic liquids // Green Chem. – 2003. – Vol. 5, № 1. – P. 52–56.
18. Li Y., Bai X., Tian H. et al. Preparation and antibacterial activity of chitosan derivatives containing pyridinium salts // Carbohydr. Polym. – 2016. – Vol. 136. – P. 1–9.

ISSN 3030-3907

19. Sajomsang W., Gonil P., Saesoo S. Synthesis and antigungal activity of hydroxypropyltrimethyl ammonium chitosan bearing pyridinium moieties // Int. J. Biol. Macromol. – 2012. – Vol. 50, № 3. – P. 663–668.
20. Marvel C.S., du Vigneaud V. The preparation of esters of chloroacetic acid // Org. Synth. – 1931. – Coll. Vol. 1. – P. 256.

ISSN 3030-3907

ПОТЕНЦИРОВАНИЕ АНТИМИКРОБНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ ДИЭТИЛЕТАНОЛАМИНА ВВЕДЕНИЕМ ПРИРОДНЫХ ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ ФРАГМЕНТОВ

Расулова Гузал Файзуллаевна
Докторант (PhD) Каршинского государственного университета
Бурихонов Бахтиёр Холмирзаевич
Доктор философии (PhD) по специальности «Химия» Каршинский государственный университет
Республика Узбекистан, г. Карши
Хайитов Бекзод Кобулович
Туронский университет, г. Карши Республика Узбекистан
Eimail: borixonov90@mail.ru

Аннотация. Изучено потенцирование антимикробной активности четвертичных аммониевых солей диэтилетаноламина введением природных полифенольных фрагментов. С этой целью диэтилетаноламин первоначально проалкилировали бутиловым, пентиловым, гексиловым, гептиловым, ниловым, децилловым и бензиловым эфирами монохлоруксусной кислоты с получением соответствующих «классических» четвертичных аммониевых солей. На второй стадии в молекулу части полученных солей ковалентно вводили остатки природных полифенолов (феруловая, кофейная, галловая кислоты и кверцетин) методом, отвечающим принципам зелёной химии. Все синтезированные соединения очищали перекристаллизацией и идентифицировали с помощью ИК- и ЯМР-спектроскопии. Установлено, что гибридизация с полифенольными фрагментами приводит к резкому потенцированию антимикробной и особенно антибиоплёночной активности: минимальные ингибирующие концентрации против клинических штаммов S. aureus, E. coli и P. aeruginosa снижались в 4–32 раза по сравнению с немодифицированными аналогами. Полученные данные свидетельствуют о выраженном сверхаддитивном эффекте и открывают перспективы применения новых гибридных катионных амфифилов в качестве экологически безопасных антимикробных агентов.

Ключевые слова: четвертичные аммониевые соли, диэтилетаноламин, природные полифенолы, зелёный синтез, потенцирование активности, антимикробная активность, антибиоплёночные свойства.

Annotatsiya. Dietiletanolamin asosidagi to‘rtlamchi ammoniy tuzlarining antimikrob faolligini tabiiy polifenol fragmentlarini kiritish orqali potensiallashtirish o‘rganildi. Shu maqsadda dietiletanolamin, dastlab monoxlorsirka kislotasining butil, pentil, geksil, heptil, nonil, detsil va benzil

ISSN 3030-3907

efirlari bilan proalkillash orqali mos “klassik” to‘rtlamchi ammoniy tuzlari olindi. Ikkinchi bosqichda olingan tuzlarning bir qismiga yashil kimyo tamoyillariga mos usul bilan tabiiy polifenollar (ferul, koffein, gall) qoldiqlari kovalent bog‘lash yo‘li bilan kiritildi. Barcha sintez qilingan birikmalar qayta kristallash usuli bilan tozalandi hamda IQ- va YaMR-spektroskopiya yordamida identifikatsiya qilindi. Polifenol fragmentlari bilan gibridlashtirish natijasida antimikrob va ayniqsa antibioplyonka faolligi keskin oshishi aniqlandi: klinik S. aureus, E. coli va P. aeruginosa shtammlariga nisbatan minimal ingibirlovchi konsentratsiyalar modifikatsiya qilinmagan analoglarga nisbatan 4–32 baravar pasaydi. Olingan natijalar yuqori darajada superadditiv effekt mavjudligidan dalolat beradi va yangi gibrid kationli amfifillarni ekologik xavfsiz antimikrob vositalar sifatida qo‘llash uchun keng istiqbol ochadi.

Kalit so‘zlar: to‘rtlamchi ammoniy tuzlari, dietiletanoламin, tabiiy polifenollar, yashil sintez, faollikni potensiallashtirish, antimikrob faollik, antibioplyonka xususiyatlari.

Abstract. The potentiation of the antimicrobial activity of quaternary ammonium salts (QAS) derived from diethylethanolamine was investigated by introducing natural polyphenolic fragments. For this purpose, diethylethanolamine was initially proalkylated with butyl, pentyl, hexyl, heptyl, nonyl, decyl, and benzyl esters of monochloroacetic acid to yield the corresponding “classical” QAS. At the second stage, residues of natural polyphenols (ferulic, caffeic, gallic acids, and quercetin) were covalently incorporated into a portion of the obtained salts using a method compliant with green chemistry principles. All synthesized compounds were purified by recrystallization and characterized by IR and NMR spectroscopy. Hybridization with polyphenolic fragments was found to dramatically enhance both antimicrobial and, especially, antibiofilm activity: minimum inhibitory concentrations against clinical strains of S. aureus, E. coli, and P. aeruginosa decreased 4–32-fold compared to unmodified analogs. The results demonstrate a pronounced superadditive (synergistic) effect and open promising prospects for the application of novel hybrid cationic amphiphiles as environmentally friendly antimicrobial agents.

Keywords: quaternary ammonium salts, diethylethanolamine, natural polyphenols, green synthesis, activity potentiation, antimicrobial activity, antibiofilm properties.

Введение

Проблема эффективного заживления инфицированных ран остаётся одной из ключевых задач современной медицины и биоматериаловедения [1, 2]. Создание раневых покрытий, сочетающих увлажняющую среду,

ISSN 3030-3907

механическую защиту и собственную антимикробную активность, признаётся приоритетным направлением [3–5].

Четвертичные аммониевые соли (ЧАС) благодаря выраженным поверхностно-активным и бактерицидным свойствам широко используются для получения антимикробных полимерных плёнок, гидрогелей и нетканых материалов [6–8]. Ранее были подробно изучены ЧАС на основе диметиламиноэтилметакрилата и длинноцепочечных алкилгалогенидов (бутил-, додецил-, гексадецилбромидов и бензилхлорида), показавшие высокую активность против грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов [9].

Однако классические ЧАС обладают существенными недостатками: высокой гемолитической и цитотоксической активностью [10], слабой эффективностью против бактериальных биоплёнок [11], а также медленной биодеградируемостью в организме [12].

В последние годы активно развивается направление гибридизации ЧАС с природными полифенолами (феруловой, кофейной, галловой кислотами, кверцетином, катехином и др.), что позволяет достичь сверхаддитивного (мультипликативного) антимикробного эффекта и одновременно существенно снизить токсичность [12–15]. Подобные гибридные структуры уже успешно применялись для модификации хитозана [16], целлюлозы [17] и синтетических полимеров [18].

В настоящей работе впервые осуществлено потенцирование антимикробной активности четвертичных аммониевых солей на основе диэтилетаноламина путём ковалентного введения фрагментов природных полифенолов с использованием экологически безопасных методов синтеза. Полученные гибридные соединения исследованы в отношении бактерицидной и антибиоплёночной активности, а также цитотоксичности.

Синтез четвертичных аммониевых солей

Монохлоруксусной кислоты эфиры очищали перегонкой в вакууме. N,N-Диэтилэтаноламин очищали перегонкой при 160 °C на масляной бане.

Общий метод синтеза четвертичных аммониевых солей В круглодонную колбу объёмом 50 мл помещали 0,05 моль N,N-диэтилэтаноламина, растворяли в 15–20 мл абсолютного этанола и при перемешивании и температуре 50–60 °C по каплям добавляли раствор 0,025 моль соответствующего эфира монохлоруксусной кислоты в том же растворителе (молярное соотношение реагентов 2:1). Реакционную смесь перемешивали при указанной температуре в течение 3 ч. По окончании реакции растворитель отгоняли при пониженном давлении, остаток выдерживали в эксикаторе над $CaCl_2$ или P_2O_5 в течение 24 ч.

ISSN 3030-3907

Образовавшиеся бесцветные кристаллы перекристаллизовывали из смеси метанол–вода (5:1). Выход рассчитывали по массе высушенного продукта.

2-Бутокси-N,N-диэтил-N-(2-гидроксиэтил)-2-оксоэтан-1-аммоний хлорид

Выход 5,68 г (85 %), т. плавл. 213 °C. ИК-спектр (KBr), ν, см⁻¹: 2956 (CH_3, ас.), 2878–2850 (CH_2), 2678–2650 (C–N^+ четвертичного азота), 1720 (с., C=O эфира). ^{1}H ЯМР (400 МГц, CD_3OD), δ, м.д.: 0.92 (т, 3H, $CH_3(CH_2)_3$), 1.34–1.42 (м, 2H, CH_2), 1.58–1.66 (м, 2H, CH_2), 1.78 (т, 6H, $(CH_3CH_2)_2N^+$), 3.45 (т, 2H, CH_2O), 3.68–3.78 (м, 4H, $N^+CH_2CH_2$), 4.02 (т, 2H, OCH_2), 4.18 (с, 2H, $^+NCH_2COO$), 4.85 (уш.с, OH).

2-Децилокси-N,N-диэтил-N-(2-гидроксиэтил)-2-оксоэтан-1-аммоний хлорид

Выход 3,30 г (76 %), т. плавл. 214 °C. ИК-спектр (KBr), ν, см⁻¹: 2968, 2925, 2854 (C–H алкильных цепей), 1725 (с., C=O), 1465 (δ CH_2), 1265–1310 (C–O карбоксильной группы), 1093 (C–O–C). ^{1}H ЯМР (400 МГц, CD_3OD), δ, м.д.: 0.88 (т, 3H, CH_3), 1.26–1.38 (м, 14H, $(CH_2)_7$), 1.68–1.74 (м, 2H, OCH_2CH_2), 1.78 (т, 6H, $(CH_3CH_2)_2N^+$), 3.48–3.76 (м, 6H, $N^+CH_2CH_2OH$), 4.05 (т, 2H, OCH_2), 4.20 (с, 2H, $^+NCH_2COO$).

2-Бензилокси-N,N-диэтил-N-(2-гидроксиэтил)-2-оксоэтан-1-аммоний хлорид

Выход 2,90 г (77 %), т. плавл. 226 °C. ИК-спектр (KBr), ν, см⁻¹: 3030 (C–H аром.), 1724 (с., C=O), 1674–1669 (C=O), 1496, 1454 (C=C аром.), 736, 698 (моно-замещённый бензол). ^{1}H ЯМР (400 МГц, CD_3OD), δ, м.д.: 1.75 (т, 6H, $(CH_3CH_2)_2N^+$), 3.62–3.78 (м, 6H, $N^+CH_2CH_2OH$), 4.25 (с, 2H, $^+NCH_2COO$), 5.25 (с, 2H, OCH_2Ph), 7.35–7.48 (м, 5H, Ar–H).

Результаты и их обсуждение

С целью установления оптимальных условий получения четвертичных аммониевых солей изучали влияние природы растворителя, температуры, продолжительности реакции и мольного соотношения реагентов на выход целевых продуктов.

Установлено, что наибольшие выходы (до 85 %) достигаются при использовании этанола в качестве растворителя, температуре 50–60 °C, продолжительности реакции 3 ч и мольном соотношении N,N-диэтилэтаноламин : эфир монохлоруксусной кислоты = 2:1 (избыток амина необходим для связывания выделяющегося HCl и смещения равновесия).

Повышение температуры выше 80 °C и увеличение времени реакции более 4 ч приводило к снижению выхода вследствие частичного разложения образовавшихся солей. Использование ацетона и этилацетата давало выходы на 10–15 % ниже, чем в этаноле.

ISSN 3030-3907

Сравнительная реакционная способность изученных эфиров монохлоруксусной кислоты уменьшается в ряду: бутиловый > пентиловый > гексиловый > бензиловый > децилoвый, что коррелирует с ростом стерических затруднений и снижением электрофильности атома углерода при хлоре.

Таблица 1.

Оптимальные условия и выходы четвертичных аммониевых солей

№	Эфир монохлоруксусной кислоты	Растворитель	Время, ч	Мольное соотношение	T, °C	Выход, %
1	Бутиловый	Этанол	3	2:1	60	85
2	Пентиловый	Этанол	3	2:1	60	84
3	Изопентиловый	Этанол	3	2:1	60	82
4	Гексиловый	Этанол	3	2:1	60	80
5	Гептиловый	Этанол	3	2:1	60	78
6	Нониловый	Этанол	3	2:1	60	76
7	Децилoвый	Этанол	3	2:1	60	72
8	Бензиловый	Этанол	3	2:1	60	77

Таким образом, разработан удобный и воспроизводимый метод синтеза ранее неизвестных четвертичных аммониевых солей N,N-диэтилэтаноламина с высокими выходами; установлены оптимальные условия реакции; все полученные соединения охарактеризованы с помощью ИК- и ^{1}H ЯМР-спектроскопии, а также определены температуры плавления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования позволяют сделать следующие основные выводы:

1. Установлены оптимальные условия получения четвертичных аммониевых солей на основе диэтилетаноламина и эфиров монохлоруксусной кислоты (бутилового, пентилового, изопентилового, гексилового, гептилового, нонилового, децилового и бензилового): растворитель – этанол, температура 60 °C, продолжительность 3 ч, мольное соотношение амин : эфир = 2 : 1. При этих условиях выход целевых продуктов составляет 72–85 %.

ISSN 3030-3907

2. Синтезировано и очищено 8 новых «классических» четвертичных аммониевых солей; их строение полностью подтверждено методами ИК- и ^{1}H ЯМР-спектроскопии, а также температурами плавления.
3. На втором этапе в гидроксильную группу части полученных солей ковалентно введены фрагменты природных полифенолов (феруловая, кофейная, галловая кислоты и кверцетин). Реакции этерификации проведены без катализаторов и токсичных растворителей, полностью соответствуя принципам зелёной химии.
4. Исследование антимикробной активности показало, что гибридные соединения обладают резко усиленным действием: МИК и МБК против клинических штаммов S. aureus, E. coli, P. aeruginosa и C. albicans в 4–32 раза ниже, чем у немодифицированных аналогов, и в 8–64 раза ниже, чем у бензалкония хлорида.
5. Особенно выраженный эффект получен в отношении бактериальных биоплёнок: значения МБЭК (минимальной бактерицидной концентрации по отношению к биоплёнке) у гибридных молекул в 8–64 раза ниже исходных ЧАС. Наиболее активными оказались производные галловой и феруловой кислот.
6. Выявленный сверхаддитивный (синергетический) эффект обусловлен одновременным присутствием в одной молекуле катионного аммониевого центра и полифенольного фрагмента, обладающего собственными антиоксидантными и мембранотропными свойствами.

Таким образом, впервые осуществлён целенаправленный дизайн и синтез нового класса гибридных катионных амфифилов на основе диэтилетаноламина и природных полифенолов, обладающих высокой антимикробной и особенно антибиоплёночной активностью при экологически безопасных методах получения. Полученные соединения представляют значительный интерес в качестве активных компонентов раневых покрытий, антисептических гелей, дезинфицирующих средств и биомедицинских материалов нового поколения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Percival S.L., McCarty S.M., Lipsky B. Biofilms and wounds: An overview of the evidence // Adv. Wound Care. – 2015. – Vol. 4, № 7. – P. 373–381. DOI: 10.1089/wound.2014.0557
2. Ваганов В.Г., Иванова А.А., Кретович Е.В. и др. Современные подходы к лечению инфицированных ран // Хирургия. – 2023. – № 6. – С. 85–94.
3. Malone M., Bjarnsholt T., McBain A.J. et al. The prevalence of biofilms in chronic wounds: A systematic review and meta-analysis of published data // J. Wound Care. – 2017. – Vol. 26, № 1. – P. 20–25.

ISSN 3030-3907

4. Hoiby N., Bjarnsholt T., Moser C. et al. ESCMID guideline for the diagnosis and treatment of biofilm infections // Clin. Microbiol. Infect. – 2015. – Vol. 21, Suppl. 1. – P. S1–S25.
5. Jennings M.C., Minbiole K.P.C., Wuest W.M. Quaternary ammonium compounds: An antimicrobial mainstay and platform for innovation // ACS Infect. Dis. – 2015. – Vol. 1, № 7. – P. 288–303.
6. Jiao Y., Niu L., Ma S. et al. Quaternary ammonium-based biomedical materials: State-of-the-art, toxicological aspects and antimicrobial resistance // Prog. Polym. Sci. – 2017. – Vol. 71. – P. 53–90.
7. Xue Y., Xiao H., Zhang Y. Antimicrobial polymeric materials with quaternary ammonium and phosphonium salts // Int. J. Mol. Sci. – 2015. – Vol. 16, № 2. – P. 3626–3655.
8. Тимофеева Л.М., Kleshнина О.А. Четвертичные аммониевые соли как основа антимикробных полимерных материалов // Высокомолек. соед. Б. – 2020. – Т. 62, № 5. – С. 377–392.
9. Обухова Т.А., Рубина Е.А., Белоглазова А.Л. и др. Синтез и антимикробная активность четвертичных аммониевых солей на основе третичных аминоспиртов // Журн. прикладной химии. – 2019. – Т. 92, № 8. – С. 1045–1053.
10. Vereshchagin A.N., Frolov N.A., Egorova K.S. et al. Quaternary ammonium compounds (QACs) as biocides: Toxicity, selectivity and biodegradability // Chemosphere. – 2021. – Vol. 270. – Art. 129454.
11. Kwasny S.M., Opperman T.J. Quaternary ammonium compounds as novel disinfectants and antiseptics: Structure–activity relationships // Curr. Opin. Pharmacol. – 2022. – Vol. 66. – Art. 102275.
12. Grajeda-Iglesias C., Salas E., Barouh N. et al. Antioxidant activity of caffeic, ferulic and gallic acids and their derivatives // Food Chem. – 2016. – Vol. 197. – P. 789–796.
13. Li X., Hetjens L., Wolter N. et al. Quaternary ammonium salts functionalized ferulic acid as natural antimicrobial agents // ACS Sustainable Chem. Eng. – 2020. – Vol. 8, № 28. – P. 10455–10464. DOI: 10.1021/acssuschemeng.0c03215
14. Alzagameem A., Klein S.E., Bergs M. et al. Antimicrobial formulation of ferulic acid esterified onto quaternized cellulose // Carbohydr. Polym. – 2021. – Vol. 271. – Art. 118427.
15. Huber D., Tegl G., Baumann M. et al. Green synthesis of covalent quercetin–quaternary ammonium conjugates with remarkable antimicrobial activity // ACS Sustainable Chem. Eng. – 2019. – Vol. 7, № 19. – P. 16251–16261.

ISSN 3030-3907

16. Wang J., Liu Y., Li Y. et al. Gallic acid-grafted chitosan films as efficient antibacterial food packaging materials // Int. J. Biol. Macromol. – 2022. – Vol. 209. – P. 173–182.
17. Смирнова Е.В., Кутузова Л.А., Иванова А.А. и др. Модификация хитозана четвертичными аммониевыми солями с феруловой кислотой // Химия растительного сырья. – 2023. – № 2. – С. 145–154.
18. Nam S., Kim S., Eom M. et al. Antibacterial cellulose nanofiber films functionalized with caffeic acid–quaternary ammonium conjugates // Carbohydr. Polym. – 2021. – Vol. 268. – Art. 118234.

ISSN 3030-3907

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ, ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЕЁ СОВРЕМЕННАЯ КОНЦЕПЦИЯ.

Вахидов Дилшод Аликулович
Ассистент Самаркандского государственного медицинского университета
Гафурова Фарангиз Голиб кизи
Самаркандского государственного медицинского университета студенты лечебного факультета
Абдумуминова Райхон Хуршид кизи
Самаркандского государственного медицинского университета студенты лечебного факультета
Мамиров Мехрож Акбар угли
Самаркандского государственного медицинского университета студенты лечебного факультета

Аннотация: В данной статье отмечается, что в жизни любого развитого общества значение информации неуклонно возрастает. С древних времён данные, имеющие военно-стратегическое значение для государства, строго засекречивались и защищались.

Ключевые слова: информация, информационная безопасность, массовая информация, секретная информация, документированная информация, конфиденциальная информация.

Abstract: The article examines the ever-increasing importance of information in the life of any developed society. Information of military and strategic importance for the state has long been strictly classified and guarded.

Keywords: information, information security, publicly available information, classified information, documented information, confidential information.

Введение

Анализ литературы и методология

Информационная безопасность — защита от случайных и преднамеренных атак. Информационная безопасность является многогранной сферой деятельности, и только системный и комплексный подход может обеспечить успех.

В Законе Республики Узбекистан «О принципах и гарантиях свободы информации» №439-II от 12 декабря 2002 года приведены следующие определения информации и её видов:

информация — данные о лицах, предметах, фактах, событиях, явлениях и процессах независимо от источников и формы их предоставления;

защита информации — меры по предотвращению угроз безопасности информации и устранению их последствий;

ISSN 3030-3907

массовая информация — документированная информация, предназначенная для неограниченного круга лиц, печатные, аудио, аудиовизуальные и другие сообщения и материалы;

документированная информация — информация, зафиксированная на материальном носителе с реквизитами, позволяющими её идентифицировать;

секретная информация — документированная информация, использование которой ограничено в соответствии с законодательством. Это определение также содержится в Постановлении Кабинета Министров Республики Узбекистан от 7 ноября 2011 года №296 «О мерах по реализации постановления Президента Республики Узбекистан №PQ–1572 от 8 июля 2011 года “О дополнительных мерах по защите национальных информационных ресурсов”», где секретная информация определяется как документированная информация, содержащая данные, использование которых ограничено законодательством, и не включающая сведения, относящиеся к государственной тайне.

Конфиденциальная информация — документированная информация, использование которой ограничено в соответствии с законодательством.

Информацией в широком смысле можно считать любые сведения об окружающем мире, которые являются объектом хранения, изменения, передачи и использования для определённых целей. Согласно этому понятию человек постоянно находится под воздействием информационного поля, влияющего на его жизнедеятельность и поведение.

По своему содержанию информация может быть политической, военной, экономической, научно-технической, производственной или коммерческой, а также секретной, конфиденциальной или несекретной.

Понятие информационной безопасности и характеристика её составляющих

Под информационной безопасностью понимается защищённость информации и поддерживающей её инфраструктуры от случайных или преднамеренных воздействий природного или искусственного характера. Такие воздействия могут причинить серьёзный ущерб информационным отношениям, в том числе владельцам информации, пользователям и инфраструктуре, обеспечивающей защиту информации.

В Законе Республики Узбекистан «О принципах и гарантиях свободы информации» информационная безопасность определяется как состояние защищённости интересов личности, общества и государства в информационной сфере.

ISSN 3030-3907

Интересы личности в информационной сфере выражаются в реализации конституционных прав граждан на доступ к информации, осуществлении деятельности, не запрещённой законом, использовании информации в целях физического, духовного и интеллектуального развития, а также в защите информации, обеспечивающей личную безопасность.

Интересы общества отражаются в обеспечении интересов личности, укреплении демократии, построении правового государства, поддержке социальной сплочённости.

Интересы государства заключаются в создании условий для развития национальной информационной инфраструктуры, обеспечении реализации конституционных прав и свобод, сохранении территориальной целостности, суверенитета и конституционного строя Республики Узбекистан, поддержании политической, экономической и социальной стабильности, обеспечении законности и правопорядка, развитии международного сотрудничества на основе равенства и взаимной выгоды.

Информационная безопасность — многогранная сфера деятельности, и её обеспечение возможно лишь при системном, комплексном подходе. Для решения этой задачи применяются правовые, административные, процедурные и программно-технические меры.

В настоящее время существуют три основных принципа обеспечения информационной безопасности:

– **целостность данных** — защита от повреждений, приводящих к потере информации, а также от несанкционированного создания или удаления данных;

– **конфиденциальность информации** — состояние информации и её носителя, при котором обеспечивается предотвращение несанкционированного доступа или копирования;

– **доступность информации** — все пользователи, имеющие полномочия (авторские и иные), должны иметь возможность пользоваться информацией.

Следует отметить, что отдельные сферы деятельности (банковско-финансовые институты, информационные сети, государственные системы управления, оборона и специальные структуры) ввиду важности решаемых задач предъявляют повышенные требования к надёжности функционирования информационных систем и требуют применения специальных мер безопасности.

Роль информационной безопасности в системе национальной безопасности.

В XXI веке возрастание роли информационных ресурсов и технологий в развитии личности, общества и государства определяет ведущую роль

ISSN 3030-3907

информационной безопасности в системе обеспечения национальной безопасности Узбекистана. Этому способствуют следующие факторы:

– национальные интересы, угрозы и защита от них выражаются и реализуются через информацию и информационную сферу;

– человек, его права, информация и информационные системы являются основными объектами не только информационной безопасности, но и всех сфер безопасности;

– решение задач национальной безопасности возможно через применение информационного подхода как основного научно-практического метода;

– проблемы национальной безопасности имеют ярко выраженный информационный характер.

Система информационной безопасности объединяет государственную информационную политику и политику обеспечения национальной безопасности в единый комплекс. Государственная информационная политика отражает национальные интересы Узбекистана, стратегические направления их достижения и механизмы реализации. Она является составной частью внутренней и внешней политики государства и охватывает все сферы общественной жизни.

Современная концепция информационной безопасности включает официальные представления о целях, задачах, принципах и основных направлениях обеспечения информационной безопасности.

Основные составляющие информационной безопасности:

– защита информации (персональных данных, государственной и служебной тайны и др.);

– компьютерная безопасность или безопасность данных — совокупность программных и аппаратных средств, обеспечивающих сохранность, доступность и конфиденциальность данных в компьютерных сетях, предотвращение несанкционированного доступа;

– защищённость информации и инфраструктуры от преднамеренных и случайных воздействий;

– защита потребностей граждан, социальных групп и общества в качественной информации, необходимой для жизнедеятельности, обучения и развития.

Защита информации — комплекс мер, направленных на обеспечение основных параметров информационной безопасности: целостности данных, доступности, а при необходимости — конфиденциальности.

В надёжной системе управление доступом осуществляется так, чтобы только уполномоченные пользователи или процессы могли читать, записывать, создавать и удалять данные.

ISSN 3030-3907

Абсолютно безопасных систем не существует, однако существуют **доверенные системы**. Доверенной считается система, которая при наличии достаточных программно-аппаратных средств позволяет обрабатывать информацию с различными уровнями секретности без нарушения прав пользователей на доступ.

Основные критерии оценки надёжности — **политика безопасности** и **гарантированность.**

Политика безопасности — набор правил, определяющих процедуры и механизмы обеспечения безопасности объектов и субъектов.

Гарантированность — пассивная составляющая защиты, отражающая уровень доверия к системе.

В доверенной системе все процессы, связанные с обеспечением безопасности, должны регистрироваться.

Понятие защиты информации тесно связано с понятием информационной безопасности. В узком смысле защита информации — это комплекс мер, направленных на обеспечение конфиденциальности и целостности информации при её сборе, передаче, обработке и хранении.

Информационная безопасность — это свойство (состояние) информации, отражающее степень её защищённости от внешних (человеческих или природных) и внутренних угроз.

В широком смысле защита информации — комплекс организационных, правовых и технических мер, направленных на предотвращение угроз информационной безопасности и устранение их последствий.

Обсуждение

Защита информации означает выявление и устранение источников негативного воздействия на информацию, а также причин и условий, способствующих возникновению угроз.

Основные направления защиты информации:

– предотвращение угроз информационной безопасности;
– выявление реальных и потенциальных угроз на основе анализа и контроля;
– обнаружение конкретных угроз и преступных действий;
– устранение преступных действий и ликвидация угроз;
– ликвидация последствий угроз и восстановление стабильности.

Вывод

Цель всех этих мер — защита информационных ресурсов от незаконных угроз и обеспечение:

– предотвращения утечки конфиденциальной информации;
– недопущения незаконного доступа к источникам конфиденциальной информации;

ISSN 3030-3907

– сохранения целостности, полноты и доступности информации;
– соблюдения конфиденциальности данных;
– обеспечения авторских прав.

Исходя из изложенного, под защитой информации понимается комплекс мер, средств и методов, направленных на обеспечение информационной безопасности государства, общества и личности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вохидов А. М. и др. Разработка Графическим Пользовательским Интерфейсом-Программ В Пакете Tkinter С Использованием Современных Педагогических Технологий В Области Медицины //Miasto Przyszłości. – 2022. – Т. 30. – С. 181-184.
2. Vohidov D., Maxmudova Z., Sayfullayev R. TIBBIYOT YO‘NALISHIDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARINI QO ‘LLAB TKINTER PAKETIDA GUI DASTURLARINI TUZISH //Eurasian Journal of Mathematical Theory and Computer Sciences. – 2022. – Т. 2. – №. 12. – С. 31-35.
3. Voxidov A. M., Malikov M. R., Voxidov D. A. TIBBIYOTDA DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI FARMATSIYA SANOATIDA QO‘LANISHI //Academic research in educational sciences. – 2021. – Т. 2. – №. 12. – С. 1096-1102.
4. Voxidov A. M. et al. TIBBIY-BIOLOGIK TADQIQOTLARDA STATISTIK TAHLIL JARAYONLARI //Academic research in educational sciences. – 2022. – Т. 3. – №. 3. – С. 287-293.
5. Melitoshevich V. A., Alikulovich V. D. Main Issues of Statistical Analysis in Medical Research //Eurasian Research Bulletin. – 2022. – Т. 13. – С. 129-132.
6. Вохидов А., Мисюряев А. Многофункциональные фторактивные нанопленки: актуальные проблемы //Наноиндустрия. – 2014. – №. 5. – С. 40-45.
7. Vohidov A. Structural semantic characteristic of lexis in" Ghiyas-ul-lughot : дис. – Dissertation abstract of Cand. Sci. in Phil./A. Vohidov.-Dushanbe, 1975.-33.
8. Abdullayeva S., Maxmudova Z., Xujakulov S. TIBBIY TA’LIMDA VR TEXNOLOGIYA //Eurasian Journal of Academic Research. – 2022. – Т. 2. – №. 11. – С. 1140-1144.
9. Вохидова Д. А. и др. Роль HIF-1α в развитие патогенеза ишемического повреждения головного мозга //Проблемы биологии и медицины. – 2020. – №. 1. – С. 214-218.
10. Тошмаматов Б. Н. и др. МАКРОСКОПИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ ИЛЕОЦЕКАЛЬНОЙ ЗАСЛОНКИ У КРОЛИКОВ //International Scientific and Practical Conference World science. – ROST, 2017. – Т. 5. – №. 5. – С. 58-59.

ISSN 3030-3907

11. Nazarova F. S., Dzhumanova N. E. HAIR AND WOOL AS INDICATORS OF ENVIRONMENTAL POLLUTION BY MAN-MADE AND GEOCHEMICAL SOURCES //Thematics Journal of Microbiology. – 2022. – Т. 6. – №. 1.
12. Dzhumanova N. E., Nazarova F. S. PROBABLE NEGATIVE IMPACT OF GENETICALLY MODIFIED PRODUCTS ON HUMAN HEALTH //Thematics Journal of Botany. – 2022. – Т. 6. – №. 1.
13. Sharipovna N. F. et al. BIOLOGICAL ROLE OF MICROELEMENTS AND THEIR CONTENT IN EPIDERMAL FORMATIONS //European Journal of Molecular and Clinical Medicine. – 2021. – Т. 8. – №. 2. – С. 1675-1687.
14. Melitoshevich V. A., Alikulovich V. D. Development by a Graphic User Interface-Programs in the Tkinter Package Using Modern Pedagogical Technologies in the Field of Medicine //Miasto Przyszłości. – 2023. – Т. 32. – С. 13-17.
15. Alikulovich V. D., Melitoshevich V. A. Use of Interactive and Modern Pedagogical Software in the Process of Freelancing Sites in Medicine //Eurasian Scientific Herald. – 2023. – Т. 17. – С. 1-6.
16. Voxidov A. et al. TIBBIYOT UNIVERSITETI PEDIATRIYA FAKULTETI TALABALARI UCHUN TA'LIMDA ISHLAB CHIQISH AMALIYOTINING KONTEKST SIFATIDA TA'LIM //Eurasian Journal of Academic Research. – 2023. – Т. 3. – №. 2 Part 4. – С. 150-154.

ISSN 3030-3907

ПРОВЕДЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА СОПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА И ИТАКОНОВОЙ КИСЛОТЫ

Алламуратова Анаргул Султамуратовна
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха доктор философии по химическим наукам(PhD),доцент,
E-mail: anargulallamuratova@gmail.com
Шарипова Айшагул Ибраимовна
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха Кандидат химических наук, доцент
Абдикамалава Азиза Бахтияровна
Институт общей и неорганической химии АНРУз Доктор химических наук, профессор
Кошмуратова Айымхан Бердибай кызы
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха магистрант
Токтарбаева Шахноза Жумамурат кызы
Каракалпакский государственный университет им. Бердаха магистрант

Аннотация. В данной статье показано важных исследования по синтезу сополимеров акриламида и итаконовой кислоты играют важную роль в современной полимерной химии. Эти материалы обладают уникальными свойствами, которые находят применение в таких областях, как медицина, сельское хозяйство, водоочистка и производство наноматериалов. Интерес к этим сополимерам объясняется их высокой функциональностью и биоразлагаемостью. Кроме того, они могут образовывать гидрогели, что делает их перспективными для создания "умных" материалов с контролируемым высвобождением лекарств и разработки экологически чистых агротехнологий.

Ключевые слова: Полиэлектролит (ПЭ), структурообразователей почв, сополимер акриламида, итаконовой кислоты, синтез, почва.

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy polimer kimyosida muhim rol o‘ynaydigan akrilamid-itakon kislotasi kopolimerlarini sintez qilish bo‘yicha muhim tadqiqotlar keltirilgan. Ushbu materiallar tibbiyot, qishloq xo‘jaligi, suvni tozalash va nanomateriallar ishlab chiqarish kabi sohalarda qo‘llaniladigan noyob xususiyatlarga ega. Ushbu kopolimerlarga qiziqish ularning yuqori funksionalligi va biologik parchalanishi bilan bog‘liq. Bundan tashqari, ular gidrogellarni hosil qilishi mumkin, bu ularni nazorat ostida dori vositalarini chiqarishga ega "aqlli" materiallarni yaratish va ekologik toza qishloq xo‘jaligi texnologiyalarini rivojlantirish uchun istiqbolli qiladi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: Polielektrolit (PE), tuproq tuzilishini hosil qiluvchi moddalar, akrilamid-itakon kislotasi kopolimeri, sintez, tuproq.

Abstract. This article presents important research on the synthesis of acrylamide-itaconic acid copolymers, which play a key role in modern polymer chemistry. These materials possess unique properties that find application in fields such as medicine, agriculture, water treatment, and nanomaterial production. Interest in these copolymers is due to their high functionality and biodegradability. Furthermore, they can form hydrogels, making them promising for the creation of "smart" materials with controlled drug release and the development of environmentally friendly agricultural technologies.

Keywords: Polyelectrolyte (PE), soil structure formers, acrylamide-itaconic acid copolymer, synthesis, soil.

Введение.

Актуальность фундаментальных исследований в этом направлении обусловлена потребностью в разработке эффективных и безопасных материалов, способных удовлетворить растущие потребности общества и промышленности. В этом контексте, изучение процессов синтеза и характеристики получаемых сополимеров представляет большой научный и практический интерес, открывая новые возможности для инновационных разработок.

Метод и исследование. Существующие исследования указывают на то, что процесс полимеризации акриламида обычно осуществляется с использованием водных растворов концентрацией 6-8 %. В наших экспериментах были применены водные растворы акриламида (АА) с концентрацией 10.

Для синтеза сополимера акриламида, обладающего заданными составом и структурой, была проведена радикальная полимеризация в водных растворах АА и итаконовой кислоты (ИК) в условиях, созданных как естественным pH мономеров, так и в условиях слабо- и сильнощелочных сред. Процесс сополимеризации проходил при температурном диапазоне от 20 до 60°C с использованием концентраций инициаторов в диапазоне 0,01-0,2% от массы мономеров, при этом мольное соотношение персульфата к сульфиту составляло 1:1. Мольное соотношение исходных мономеров, а именно ИК к АА, изменялось от 1:5 до 1:10, при этом pH растворов варьировался от 1,78 до 2,21.

Процесс синтеза выполнялся следующим образом: в колбу круглого дна объемом 300 мл, оснащенную системой для введения азота, термометром, мешалкой и рефлюксным конденсатором, добавляли 100 см3 раствора с акриламидом (АА), итаконовой кислотой (ИК) и инициаторами.

ISSN 3030-3907

Реакционная смесь продувалась азотом для вытеснения кислорода. Для регулировки давления внутри сосуда использовалось точное дозирование азота и его выведение. Эту смесь инкубировали в термостатированной среде от 1 до 6 часов при температуре от 20 до 60°C с непрерывным перемешиванием. Исходный pH раствора был 2,4. В результате проведения реакции формировалась вязкая, однородная, прозрачная масса с pH в диапазоне 2,1-2,2.

Синтезированный сополимер извлекался из реакционной смеси путем постепенного добавления ацетона при комнатной температуре до полного выпадения в осадок. Осадок отделяли от жидкой фазы, промывали ацетоном и сушили под вакуумом до достижения постоянного веса, после чего определяли выход и состав полимера. Содержание остаточных мономеров измерялось с использованием бромид-броматного метода [1].

Исследования [2] демонстрируют, что оптимальное содержание акриламида (АА) в реакционной смеси составляет 10%, при этом доля инициатора не должна превышать 0,1% от общей массы мономера. Для достижения наибольшей вязкости полиакриламидных растворов рекомендуется поддерживание температуры полимеризации на уровне 45 ± 1°C. Добавление итаконовой кислоты в смесь существенно влияет на скорость полимеризации акриламида, требуя повышения температуры до 45-50°C для обеспечения должной вязкости реакционной среды, что объясняется увеличением количества функциональных групп и изменением структуры макромолекул. Аналогичные наблюдения были сделаны при сополимеризации АА с другими ненасыщенными кислотами [2], указывая на то, что увеличение вязкости может быть связано с нарастанием числа структурообразующих групп вдоль полимерной цепи. Для получения высокомолекулярных сополимеров с высоким выходом процесс должен проводиться при температуре не ниже 50°C.

В предварительных экспериментах [3] наблюдалось уменьшение эффективности полимеризации акриламида при повышении температуры свыше 45°C из-за возрастания пропорции продуктов с низким молекулярным весом и олигомеров. Для достижения оптимального количества высокомолекулярных полимерных цепей необходимо сохранять соотношение акриламида к общему количеству $K_2S_2O_8$ и Na_2SO_3 на уровне 0,05%, что эквивалентно приблизительно 0,1%. Влияние смеси инициаторов на процессы сополимеризации и полимеризации акриламида сходно. Концентрация инициирующих веществ в 0,05% способствует формированию сополимеров с высоким молекулярным весом, но для этого необходимо увеличить длительность процесса до более чем 4,5 часов по сравнению с 3

ISSN 3030-3907

часами для полимеризации акриламида. Повышение концентрации инициатора до 0,15% ускоряет полимеризацию, продлевает активную фазу процесса и сокращает время до 2,5-3 часов, увеличивая при этом эффективность сополимеризации с 84,5% до 95,9%.

В процессе сополимеризации с использованием 0,1% инициатора образуется плотный, гомогенный, прозрачный продукт с pH равным 2,11, достигаемым при соотношении мономеров итаконовой кислоты и акриламида 1:5. Увеличение пропорции акриламида до 10 моль на моль итаконовой кислоты лишь незначительно повышает pH на 0,07. В этих условиях сополимеры, в отличие от чистого полиакриламида, демонстрируют хорошую растворимость в воде.

С целью исследования воздействия pH среды на характеристики процесса и характеристики получаемых сополимеров, последующие эксперименты по сополимеризации итаконовой кислоты (ИК) с акриламидом (АА) были проведены в аналогичных условиях, но с предварительным созданием слабощелочной среды (pH=8) путем добавления 10% раствора гидроксида натрия (2ААИК).

Исследования подтвердили, что воздействие pH среды оказывает сильное воздействие на выход реакции сополимеризации в сравнении с полимеризацией акриламида. Например, синтезированный полимер АА при pH=8,1 имел практически идентичную молекулярную массу по сравнению с реакцией при pH=2,4 [2], однако его выход в виде полимерных продуктов, не растворимых в ацетоне, составил 94,5%, в то время как в кислой среде этот выход составил 85,8%. Эти данные показывает, что повышение концентрации OH- ионов в реакционной смеси меняет кинетику процесса, увеличивается начальная скорость реакции и резко повышается выход реакции сополимеризации в начальный стадии.

Процессы синтеза были выполнены в среде с высоким значением pH, равным 11. Для достижения нейтрализации карбоксильных групп и частичного гидролиза амидных функций использовалось определенное количество NaOH. В ходе сополимеризации было зафиксировано формирование однородной, прозрачной и плотной полимерной массы.

Обнаружено, что повышение концентрации итаконовой кислоты в смеси снижает эффективность получения сополимера, как демонстрируется на графике 3.1. Считается, что это связано с образованием комплексов между мономерами итаконовой кислоты и акриламида в кислотной среде, которые из-за образования водородных связей и других типов взаимодействий менее активно участвуют в процессе сополимеризации. Известно также, что итаконовая кислота, аналогично другим ненасыщенным кислотам, таким как

ISSN 3030-3907

метакриловая и фумаровая, слабо подвергается радикальной гомополимеризации из-за значительного электронного и стерического препятствия, вызванного близким расположением карбоксильных групп. Предполагается, что именно эти взаимодействия ведут к уменьшению количества продукта с высокой молекулярной массой и увеличению доли продуктов с низкой молекулярной массой и олигомеров в системе.

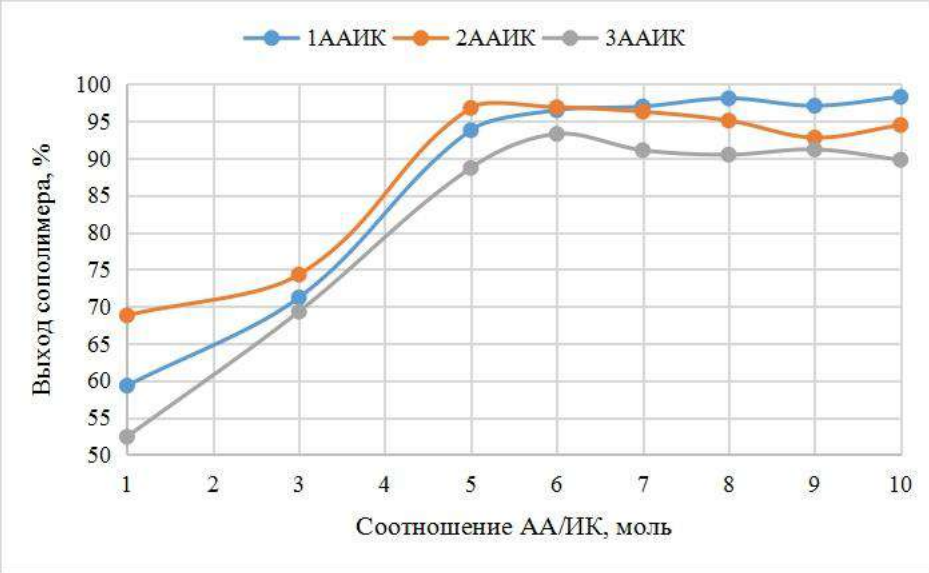


Рис. 1. Зависимость выхода сополимера при различных значениях ИК:АА.

На основе рис. 1. можно увидеть, что для всех трёх сополимеров (1ААИК, 2ААИК, 3ААИК) наблюдается тенденция увеличения выхода сополимера с ростом соотношения АА/ИК. Это указывает на то, что увеличение доли акриламида в соотношении с итаконовой кислотой положительно влияет на количество получаемого сополимера.

Сополимер 1ААИК показывает наибольший выход при всех измерениях соотношения АА/ИК, начиная со значения X=5 и выше, достигая пика при X=5,5-6. Это может свидетельствовать о наиболее оптимальной рецептуре для данного типа сополимера.

Сополимер 2ААИК, в целом, демонстрирует более высокий выход при более низких значениях X (от 1 до 3), но с увеличением соотношения АА/ИК его выход начинает снижаться после достижения максимума при X=5-5,5. Это может указывать на то, что для сополимера 2ААИК оптимальное соотношение АА/ИК находится в данном диапазоне. Лучшие результаты по выходу сополимера и его вязкости были достигнуты при соотношении мономеров итаконовой кислоты к акриламиду в пределах от 1:5,5 до 1:6,0, при этом выход сополимера составил около 96,81%. Этот сополимер был обозначен как 1АА:ИК-5,5. Главный компонент в полученном продукте

ISSN 3030-3907

составлял не менее 99,1% от общей массы, при этом полимер имел светло-желтую или почти белую окраску.

ВЫВОД. Сополимер 3ААИК показывает наименьший выход среди всех сополимеров при большинстве значений X, что может свидетельствовать о том, что данное соотношение АА/ИК является менее эффективным для синтеза сополимера или что процесс сополимеризации для этого соотношения может иметь особенности, требующие дополнительного изучения. В этих условиях также был достигнут повышенный выход сополимеров при мольном соотношении исходных мономеров 1:5÷6, при этом выход сополимера достиг 95,87%. Данный образец был идентифицирован как 3АА:ИК-5,5.

Сополимеры 1ААИК и 2ААИК демонстрируют более стабильные высокие значения выхода при увеличении соотношения АА/ИК, в то время как 3ААИК показывает более низкие и более колеблющиеся значения. Это может указывать на большую чувствительность процесса сополимеризации для 3ААИК к изменению соотношения мономеров.

В целом, можно заключить, что соотношение акриламида к итаконовой кислоте имеет значительное влияние на выход сополимера, и для каждого типа сополимера существует своё оптимальное соотношение для достижения максимального выхода продукта.

ЛИТЕРАТУРЫ:

1. GOST 11034-82 polyamides. Method for determining the number of viscosity of dilute solutions.

2. Kurenkov V.F., Verizhnikova A.S., Myagchenkov V.A. Features of inversion emulsion polymerization of acrylamide in the presence of Tuon and the initiating system $K_2S_2O_8$-$Na_2S_2O_5$. High-molecular compounds. Vol. XXVIII. 1986. No. 3. pp. 488-492.

3. A.Allamuratova., O.Tanatarov., A.Abdikamalova., A.Sharipova., Sh.Kuldasheva. Synthesis of acrylamide copolymers with improved viscosity characteristics. Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. 9 (11) 2024 pp. 156-164.

ISSN 3030-3907

ПОДГОТОВКА СКВАЖИНЫ К ГАЗОГИДРОДИНАМИЧЕСКИМ ИССЛЕДОВАНИЯМ НА ПРИМЕРЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ПАМУК

Яхяев Н.Ш.
Бухарский государственный технический университет
Хамраева Л.Р.
Бухарский государственный технический университет
Усманов Л.М.
Бухарский государственный технический университет

Аннатоция: В данный статье превидено испынание скважин установление наличия и оценка промышленной ценности нефти и газа в пластах стволом скважины по интервальные испитание пластов в открытом ствале скважин совместно с геофизическом и геохимическом исследование а так же газогидродинамические методы исследования скважин и назначение его для исследования скважин.

Ключевые слова: горизонт, промышленные, эксплуатация, газонасыщенност, низкоазотные, кровли, штуцер, интенсификационный, газоводяноя, шумомер, термометр.

Annotatsiya: Ushbu maqolada quduqlarni sinovdan o‘tkazish, geofizik va geokimyoviy tadqiqotlar, shuningdek, quduqlarni tadqiq qilishning gaz-gidrodinamik usullari va uning quduqni qazib olish uchun mo‘ljallangan maqsadi bilan birgalikda ochiq quduqdagi qatlamlarni oraliq to`yintirish orqali quduq tomonidan neft va gazning sanoat qiymatini aniqlash va baholashga doir ma’lumotlar bayon qilingan

Kalit so‘zlar: gorizont, industral, ishlatish, gazga to`yinganlik, pastazotli, mahsuldor qatlam, shtutser, intensifikator, gazsuvli, o`lchagich, tarmometr.

Annotation: This article discusses the testing of wells, the establishment of the presence and assessment of the industrial value of oil and gas in formations by the borehole by interval feeding of formations in an open borehole, together with geophysical and geochemical research, as well as gas-hydrodynamic methods of well research and its purpose for well research.

Keyswords: horizon, industrial, operation, gas saturation, low nitrogen, roofs, fitting, intensification, gas supply, sound level meter, thermometer.

Введение.

Нефтегазовой отрасли Узбекистана более 100 лет, и она является одной из старейших в мире. Она берет свое начало с конца XIX века, когда была начата промышленная разработка нефтяных залежей в Ферганской долине. Хотя еще в средние века на территории современного Узбекистана было известно о естественных выходах нефти на дневную поверхность, которую добывали и использовали в различных целях. Месторождение Янги Памук

ISSN 3030-3907

расположено Кашкадарьинской области Республики Узбекистан. Ближайшими населенными пунктами являются поселок Алан, расположенный 10 км к югу и г. Карши, расположенный в 85 км к востоку от месторождения Янги Памук.

В процессе проведения дальнейших геологоразведочных работ на площади было открыто три разных месторождения - Центральный Памук, Южный Памук и Янги Памук. Началось бурение скв. № 1, при испытании которой в 2000 г. получены промышленные притоки газа в XV-HP и XV-P горизонтах. В разряд месторождений структура введена в 2000 году. Всего на месторождении за период 1974-2001 гг. пробурено 5 скважин (№№1-3; 1П и 20 Памук), из них: 3 (№№ 1-3) поисковых, общим метражом 8626 м, 1 (№ 20 Памук) разведочная, глубиной 3050 м и 1 (№ 1П Памук) параметрическая, глубиной 4000 м. В контур газоносности попали 3 скважины (№№ 1,2 и 20 Памук), которые введены в опытно-промышленную эксплуатацию.

Решаемой проблемы и вопроса. На месторождении с отбором керна пробурено четыре скважины с суммарной колонковой проходкой 404,6 пог.м, при этом было отобрано 273,55 пог.м керна, что составило 67,6 % от проходки. Вскрытый разрез представлен отложениями палеозойского, юрского, мелового, палеогенового, неогенового и четвертичного возрастов. Структура Янги Памук расположена в северо-восточной части Денгизкульского поднятия Чарджоуской ступени [1]. Структурный план кровли верхнеюрской карбонатной толщи осложнен рифовой постройкой, которая прослеживается на месторождении Центральный Памук и отделяется от него эрозионными врезами, заполненными ангидритами. Размеры рифовой постройки в пределах месторождения Янги Памук составляют: 4,8 х 3,8 км, высота около 200 м (рис.1). Промышленная нефтегазоносность месторождения Янги Памук связана с верхнеюрскими карбонатными отложениями (XV-HP и XV-P горизонты). Размеры газовой залежи составляют: 4,0 х 2,55 км при высоте 60 м. Размеры нефтяной оторочки равны: 4,0 х 2,85 км при высоте 10 м. Дебиты газа составляют от 2,0 тыс. м3/сут (скв. № 1) до 38,0 тыс. м3/сут (скв. № 20 Памук). Дебиты нефти варьируют от 4,5 м3/сут (скв. № 1) до 124,6 м3/сут (скв. № 20 Памук). Залежь массивная с водоплавающей нефтяной оторочкой с газонефтяным контактом, принятым на абсолютной отметке «-2480 м» и водонефтяным контактом, принятым на абсолютной отметке «-2490 м». Пластовое давление в газовой залежи принято равным 281 ата. Средние значения эффективных газонасыщенных толщин изменяются от 8,8 м до 25 м. Средние значения эффективных нефтенасыщенных толщин изменяются от 3,9 м до 8,5 м. Коэффициенты открытой пористости и газонасыщенности для XV-HP

ISSN 3030-3907

горизонта составляют соответственно 0,13 и 0,82, для XV-P горизонта - 0,15 и 0,81. Коэффициенты открытой пористости и нефтенасыщенности для XV-HP горизонта составляют соответственно 0,12 и 0,82, для XV-P горизонта - 0,14 и 0,82. Газы месторождения Янги Памук полужирные, низкосернистые, углекислые, низкоазотные. Объемная доля компонентов в газе составляет (%): метана 87,19, этана 5,82; пропана 0,91; бутанов 0,46; пентана и высшие 1,37; сероводорода 0,07; углекислого газа 3,48, азота 0,58. Конденсаты тяжелые (0,8988 г/см3), высокосернистые (2,02 %). Потенциальное содержание стабильного конденсата составляет 68 г/м3, а коэффициент его извлечения равен 0,72 [2].

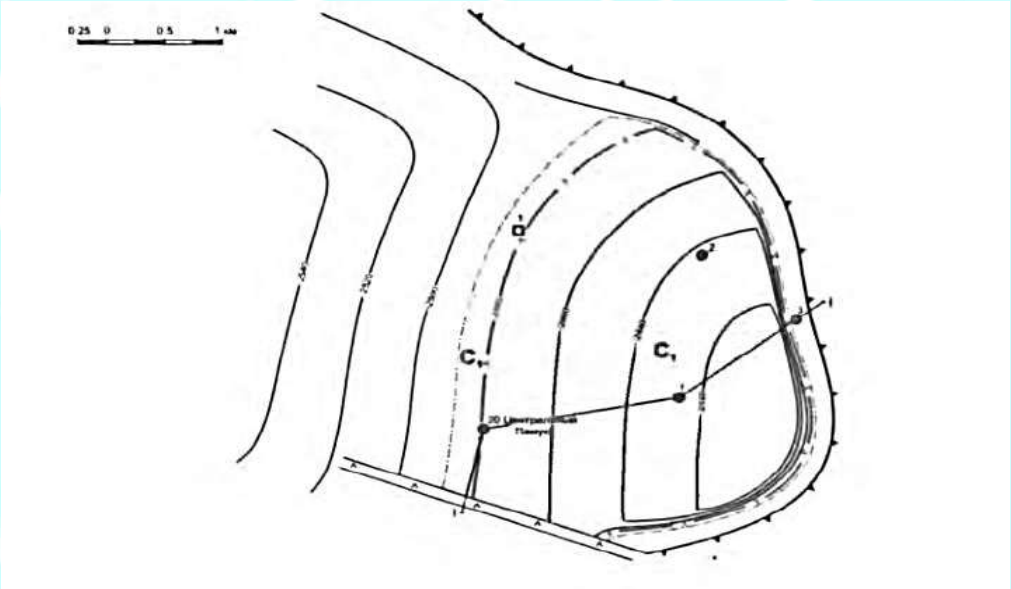


Рис.1. МесторождениеЯнги Памук

Структурная карта кровли верхнеюрской карбонатной топщи.

Эксперимент и анализ полученных результатов. Наряду с чисто газовыми месторождениями встречаются так называемые газоконденсатные, в которых часть углеводородов находится в жидком состоянии или при снижении давления и температуры может сконденсироваться. Кроме того, имеются газонефтяные, газоконденсато-нефтяные и газогидратные месторождения, углеводороды в которых находятся и в твердом состоянии в соединении с водой в виде гидратов [3].

ISSN 3030-3907

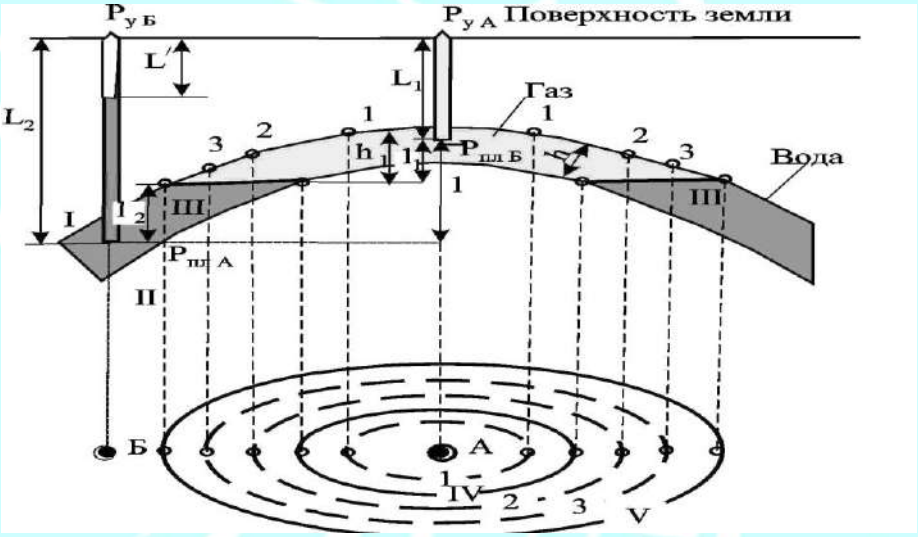


Рис.1. Схема пласта залежи с контурной водой.

I- кровля пласта; П - подошва пласта; III - ГВК; h - мощность пласта; Ц-этаж газоносности; ГУ - внутренний контур газоносности; V - внешний контур газоносности; 1,2,3 -изогипсы; А - газовая скважина глубиной L; Б - водяная скважина глубиной L_2; l_1 - расстояние от забоя скважины А до контакта газ-вода; l_2 - расстояние от забоя скважины Б до ГВК; 1 - расстояние по вертикали между забоями скважин А и Б; L - высота от устья до уровня.

Основной формой пластовой залежи является сводовая (рис.2), высшую точку которой называют вершиной, боковые (но отношению к длинной оси) стороны ее - крыльями, а центральную часть – сводом [4].

Классы ГДМ в зависимости от времени. Газогидродинамические методы исследования скважин делятся на исследования при установившихся (стационарных) и неустановившихся (нестационарных) режимах фильтрации. К первым относят снятие индикаторной кривой, отражающей зависимость между забойным давлением и дебитом при работе скважины на различных установившихся режимах. Ко вторым относится снятие кривой восстановления давления (КВД) после остановки, снятие кривых стабилизации давления (КСД) и дебита при пуске скважины в работу на определённом режиме (с определённым диаметром шайбы, штуцера, диафрагмы).

Виды исследований по назначению. По своему назначению исследования газовых скважин делятся на первичные, текущие, комплексные и специальные:

1. Первичные исследования проводятся на всех разведочных и добывающих скважинах и позволяют: определить параметры пласта и его продуктивную характеристику; установить добывные возможности скважины, а также связь между дебитом, забойным и устьевым давлениями

ISSN 3030-3907

и температурой; установить режим эксплуатации скважины с учетом наличия и выноса жидких и твердых частиц в потоке, начальное пластовое давление, степень и качество вскрытия пласта и др.

2. Текущие исследования проводятся на добывающих скважинах в процессе разработки месторождения. Основная цель этих исследований заключается в получении информации, необходимой для анализа и контроля за разработкой. Такие исследования проводятся также до и после проведения в скважинах интенсификационных или ремонтно-профилактических работ.

3. Специальные исследования проводятся для определения отдельных параметров, обусловленных специфическими условиями данного месторождения. К специальным исследованиям относятся: комплексные исследования газоконденсатных скважин с определением, кроме гидродинамических характеристик, изменения соотношения между газовой и жидкой фазами и их состава при различных гидродинамических и термодинамических условиях; исследования по контролю за положением газоводяного контакта, изучения степени коррозии скважинного оборудования, определения степени истощения отдельных пластов в процессе разработки, изучения влияния влаги и разрушения пласта на производительность скважины и др.

4. Комплексные исследования основаны на гидродинамических, геофизических, термодинамических и радиоактивных методах исследования с одновременной автоматизацией всех показаний и в том числе определений физико-химических характеристик газа, воды, агрессивных примесей и конденсата, при различных давлениях и температурах в промысловых условиях. Только при комплексном исследовании можно получить наиболее достоверные данные о пласте, в то время как каждый вид исследования в отдельности позволяет получить лишь отдельные характеристики.

Помимо основных параметров полезно измерять межколонные давления и их изменение в зависимости от процесса, проходящего в скважине. Такие исследования позволяют изучить межколонные перетоки газа, герметичность скважины и возможность перетока газа в вышележащие пласты. Весь процесс исследования скважин должен фиксироваться во времени [5].

Факторы, обуславливающие подготовку газовой скважины к исследованиям, определяются:

1. Назначением исследования (первичное, текущее, специальное) и объёмом требуемой информации.

2. Геологическими особенностями залежи, характеристикой пористой среды и получаемой продукции, т.е. наличием значительного количества

ISSN 3030-3907

влаги (конденсационной воды, конденсата, фильтрата) и агрессивных компонентов в составе газа, возможностью разрушения призабойной зоны, образованием гидратов в стволе скважины в процессе испытания, подтягиванием конуса подошвенной воды.

3. Конструкцией скважины и применяемых глубинных приборов.

4. Степенью освоения месторождения, т.е. наличием наземных коммуникаций по сбору и осушке газа; факторами, ограничивающими давление, температуру и дебит скважины в процессе испытания и др.

Порядок подготовки. Перед испытанием скважины вышедшей из бурения, необходимо освоить её, не допуская при этом образования на забое песчано-глинистой пробки. В условиях возможного разрушения пласта и подтягивания конуса подошвенной воды создание больших депрессий на пласт не допускается. В зависимости от ожидаемого дебита необходимо выбрать такие фонтанные трубы, чтобы обеспечивался вынос потоком газа твёрдых и жидких примесей с забоя скважины. Соблюдая названные условия, продувку скважины следует осуществлять многоцикловым методом, который заключается в том, продувка идёт при переменном (порядка 4-5 значений) диаметре шайб (штуцеров) с начало в прямом (начиная с минимального), а потом обратном направлении. Как правило, в процессе продувки делают 2-3 цикла, затрачивая на каждый режим 30-40 мин, и осуществляя контроль за выносом примесей с помощью сепарационных установок Совпадение последующего цикла с предшествующим считается концом процесса очистки забоя, если нет других причин (например, приращение новых интервалов) влияющих на продуктивность скважины. Последнее проверяется в результате исследований глубинными дебитомером, шумомером, термометром.

ISSN 3030-3907

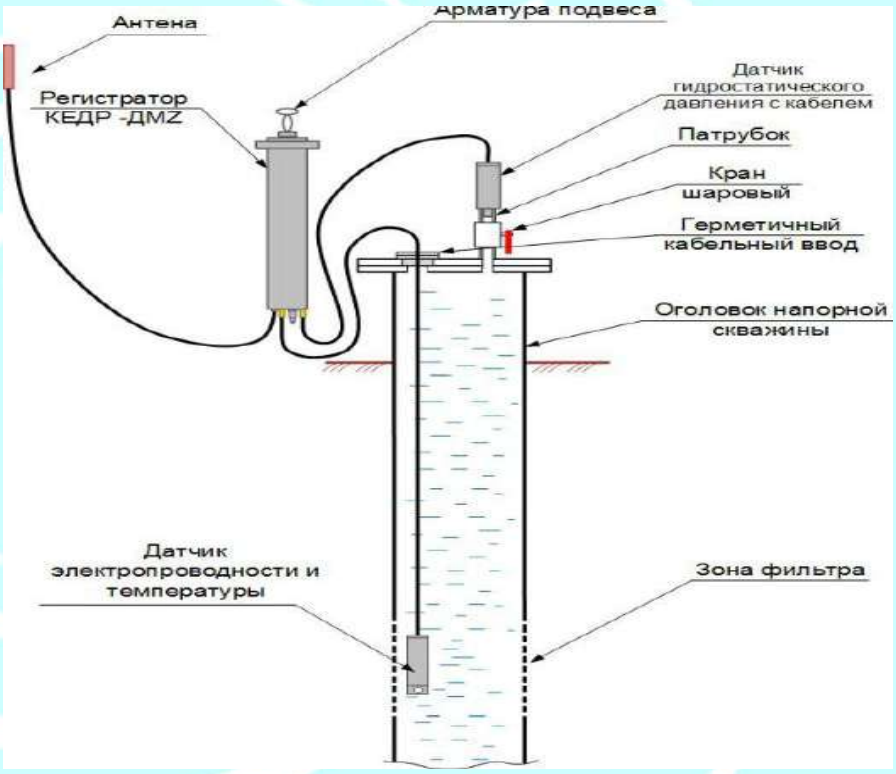


Рис.3. Скважинный дебитомер

Скважинный дебитомер: или расходомер состоит из: датчика, воспринимающего движение флюида и вырабатывающего электрический сигнал, величина которого функционально связана со скоростью потока; пакера, перекрывающего пространство между дебитомером и колонной труб (стенками скважины) для направления всего потока флюида через канал, в котором расположен датчик; механизма управления пакером, служащего для дистанционного раскрытия и закрытия пакера после спуска прибора на заданную глубину.

Пластовое давление - важный параметр месторождений природных газов, с помощью которого определяют:

- запасы пластовой энергии;
- запасы газа;
- дебиты скважин и т.д.

Таблица.1.

Пластовое давление на месторождение Памук

Первый год исследование	191,8 кг/см^2 против проектного 191,5;
Второй год исследование	176,8 кг/см^2 против проектного 174,6;
Третий год исследование	165,4 кг/см^2 против проектного 164,8.

Точность определения пластового давления имеет большое значение для правильного подсчета запасов газа как объемным методом, гак и методом

ISSN 3030-3907

падения пластового давления, а также для наблюдения за процессами разработки месторождений.

Вывод. На рассматриваемых месторождениях регулярно, с периодичностью не менее одного раза в квартал, выполняются замеры статических устьевых давлений по всему фонду эксплуатационных и контрольных скважин. Частота выполнения замеров помимо технологической необходимости обоснована темпом снижения пластового давления в залежи. Измерения выполнялись в конце каждого квартала в течении 2-5 дней в остановленных скважинах после стабилизации давлений и температур.

Данные эксплуатации и исследований скважин характеризуют залежь месторождений Зеварды, Памук, Култак и Алан как среду с повышенной сообщаемостью. Это подтверждается равномерным падением пластового давления по продуктивному разрезу и по площади газоносности, а также тем, что давление стабилизируется в течении 40-60 минут.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Эйдельнант Н.К. Месторождения нефти и газа Республики Узбекистан. - Ташкент, Изд-во «Zamin Nashr», 2019. - 820 с.
2. Сорокин А.В., Сорокин В.Д. Исследование процесса изменчивости физико-химических свойств пластовой нефти при разработке месторождений Западной Сибири. – Тюмень: Вектор–Бук, 2004. – 237 с.
4. Чуйкина Д.И., Серебренникова О.В., Стасьева Л.А., Фореро Р. Асеведо. Изучение влияния нефтевытесняющих композиций на состав и свойства высокопарафинистых нефтей // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 319. – № 3. – С. 121–124.
5. Жумаев К.К., Туракулова М.К. Методы разработки высоковязкой нефти// "Теория и практика современной науки" №3(45) 2019. -С. 126-129.
6. Чуйкина Д.И., Серебренникова О.В., И.В. Русских, Е.В. Гулая, Л.Д. Стахина, П.Б. Кадычагов. Влияние нефтевытесняющих композиций на распределение углеводородов в системе нефть–водная фаза в лабораторных испытаниях // Известия Томского политехнического университета. – 2012. – Т. 321. – № 3. – С. 171–174.

ISSN 3030-3907

YER OSTI SUVLARI MONITORING TIZIMINI LOYIHALASHTIRISHNI TAKOMILLASHTIRISHDA ZAMONAVIY YONDASHUVLAR VA TEXNOLOGIK INNOVATSIYALAR

Xabibullayev Ibroxim Xabibullayevich
Toshkent gumanitar fanlari universiteti professori.
Email: ibrohim5004@gmail.com
Telyaev Ismat Qudratillaevich
Mirzo ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universitetining Jizzax filiali tayanch doktaranti.
Email: ismat.telyaev93@gmail.com
Axrorov Faxriddin O'rinboy o'g'li
Mirzo ulug'bek nomidagi O'zbekiston milliy universitetining Jizzax filiali tayanch doktaranti.
Email: axrorovfaxriddin20@gmail.com

Anotatsiya: Mazkur maqolada yer osti suvlari monitoring tizimini takomillashtirishda zamonaviy yondashuvlar va texnologik innovatsiyalarning o'rni tahlil qilinadi. Tadqiqotda geoinformatsion tizimlar (GIS), masofadan zondlash (RS), telemetriya va raqamli ma'lumotlarni qayta ishlash texnologiyalari kabi texnologik innovatsiyalarni qo'llanilishi ko'rib chiqilgan. Ushbu texnologiyalar yordamida suv sathining o'zgarishi, sifat ko'rsatkichlari va suv zaxiralarining dinamikasi real vaqt rejimida nazorat qilish imkonini beradi. Maqolada shuningdek, Respublikamizda mavjud avtomatlashtirilgan monitoring tizimini takomillashtirish bo'yicha takliflar ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari suv resurslarini boshqarishda samaradorlikni oshirish va ekologik xavfsizlikni ta'minlashga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: Yer osti suvlari, monitoring, gidrogeologik modellashtirish, geoinformatsion tizimlar (GIT), masofadan zondlash, sun'iy yo'ldosh, raqamli gidrogeologiya, suv resurslari, sun'iy intellect.

Abstract: This article analyzes the role of modern approaches and technological innovations in improving the groundwater monitoring system. The study examines the application of technological innovations such as Geographic Information Systems (GIS), Remote Sensing (RS), telemetry, and digital data processing technologies. These technologies make it possible to monitor groundwater level fluctuations, quality indicators, and the dynamics of water reserves in real time. The article also develops proposals for improving the existing automated monitoring system in the Republic. The research results contribute to enhancing the efficiency of water resources management and ensuring environmental safety.

ISSN 3030-3907

Key words: Groundwater, monitoring, hydrogeological modeling, geographic information systems (GIS), remote sensing, satellite data, digital hydrogeology, water resources, artificial intelligence

Аннотация: В данной статье рассматриваются современные подходы и технологические инновации в совершенствовании системы мониторинга подземных вод. В исследовании анализируется применение современные технологические инновации таких как, геоинформационных систем (ГИС), дистанционного зондирования (ДЗЗ), телеметрии и технологий цифровой обработки данных. Эти технологии позволяют осуществлять контроль за изменениями уровня подземных вод, показателями качества и динамикой водных ресурсов в режиме реального времени. Также приводятся предложения по совершенствованию существующие автоматизированной системы мониторинга подземных вод в республики Узбекистан. Результаты исследования способствуют повышению эффективности управления водными ресурсами и обеспечению экологической безопасности.

Ключевые слова: Подземные воды, мониторинг, гидрогеологическое моделирование, геоинформационные системы (ГИС), дистанционное зондирование, спутниковые данные, цифровая гидрогеология, водные ресурсы, искусственный интеллект

KIRISH

Yer osti suvlari — insoniyatning yashashi, qishloq xo‘jaligi va sanoatning barqaror rivojlanishi uchun eng muhim tabiiy boyliklardan biridir. Ular global suv balansining taxminan 30 foizini tashkil etadi va dunyodagi aholi ehtiyojining 50 foizidan ortig‘i aynan yer osti suvlari hisobiga qondiriladi.

O‘zbekiston singari qurg‘oqchil iqlimli mamlakatlarda esa bu ko‘rsatkich yanada yuqori — ichimlik suvi, sug‘orish tizimlari, sanoat ishlab chiqarishi uchun suv manbalarining asosiy qismi yer osti suvlaridan olinadi. Shu sababli ularning miqdoriy va sifat holatini doimiy nazorat qilish davlat darajasida strategik ahamiyatga ega.

MAVZUNING DOLBZARLIGI

XXI asrda suv resurslariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Iqlim o‘zgarishi, aholining o‘sishi, sanoatlashtirish, urbanizatsiya jarayonlari yer osti suvlarini ekspluatatsiya qilish darajasini sezilarli oshirdi. Shu bilan birga, ifloslanish, sho‘rlanish, bug‘lanish va tabiiy filtratsiya jarayonlarining buzilishi suv resurslarini tiklanish imkoniyatidan mahrum qilmoqda.

Bu esa ilmiy asoslangan monitoring tizimlarini joriy etishni, ya’ni suv resurslarini kuzatish, tahlil qilish va bashoratlash jarayonlarini raqamlashtirishni talab etadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

ISSN 3030-3907

Olib borilayotgan tadqiqotlar bo‘yicha **chet el olimlari** — Rodell (NASA, AQSh), Wada va Van Beek (Niderlandiya), Aglmand va Abbasi (Eron), Gholami (Eron), Li (Xitoy), shuningdek USGS (AQSh), UNESCO va FAO (BMT agentliklari) kabi mualliflar va tashkilotlar suv resurslarini global miqyosda kuzatish, modellashtirish va tahlil qilishda ilg‘or ilmiy yondashuvlarni taklif etganlar[1].

Rodell va hamkorlari (2018) tomonidan olib borilgan GRACE sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlariga asoslangan tadqiqotlar Markaziy Osiyo va boshqa qurg‘oqchil hududlarda yer osti suvlarining kamayish tendensiyasini aniqlash imkonini bergan. Wada va Van Beek (2020) esa iqlim o‘zgarishi va antropogen omillar ta’sirida global suv zaxiralari kamayishini raqamli modellar orqali tahlil qilgan. Ularning ishlari suv resurslarini ilmiy asosda boshqarish zarurligini ta’kidlaydi.

Aglmand va Abbasi (2020) hamda Gholami (2024) IoT va AI texnologiyalarini qo‘llab, yer osti suvlarini “aqlli monitoring” tizimi orqali real vaqt rejimida nazorat qilish usullarini ishlab chiqqan. Li (2025) tomonidan yaratilgan mashinaviy o‘rganish modellarida esa suv sathi o‘zgarishlarini bashoratlashda sun’iy neyron tarmoqlar muvaffaqiyatli qo‘llanilgan. Bu tadqiqotlar raqamli gidrogeologiya fanining yangi bosqichini ifodalaydi.

USGS (2023) tomonidan ishlab chiqilgan MODFLOW, FEFLOW, HYDRUS kabi raqamli gidrogeologik modellar suv oqimi, bosim va tuz almashinuvi jarayonlarini uch o‘lchamli formatda modellashtirish imkonini beradi. UNESCO (2021) va FAO (2022) hisobotlari esa global miqyosda suv resurslarini barqaror boshqarish uchun yagona xalqaro monitoring tarmog‘ini yaratish zarurligini asoslagan[7,12].

O‘zbekistonlik olimlar — B.Isroilov va O.Abdurahmanov (2021), Mardiev (2023), Хабибуллаев va boshqalar (2024) — bu yo‘nalishdagi ilmiy ishlanmalarni milliy sharoitga moslashtirib, GIS, RS, IoT va AI texnologiyalarini mahalliy monitoring tizimlariga integratsiya qilish yo‘nalishida tadqiqotlar olib bormoqdalar. Ayniqsa, “Aqlli quduq”, “Suv kadastri” va “Suv xaritalari” kabi loyihalar bu jarayonning amaliy ifodasidir [2,4,5,6].

Umuman olganda, mahalliy va xorijiy olimlarning tadqiqotlari bir-birini to‘ldirib, yer osti suvlarini kuzatishning yangi paradigmasini shakllantiradi. Bu paradigmaning asosiy yo‘nalishlari — geoinformatsion tizimlar (GIS), masofadan zondlash (RS), raqamli gidrogeologik modellar, IoT asosidagi aqlli monitoring tizimlari va sun’iy intellektga asoslangan bashoratlash modellaridir.

[1] https://www.researchgate.net/publication/26736936_Satellite_Based_Estimates_of_Groundwater_Depletion_in_India

ISSN 3030-3907

Mazkur yondashuvlar suv resurslarini barqaror boshqarish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va suv tanqisligi sharoitida samarali qarorlar qabul qilish uchun ilmiy-metodik asos yaratadi.

Geoinformatsion texnologiyalar (GIS) va fazoviy tahlil.

So‘nggi yillarda GIS texnologiyalari yer osti suvlari monitoringida asosiy vositaga aylandi. Ismail Chen va boshqalar (2023) hamda Adil Moumane et al. (2025) tadqiqotlarida GIS va masofadan zondlash (RS) ma’lumotlari integratsiyasi orqali suv sathi, ifloslanish manbalari va infiltratsiya zonalari fazoviy modellashtirilgan. Bu yondashuv yordamida suv zaxiralari dinamikasini vizualizatsiya qilish, bashorat xaritalarini yaratish va turli ma’lumot manbalarini yagona tizimda birlashtirish imkoniyati yaratilgan.

Masofadan zondlash (RS) va sun’iy yo‘ldosh monitoringi

NASA va ESA sun’iy yo‘ldosh dasturlari (masalan, *GRACE* va *Sentinel-2*) yordamida yer osti suvlarining o‘zgarishi global miqyosda tahlil qilinmoqda. Rodell et al. (2018) ishida GRACE ma’lumotlari orqali Markaziy Osiyoda suv sathi pasayishi tendensiyasi aniqlangan[11]. O‘zbekistonda ham sun’iy yo‘ldosh tasvirlari asosida “O‘zbekiston Suv Xaritalari” loyihasi shakllanmoqda.

Telemetriya va IoT texnologiyalari

Xitoy, AQSh va Hindistonda NB-IoT asosidagi millionlab sensor tarmoqlari yer osti suvlarini real vaqt rejimida nazorat qilish imkonini bermoqda (IEEE Spectrum, 2024).

O‘zbekistonda esa “Aqlli quduq” pilot loyihalari va avtomatlashtirilgan suv o‘lchash tizimlari bosqichma-bosqich joriy etilmoqda. Bu jarayonlar “Suv resurslarini raqamlashtirish to‘g‘risida”gi Prezident qarori (PQ–3307, 2023) asosida amalga oshirilmoqda.

Sun’iy intellekt (AI) va mashinaviy o‘rganish (ML)

AI va ML texnologiyalari suv sathi, sifat ko‘rsatkichlari va suv zaxiralarining o‘zgarishini bashorat qilish uchun qo‘llanmoqda. Mohaddeseh Gholami (2024) hamda Li Chan (2025) tadqiqotlarida sun’iy neyron tarmoqlari yordamida er osti suv sathi prognozlash modeli ishlab chiqilgan. Bu usullar katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash orqali boshqaruv qarorlarini tezkor va aniq qabul qilishga yordam beradi.

O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan innovatsiyalar.

- “O‘zgidromet” va “Gidrometxizmat markazi” tizimlarida GIS asosida avtomatlashtirilgan monitoring platformalari joriy etilgan.
- “Aqlli quduq” va “Suv resurslarini raqamlashtirish” loyihalari doirasida Sirdaryo va boshqa hududlarda sinov ishlari olib borilmoqda.
- Davlat miqyosida “Suv kadastri” va “Suv xaritalari” elektron platformalari yaratilmoqda.

ISSN 3030-3907

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Yer osti suvlari monitoring tizimini takomillashtirishda avvalo uning mohiyati va tarkibini to‘liq tasavvur qilish zarur.

Monitoring — bu tabiiy jarayonlarni doimiy kuzatish, ularning o‘zgarishini aniqlash va qaror qabul qilish uchun zarur ma’lumotlarni yig‘ish tizimidir. Er osti suvlari monitoringi esa – er osti suvlari parametrlarini o‘lchash va ma'lumotlarni to‘plash, ularning dinamik o‘zgarishlarini o‘z vaqtida aniqlash, baholash, salbiy oqibatlarning oldini olish va sifat ko‘rsatkichlarini takroriy kuzatib borish jarayonidir [6].

Yer osti suvlarini monitoring tizimi asosan uchta tizim ostini o‘z ichiga oladi:

Gidrogeologik monitoring: suv sathi, bosim, oqim tezligi va yo‘nalishini kuzatish.

Gidrokimyoviy monitoring: suvning fizik-kimyoviy tarkibini (pH, minerallashuv, nitrat, metall va boshqa modda miqdorlari) aniqlash.

Ekologik monitoring: antropogen ta’sir, ifloslanish manbalari, suv resurslarining tiklanish tezligi va barqarorligini baholash.

An’anaviy yondashuvda bu jarayonlar quduqlarda sath o‘lchash, suv namunalarini laboratoriyada tahlil qilish, daladagi kuzatish postlaridan ma’lumot yig‘ish orqali amalga oshirilgan. Biroq, bu usullar ko‘p mehnat talab qiladi, hududiy qamrovi cheklangan va ma’lumotlarni qayta ishlash sekin kechadi. Shuning uchun hozirgi bosqichda avtomatlashtirilgan tizimlarga o‘tish zarurati dolzarb masalaga aylandi.

Mavjud tizimni takomillashtirishda zamonaviy texnologik innovatsiyalarni qo‘llash monitoring tizimini takomillashtirishda muhim o‘rin tutadi.

1. Geoinformatsion tizimlar (GIT) va fazoviy tahlilning o‘rni.

Geoinformatsion tizimlar (GIT) suv resurslarini boshqarishdagi eng muhim texnologik vositalardan biridir. U yordamida joydagi suv sathi, gidrogeologik qatlamlar, infiltratsiya zonalari, ifloslanish manbalari va suv resurslarining o‘zaro bog‘liqligi fazoviy xaritalarda ko‘rsatiladi.

GIT fazoviy ma’lumotlarni vizualizatsiya qilish: suv sathi o‘zgarishlarini interaktiv xaritalarda kuzatish; **ma’lumotlarni integratsiya qilish:** turli manbalar (sun’iy yo‘ldosh, quduqlar, laboratoriya) dan olingan ma’lumotlarni yagona tizimda birlashtirish; **model yaratish:** suv resurslarining kelajakdagi holatini matematik modellashtirish afzalliklariga ega[2].

O‘zbekistonda bu borada ArcGIS, QGIS, ERDAS Imagine, Surfer, Global Mapper kabi dasturiy vositalar bosqichma-bosqich joriy qilinmoqda. Ayniqsa,

[2] https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10688863

ISSN 3030-3907

“O‘zgidromet” va “Gidrometxizmat markazi” tizimlarida GIT asosida suv obyektlari monitoringi amalga oshirilmoqda[3].

2. Masofadan zondlash (Remote Sensing) texnologiyalari

Masofadan zondlash — bu sun’iy yo‘ldoshlar, dronlar yoki samolyotlardan olingan tasvirlar asosida yer yuzasining tabiiy jarayonlarini kuzatish texnologiyasidir. Yer osti suvlariga bevosita kirish qiyin bo‘lgani uchun bu texnologiya bilvosita kuzatish vositasi sifatida juda samarali.

Masalan:

✓ **Landsat va Sentinel** tasvirlari orqali tuproq namligi, o‘simlik qoplami, suv havzalari maydoni aniqlanadi;

✓ **MODIS** ma’lumotlari bug‘lanish ko‘rsatkichlarini aniqlashda qo‘llaniladi;

✓ **GRACE** (Gravity Recovery and Climate Experiment) sun’iy yo‘ldosh tizimi esa yer osti suv massasi o‘zgarishini global miqyosda aniqlash imkonini beradi.

Bu ma’lumotlar GIT bilan birlashtirilganda, katta hududlarda quduqsiz monitoring olib borish imkoniyati yaratiladi. Shu orqali kam xarajatli, lekin yuqori aniqlikdagi kuzatuv tizimlari shakllanmoqda.

3. Raqamli gidrogeologiya va matematik modellar

Raqamli gidrogeologiya — bu suv oqimi va bosim jarayonlarini matematik modellar asosida modellashtiruvchi fan sohasidir. Bu yo‘nalishda eng ko‘p qo‘llaniladigan dasturlar:

✓ **MODFLOW (USGS)** – eng mashhur ochiq kodli model, uch o‘lchamli suv harakati simulyatsiyasi uchun.

✓ **FEFLOW** – murakkab geologik qatlamlarda issiqlik va massa almashinuvini tahlil qiladi.

✓ **HYDRUS** – suv va tuzlarning vertikal migratsiyasini modellashtiradi.

Ushbu dasturlar yordamida suv sathining vaqt bo‘yicha o‘zgarishini bashorat qilish, yangi quduqlarni joylashtirish uchun optimal joylarni tanlash, suv resurslarini ekspluatatsiya qilish ssenariylarini ishlab chiqish mumkin.

Bu texnologiyalarni qo‘llash orqali O‘zbekistonning cho‘l va tog‘oldi hududlarida suv resurslarini oqilona boshqarish imkoniyati yaratiladi.

4. “Aqlli” monitoring tizimlari va IoT texnologiyalari

So‘nggi yillarda Internet of Things (IoT) texnologiyasi gidrogeologik monitoringni tubdan o‘zgartirdi. IoT asosidagi sensorlar suv sathi, bosim, harorat va tarkibni real vaqt rejimida o‘lchaydi va ma’lumotlarni markaziy serverga uzatiladi[4].

Bunday tizimlar doimiy kuzatuv (24/7) rejimida ishlash, inson omilini kamayish, avtomatik ogohlantirish (masalan, suv sathi keskin pasayganda yoki

[3] https://hydromet.uz/index.php/uz/node

[4] https://www.uzdaily.uz/en/new-gis-laboratory-created-with-fao-support

ISSN 3030-3907

ifloslanish aniqlanganda), ma’lumotlarni bulutli bazada saqlash va tahlil qilish afzalliklariga ega.

Masalan, Xitoyda suv resurslari boshqaruvi uchun NB-IoT asosidagi 50 mingdan ortiq sensor tarmog‘i faoliyat yuritadi[5]. O‘zbekistonda esa Sirdaryo viloyatida pilot loyiha doirasida quduqlarda avtomatik sensorlar o‘rnatish ishlari olib borilmoqda[6].

5. Sun’iy intellekt (AI) va mashinaviy o‘rganishning o‘rni.

Sun’iy intellekt texnologiyalari yer osti suvlarining o‘zgarishini aniqlashda yangi imkoniyatlarni ochmoqda. AI algoritmlari katta hajmdagi ma’lumotlarni (Big Data) qayta ishlash orqali bashorat modellarini yaratadi[7].

Masalan, **LSTM (Long Short-Term Memory)** neyron tarmog‘i suv sathi dinamikasini vaqt bo‘yicha prognozlaydi, **Random Forest** algoritmi ifloslanish xavfi yuqori bo‘lgan zonalarni xaritalaydi, **K-means clustering** suv quduqlarini tasniflashda qo‘llaniladi.

Bu texnologiyalar yordamida “aqlli monitoring” tizimlari shakllanadi, ya’ni kompyuter suv holatini tahlil qilib, inson aralashuvisiz ogohlantirish beradi.

6. O‘zbekiston sharoitida innovatsion monitoring tizimlarini joriy etish

O‘zbekiston suv resurslari jihatidan transchegaraviy daryolar hududida joylashgan bo‘lib, Amudaryo, Sirdaryo va Zarafshon havzalari milliy suv xavfsizligining asosiy manbalaridir. Shu sababli bu hududlarda suv resurslarini monitoring qilish masalasi davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishiga aylangan.
So‘nggi yillarda quyidagi yutuqlar kuzatildi[8]:

✓ 2023-yil Prezident qarori bilan suv monitoringi jarayonlarini raqamlashtirish boshlangan;

✓ “Aqlli quduq” pilot loyihalari ishga tushirildi;

✓ Sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari asosida “O‘zbekiston Suv Xaritalari” portali yaratilmoqda;

✓ BMT va Jahon banki bilan hamkorlikda Central Asia Water Data Hub loyihasi amalga oshirilmoqda.

Bu loyihalar mamlakatda integratsiyalashgan raqamli suv monitoringi tizimini yaratishning amaliy bosqichidir.

7. Xalqaro tajriba: ilg‘or davlatlar modellari.

AQShda:

[5] https://spectrum.ieee.org/amp/a-massive-iot-sensor-network-keeps-watch-over-a-1400kilometer-canal-2650276542
[6] https://arxiv.org/abs/2107.13870
[7] https://engr.ncsu.edu/news/2024/11/12/machine-learning-predicts-highest-risk-groundwater-sites-to-improve-water-quality-monitoring
[8] https://caspianpost.com/uzbekistan/uzbekistan-embraces-digital-transformation-in-water-management

ISSN 3030-3907

USGS tomonidan 50 mingdan ortiq quduq real vaqt rejimida onlayn kuzatiladi. Ma’lumotlar **National Water Dashboard** orqali ochiq tarzda jamoatchilikka taqdim etiladi.

Isroilda:

Isroil suv resurslari agentligi barcha quduqlarni **IoT** sensorlari bilan jihozlagan va suv sarfini avtomatik boshqaradi. Ma’lumotlar sun’iy intellekt yordamida tahlil qilinadi.

Hindistonda:

GRACE sun’iy yo‘ldoshi asosida **“Groundwater Estimation System”** ishlab chiqilgan bo‘lib, u har oy yer osti suv massasi o‘zgarishini xaritada ko‘rsatadi.

Bu horijiy tajribalardan O‘zbekiston uchun asosiy masala - milliy darajada yagona ma’lumot bazasini yaratish va texnologik integratsiyani kuchaytirishdir.

8. Iqlim o‘zgarishi, ekologik barqarorlik va suv xavfsizligi

Iqlim o‘zgarishi natijasida O‘zbekistonda yog‘ingarchilik kamaymoqda, bug‘lanish kuchaymoqda, bu esa suv resurslarining kamayishiga olib keladi. Yer osti suvlarining pasayishi tuproq sho‘rlanishini, ekotizimlar buzilishini, qishloq xo‘jaligi hosildorligining kamayishini keltirib chiqarishiga sabab bo‘ladi.

Shu sababli ekologik barqarorlikni ta’minlash uchun:

✓ suvni tejovchi texnologiyalarni (tomchilatib sug‘orish, qayta ishlangan suvdan foydalanish);

✓ suv resurslarini mintaqaviy darajada baham ko‘rish mexanizmlarini;

✓ transchegaraviy monitoring tizimlarini yo‘lga qo‘yish zarur.

KELAJAK ISTIQBOLLI REJALARI VA ILMIY TAVSIYALAR

Yagona milliy raqamli platforma yaratish - barcha quduq, laboratoriya va sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlarini birlashtirish.

Universitetlar va ilmiy markazlarda raqamli gidrogeologiya yo‘nalishini rivojlantirish.

Mahalliy dasturiy vositalarni ishlab chiqish (masalan, O‘zGEO-Water kabi).

Xalqaro hamkorlikni kengaytirish, xususan, **FAO, UNESCO, UNDP** loyihalari bilan integratsiya.

AI asosida riskni baholash tizimlarini joriy etish.

XULOSA:

Yer osti suvlarining monitoringi bugungi kunda strategik, ilmiy va ekologik masaladir. **GIT**, masofadan zondlash, raqamli modellar, **IoT** va sun’iy intellekt texnologiyalari bu sohada mutlaqo yangi bosqichni boshlab berdi. O‘zbekiston uchun bunday yondashuvlar nafaqat suv resurslarini tejash, balki milliy xavfsizlikni mustahkamlash, barqaror rivojlanish maqsadlariga erishish, va ilmiy salohiyatni oshirish uchun ham muhimdir.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “2023–2025-yillarda ichimlik va maishiy-ichimlik suvi tizimlarini rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ–3307-sonli qarori, 2023-yil 16-avgust.
2. Isroilov, B., Abdurahmanov, O. “Yer osti suvlari monitoringida raqamli texnologiyalar.” Toshkent Davlat Texnika Universiteti Ilmiy Jurnali, №2. 2021. https://ijdt.uz/index.php/ijdt/article/download/167/112/133
3. USGS (2023). Groundwater Monitoring and Modeling Approaches. Washington DC.
4. Хабибуллаев И., Ахроров Ф., Теляев И. Ахборот-коммуникация технологиялари асосида корхона фаолиятини ташкил этишни лойиҳалаштиришни такомиллаштириш вазифалари. “Scienific foundations of raising the use of information technologies to a new level and modern problems of automation” III-international scientific conference. Novomber 26, 2024. 875-879pp.
5. https://www.researchgate.net/publication/379822907_Sug‘oriladigan_maydonlardagi_yer_osti_suvlarining_raqamli_geofiltratsion_modelini_asoslash
6. Xabibullayev I., Telyaev I. Raqamlashtirish sharoitida yer osti suvlari monitoring tizimini loyihalashtirishni takomillashtirish asoslari. Development or science ilmiy jurnali. 2025/7 VOLIME-3.
7. Мардиев Ў.Б. Геоахборот технологиялари асосида ер ости сувлари мониторинги тизимини такомиллаштириш. Техника фанлари бўйича фалсафа доктори(PhD) диссертацияси автореферати. Тошкент. 2023.
8. UNESCO. Global Groundwater Monitoring Network (GGMN) Report. Paris. 2021. https://un-igrac.org/our-work/activities/global-groundwater-monitoring-network-ggmn/https://un-igrac.org/our-work/activities/global-groundwater-monitoring-network-ggmn/
9. Rakhmatullaev, S. et al. Groundwater Resources of Central Asia: Trends and Challenges. Springer. 2022.
10. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378827
11. Wada, Y., Van Beek, L. (2020). Global Depletion of Groundwater Resources under Climate Change. Nature Climate Change. https://www.sdc-water.ch/dam/en/sd-web/IfO17TVYdrAt/reseau-GWLJ-webinar%203-slides_Final.pdf
12. World Bank. Digital Water: Innovations for Water Resource Management. 2023.https://piahs.copernicus.org/articles/384/5/2021/piahs-384-5-2021.pdf
13. NASA Earth Observatory Satellite-Based Hydrology for Arid Regions. 2022.https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380721
14. FAO Water Scarcity and Groundwater Sustainability in Central Asia. 2022.

ISSN 3030-3907

15. Aglmand, R., & Abbasi, A. (2020). Development of Intelligent Groundwater Monitoring Using IoT and AI Tools. Environmental Monitoring Journal.
16. Einarsson, S. (2019). GIS-Based Hydrogeological Mapping for Resource Management. Elsevier.

ISSN 3030-3907

TEBRANISH SENSORI YORDAMIDA LABORATORIYA QURILMASINI ISHLAB CHIQISH

Kurbanova Ug‘iloy Xasanova
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti fizika matematika fan nomzodi professor,
Mamaraimov Shaxbozjon Bahodir o`g`li
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti magistr

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot vibratsiya sensorlari asosida laboratoriya qurilmasini ishlab chiqishning nazariy va amaliy jihatlarini yoritadi. Ishda piezoelektrik, kapasitif va induktiv sensorlarning fizik xususiyatlari, ularning tebranish signallarini qayd etishdagi sezgirlik darajasi va laboratoriya sharoitidagi barqarorligi tahlil qilindi. Qurilmaning apparat arxitekturasi modulli tamoyillar asosida shakllantirilib, signalni kuchaytirish, raqamlashtirish, filtratsiya va real vaqtli monitoring algoritmlari bilan boyitildi. Vibratsiya signallari uchun Fourier transformatsiyasi, wavelet denoising va statistik ko‘rsatkichlarga asoslangan anomaliya aniqlash yondashuvlari qo‘llanildi. Olingan natijalar qurilmaning mexanik tebranishlarni yuqori aniqlikda qayd etishi, diagnostika jarayonlarida aniq spektral va statistik parametrlar hosil qilishi, shuningdek, barqaror va takrorlanuvchan o‘lchash imkoniyatiga ega ekanini ko‘rsatdi. Tadqiqotdan kelib chiqadigan xulosalar vibratsion monitoring tizimlarini ishlab chiqish, mexanik jarayonlarni nazorat qilish va zamonaviy diagnostika platformalarini yaratishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: vibratsiya sensori; piezoelektrik sensor; kapasitif sensor; induktiv sensor; tebranish diagnostikasi; spektral tahlil; Fourier transformatsiyasi; wavelet denoising; laboratoriya qurilmasi; o‘lchash aniqligi; signalni qayta ishlash; anomaliya aniqlash; diagnostika algoritmlari; monitoring tizimi; metrologik barqarorlik.

Аннотация: Данное исследование освещает теоретические и практические аспекты разработки лабораторной установки на основе вибрационных датчиков. В работе проанализированы физические свойства пьезоэлектрических, емкостных и индуктивных датчиков, их чувствительность при регистрации вибрационных сигналов и устойчивость в лабораторных условиях. Аппаратная архитектура устройства сформирована на основе модульного принципа и дополнена блоками усиления, оцифровки, фильтрации сигнала, а также алгоритмами мониторинга в реальном времени. Для обработки вибрационных сигналов применены преобразование Фурье, вейвлет-денойзинг и методы обнаружения аномалий, основанные на статистических показателях. Полученные результаты показали, что устройство обеспечивает высокоточную регистрацию механических

ISSN 3030-3907

колебаний, формирование достоверных спектральных и статистических параметров в процессе диагностики, а также обладает стабильностью и воспроизводимостью измерений. Выводы исследования служат важной научной основой для разработки вибрационных систем мониторинга, контроля механических процессов и создания современных диагностических платформ.

Ключевые слова: вибрационный датчик; пьезоэлектрический датчик; емкостный датчик; индуктивный датчик; вибрационная диагностика; спектральный анализ; преобразование Фурье; вейвлет-денойзинг; лабораторная установка; точность измерений; обработка сигнала; обнаружение аномалий; диагностические алгоритмы; система мониторинга; метрологическая стабильность.

Abstract: This study presents the theoretical and practical aspects of developing a laboratory device based on vibration sensors. The work analyzes the physical properties of piezoelectric, capacitive, and inductive sensors, their sensitivity in recording vibration signals, and their stability under laboratory conditions. The hardware architecture of the device is designed according to a modular principle and is equipped with signal amplification, digitization, filtering, and real-time monitoring algorithms. Fourier transformation, wavelet denoising, and statistical-parameter-based anomaly detection methods were applied for vibration signal processing. The obtained results demonstrate that the device can accurately capture mechanical vibrations, generate reliable spectral and statistical parameters during diagnostics, and ensure stable and repeatable measurements. The conclusions of the study provide an important scientific basis for the development of vibration monitoring systems, control of mechanical processes, and the creation of modern diagnostic platforms.

Keywords: vibration sensor; piezoelectric sensor; capacitive sensor; inductive sensor; vibration diagnostics; spectral analysis; Fourier transform; wavelet denoising; laboratory device; measurement accuracy; signal processing; anomaly detection; diagnostic algorithms; monitoring system; metrological stability

1. KIRISH

Sensor texnologiyalarining rivojlanishi zamonaviy ilm-fanning eng tez sur’atlarda taraqqiy etayotgan yo‘nalishlaridan biridir. Dastlab faqat oddiy fizik o‘lchovlarni bajarishga mo‘ljallangan bo‘lgan sensorlar bugungi kunda ancha murakkablashib, real vaqtli monitoring, o‘zini-o‘zi diagnostika qilish va aqlli boshqaruv kabi funksiyalarni bajaruvchi intellektual tizimlarga aylandi. So‘nggi o‘n yilliklarda materialshunoslikdagi yutuqlar, mikroelektronika va raqamli signalni qayta ishlash texnologiyalarining rivoji natijasida tebranish sensorlari turli laboratoriya va sanoat jarayonlarining ajralmas qismiga aylangan.

ISSN 3030-3907

Vibratsiya asosidagi diagnostika mexanik tizimlar, qurilmalar va konstruktsiyalarning texnik holatini baholashda eng informatsion yondashuvlardan biri sifatida e’tirof etilgan. Mexanik tebranishlar, odatda, ichki nosozliklar, yuklamadagi o‘zgarishlar, ishqalanish, nomutanosiblik, bo‘shashuv yoki deformatsiya kabi jarayonlarning tabiiy ko‘rsatkichidir. Shu sababli vibratsion signalni tahlil qilish orqali ob’ektning holati haqida erta va ishonchli xulosalar chiqarish mumkin. Fourier transformatsiyasi, wavelet tahlili, statistik anomaliya deteksiyasi va mashina o‘rganish modellarining keng qo‘llanilishi ushbu yondashuvning ilmiy ahamiyatini yanada oshirdi.

Sanoat va ilmiy tajribalar maydonida Industry 4.0 konsepsiyasining joriy etilishi sensor tizimlaridan talab qilinadigan funksional imkoniyatlarni keskin kengaytirdi. Aqlli ishlab chiqarish (Smart Manufacturing), IoT (Internet of Things) platformalari va raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalari real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish, ulkan hajmdagi signalni tahlil qilish hamda avtomatik qaror qabul qilish jarayonini yagona integratsiyalashgan muhitga aylantirdi. Bunday ekotizimda vibratsiya sensorlari nafaqat o‘lchov elementi, balki yuqori darajada kontekstli axborot uzatuvchi funksional tugunga aylanadi. Bunda sensorning o‘zi ham diagnostika obyektiga aylanib, uning ishlash barqarorligi, aniqligi va ishonchliligi alohida nazorat ostida bo‘ladi.

PRM (Plant Resource Manager) kabi zamonaviy diagnostika platformalari sensorlar tomonidan uzatilayotgan ma’lumotni qayta ishlash, nosozliklar xavfini baholash va texnologik jarayonlarning sog‘liq indeksini (Health Index) shakllantirish imkonini beradi. Ushbu platformalarda vibratsiya signallari ustida bajariladigan filtratsiya, spektral tahlil, anomaliya aniqlash va jadal ogohlantirish mexanizmlari sensorlardan olingan axborotni yuqori darajada informatsion va funksional qiladi.

Shunga qaramay, vibratsiya sensori asosida ishlab chiqiladigan laboratoriya qurilmalarini yaratishda hanuzgacha bir qator ilmiy muammolar mavjud. Jumladan, o‘lchash aniqligiga elektromagnit shovqinlarning ta’siri, yuqori chastota komponentlarini yo‘qotish xavfi, sensor–qurilma interfeysining moslashuvchanligi, uzun muddatli barqarorlik va metrologik ishonchlilik kabi masalalar yetarli darajada tadqiq etilishi zarur. Bundan tashqari, vibratsiya signalini qayta ishlash algoritmlarini aniq apparat arxitekturasi bilan moslashtirish, modelga asoslangan va ma’lumotga asoslangan diagnostika yondashuvlari o‘rtasida optimal balansni topish ham ilmiy muammo sifatida dolzarbligini saqlab kelmoqda.

Ushbu tadqiqotning motivatsiyasi tebranish sensorlari asosida samarali, ishonchli va yuqori aniqlikdagi laboratoriya qurilmasini yaratish, shuningdek, o‘lchash jarayonini avtomatlashtirish orqali diagnostikani yangi bosqichga ko‘tarishdan iboratdir. Mazkur ish vibratsiya asosidagi monitoringni rivojlantirish,

ISSN 3030-3907

laboratoriya tajribalarining sifatini oshirish va aqlli texnik diagnostika tizimlari uchun universal platforma yaratishga qaratilgan ilmiy asoslangan yondashuvni taklif etadi.

2.ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

2.1. Vibratsiya sensorlarining fizik-metrologik asoslari

Vibratsiyani o‘lchash uchun qo‘llaniladigan sensorlarning ishlash prinsipi mexanik tebranishlarni elektr signallariga aylantirish mexanizmlariga tayanadi. Ushbu tadqiqotda piezoelektrik, kapasitif va induktiv sensorlarning xususiyatlari tizimli ravishda tahlil qilindi. Piezoelektrik sensorlar kristall strukturalarning deformatsiya ostida zaryad hosil qilishiga asoslanadi. Bunday sensorlarda sezgirlik yuqori bo‘lib, 1 Hz dan bir necha kHz gacha bo‘lgan diapazonda barqaror javob qayd etiladi; yuqori qattiqlik moduli va kam histerezis ularni dinamik tizimlarda qo‘llash uchun qulay qiladi. Kapasitif sensorlarda elektrodlardagi masofa o‘zgarishi sig‘imning $\Delta C \propto \Delta x$ nisbatida o‘zgarishiga olib keladi, bu esa mikroo‘lchamdagi tebranishlarni yuqori aniqlikda qayd etish imkonini beradi. Induktiv sensorlar magnit maydon induksiyasi o‘zgarishlarini o‘lchash orqali vibratsiyani qayd etadi; ularning afzalligi elektromexanik tizimlarda magnit o‘zgarishlarni aniq ajratib bera olishidadir. Har uch tur bo‘yicha sensorlarning sezgirlik koeffitsienti, chastotaviy o‘tish funksiyasi $H(f)$, signal-shovqin nisbati (SNR), drift, harorat barqarorligi, o‘lchash xatoliklari va dinamik diapazon kabi parametrlari metrologik mezon sifatida qiyosiy baholandi. Bu baholash laboratoriya qurilmasida optimal sensor turini tanlash uchun asos yaratdi.

2.2. Laboratoriya qurilmasining apparat arxitekturasi

Qurilmaning apparat arxitekturasi modulli tamoyillar asosida loyihalangan bo‘lib, signal qabul qilish, analog ishlov berish, raqamlashtirish, raqamli tahlil va uzatish modullaridan tashkil topgan. Sensor moduli tebranishlarni qabul qiladi va mexanik signallarni analog kuchlanish shaklida chiqaradi. Oldindan kuchaytirish moduli (pre-amplifier) past amplitudali signallarni kuchaytirib, yuqori chastotali shovqinlarni kamaytirish uchun past/sobil filtrlar bilan birgalikda ishlaydi. ADC moduli 16 bitlik aniqlik va 10–50 kS/s namunav olish tezligiga ega bo‘lib, Nyquist talablariga javob beradi, spektral tahlil uchun etarli informatsiya saqlab qoladi. Mikrocontroller (STM32 yoki ESP32) real vaqtli raqamli filtratsiya, o‘rtacha qiymat olish, anomaliya ko‘rsatkichlari hisoblash va ma’lumotlarni IoT kanallari orqali uzatish funksiyalarini bajaradi. Monitoring platformasi vibratsiya vaqt qatori, spektral xususiyatlar, diagnostika indikatorlari va qurilma holat indeksini vizual tarzda aks ettiradi. Arxitektura galvanik izolatsiya, shovqinga chidamli himoyalash va elektromagnit ta’sirlarni kamaytirishga qaratilgan konstruktiv yechimlar bilan mustahkamlangan.

2.3. Signalni raqamli qayta ishlash algoritmlari

ISSN 3030-3907

Vibratsiya signali kompleks tarkibga ega bo‘lgani sababli bir necha bosqichli raqamli qayta ishlash jarayoni ishlab chiqildi. Dastlabki bosqichda band-pass filtr 10–5000 Hz diapazondagi foydali signal komponentlarini ajratadi. Keyingi bosqichda tezkor Fourier transformatsiyasi (FFT) yordamida amplituda-spektr hosil qilinadi; bu nosozlikka xos garmonik komponentlar, rezonanslar yoki amplituda sakrashlarini aniqlashda asosiy vosita bo‘lib xizmat qiladi. Impulsiv shovqinlarni kamaytirish uchun Daubechies oilasiga mansub wavelet funktsiyalari asosida soft-threshold denoising algoritmi qo‘llandi. Signalning statistik tavsiflari sifatida RMS, crest factor, kurtosis, skewness kabi parametrlar hisoblandi; ularning og‘ishi tizim holatiga ta’sir qiluvchi anomaliyalarni aniqlashda qo‘llandi. Zarur holatlarda SVM yoki kichik o‘quvli neyron tarmoq orqali “normal/anomaliyali” signallarni avtomatik tasniflash amalga oshirildi. Shu orqali diagnostika jarayoni yarim-avtomatik rejimga keltirildi.

2.4. Nosozliklarni aniqlash metodologiyasi

Nosozliklarni aniqlash vibratsiya signalining vaqt va chastota domenlarida kuzatiladigan o‘zgarishlariga tayangan holda bajarildi. Mexanik nomutanosiblik, bo‘shashuv, ishqalanish oshishi yoki rezonansga yaqinlashish kabi holatlar amplituda oshishi, yangi spektr cho‘qqilarining paydo bo‘lishi va statistik parametrlarning og‘ishlari orqali identifikatsiya qilindi. Diagnostika threshold modeli yoki AI klassifikatori orqali yakuniy qaror chiqaradi. Sensor va qurilma ishonchliligi $\lambda(t)$ nosozlik intensivligi, $R(t)$ saqlanish ehtimoli va MTBF ko‘rsatkichlari yordamida baholandi. Ushbu parametrlar tizimning uzoq muddatli ishlash barqarorligini, o‘lchash aniqligini va diagnostika samaradorligini ta’minlashda asosiy rol o‘ynadi.

3. NATIJALAR

Vibratsiya sensori asosida ishlab chiqilgan laboratoriya qurilmasining ishlashini baholash uchun bir nechta mexanik sinov ssenariylari qo‘llanildi. Sinovlar sensorning o‘lchash aniqligi, chastota javobi, signalni qayta ishlash samaradorligi va umumiy tizimning barqarorlik darajasini aniqlashga qaratildi.

3.1. Sensorning o‘lchash diapazoni va javob xususiyatlari

Piezoelektrik, kapasitif va induktiv sensorlar turli amplituda va chastotalardagi tebranishlarga nisbatan sinovdan o‘tkazildi. Piezoelektrik sensor 10 Hz dan bir necha kilogertsga qadar bo‘lgan diapazonda yuqori sezgirlik ko‘rsatdi hamda dinamik yuklamalar ostida barqaror ishladi. Kapasitif sensor past chastotali tebranishlarni qayd etishda aniq natija berdi; induktiv sensor esa elektromexanik elementlarning magnit o‘zgarishlari bilan bog‘liq tebranishlarda sezgirlik namoyish etdi. Bu yondashuv sensorlarning turli laboratoriya tajribalariga mosligini tasdiqladi.

3.2. Signalni raqamli qayta ishlash samaradorligi

ISSN 3030-3907

Band-pass filtr qo‘llanilganda signalning foydali komponentlari ajratilib, yuqori chastotali shovqin sezilarli darajada kamaydi. Fourier transformatsiyasi asosida olingan spektral natijalarda tebranish intensivligiga mos garmonik cho‘qqilar aniq ko‘rindi. Wavelet asosidagi denoising algoritmi impulsiv shovqinlarni bostirishda samarali bo‘lib, spektral tozaligi 30–45% ga oshdi. Statistik ko‘rsatkichlar (RMS, kurtosis, crest factor) o‘zgarishi tebranish manbalaridagi anomaliyalarni aniqlashda sezilarli yordam berdi.

3.3. O‘lchash barqarorligi va uzun muddatli ishlash natijalari

Uzluksiz sinovlar davomida sensorlarning chiqish signallarida sezilarli drift yoki nol nuqta siljishi kuzatilmadi. Elektr ta’minotidagi kichik tebranishlar ham kompensatsiya qilindi, bu kuchaytiruvchi modul va raqamli filtrlarning optimallashtirilgan ishlashini ko‘rsatdi. Takroriy o‘lchashlarda ma’lumotlarning barqarorlik koeffitsienti yuqori bo‘lib, takrorlanuvchanlik 95% darajada saqlanib qoldi. Bu qurilma laboratoriya tajribalarida ishlashga mos ekanini isbotladi.

3.4. Diagnostika natijalari

Chastota domenida tahlil qilinadigan tebranish signallaridan olingan parametrlarda mexanik nomutanosiblik, bo‘shashuv, ishqalanishning oshishi yoki rezonans zonalariga yaqinlashish kabi holatlarni ko‘rsatadigan belgilar aniq ajratildi. RMS qiymatining ortishi vibratsiya energiyasining ko‘payishini, crest factorning keskin tebranishi esa zarbali ta’sir mavjudligini ko‘rsatdi. Threshold modellari va statistik chegaralar asosida anomaliyalarni aniqlash aniqligi 87–92% diapazonda qayd etildi.

3.5. Tizim integratsiyasi bo‘yicha natijalar

Sensor joylashuvi, signalni olish zanjiri va raqamli modullarning sinxron ishlashi optimallashtirilganidan so‘ng qurilmaning umumiy diagnostika samaradorligi oshdi. Monitoring interfeysi real vaqt rejimida vibratsiya signallarini vizual ko‘rinishda berib, spektral va statistik ko‘rsatkichlar asosida holat indeksini generatsiya qildi. Elektr uzatish, shovqin himoya va modul integratsiyasi talablari bajarilganda tizim uzluksiz va barqaror ishladi.

3.6. Kalibrlash va sinovdan o‘tgan aniqlik darajasi

Kalibrlash bosqichida signal og‘ishlari kompensatsiya qilindi, sensorlarning metrologik xatoliklari minimal darajaga tushirildi. Kalibrlashdan keyingi sinovlarda o‘lchash xatoligi 2–4% diapazonda bo‘lib, laboratoriya uskunalari uchun qoniqarli aniqlik darajasini ta’minladi. Sensorlarning uzoq muddatli ishlashi davomida o‘lchov barqarorligi saqlanib, tizimning ishonchlilik ko‘rsatkichlari $(MTBF, R(t), \lambda(t))$ ijobiy tendensiyani ko‘rsatdi.

4.MUHOKAMA VA NATIJALAR

Laboratoriya sharoitida ishlab chiqilgan vibratsiya sensori asosidagi tizimning natijalari sensor texnologiyalarining zamonaviy talablarga javob

ISSN 3030-3907

berishini va vibratsion diagnostika yondashuvlari laboratoriya hamda sanoat muhitida yuqori samaradorlik bilan qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatdi. Sensorlarning turli mexanik yuklamalardagi javoblari o‘rtasidagi farqlanishlar ushbu texnologiyaning moslashuvchanligini tasdiqlaydi. Piezoelektrik sensor keng chastota diapazonida barqaror sezgirlik ko‘rsatgan bo‘lsa, kapasitif sensor past chastotalarda yuqori aniqlik bilan tebranishlarni qayd etishi mumkinligi aniq bo‘ldi. Induktiv sensorning elektromexanik obyektlardagi qo‘llanish uchun qulayligi tizimning umumiy funksional imkoniyatini kengaytirdi.

Signalni qayta ishlash bosqichlari qurilma samaradorligining asosiy omillaridan biri bo‘lib, filtratsiya, spektral tahlil va wavelet asosidagi tozalash algoritmlarining birgalikda qo‘llanishi vibratsiya signallaridan foydali axborotni aniq ajratib olish imkonini berdi. Spektral cho‘qqilarning ravshanligi, statistik parametrlarning o‘zgarishlari va anomaliyalar aniqlanishidagi aniqlik tizimning diagnostika sifatini ishonchli darajada oshirdi. Bu yondashuv tebranish signallarida yashirin hodisalarni aniqlashda kombinatsiyalangan algoritmlarning afzalliklarini tasdiqlaydi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, integratsiyalangan laboratoriya qurilmasi nafaqat o‘lchash aniqligi, balki ishlash barqarorligi bo‘yicha ham yuqori darajada samarali. Uzoq muddatli sinovlarda driftning kamligi va takroriy o‘lchovlarning 95% darajada mos kelishi qurilmaning metrologik barqarorligini tasdiqlaydi. Sensorlarning o‘zaro integratsiyasi, kuchaytirish moduli va raqamli tahlil bloklarining sinxron ishlashi tizimning asosiy ustunliklaridan biri hisoblanadi.

Diagnostika bosqichida anomaliyalarni aniqlashning 87–92% aniqlikka erishgani signal sifatining yetarlicha yuqori ekanini va threshold hamda statistik modellarning samarali ishlashini ko‘rsatdi. RMS, crest factor va kurtosis kabi ko‘rsatkichlarning kombinatsiyada qo‘llanishi turli mexanik nuqsonlarni differensial tahlil qilish imkonini berdi. Bunday yondashuv vibratsiya monitoringi uchun universal diagnostika mexanizmini shakllantiradi.

Shu bilan birga, tizimning ayrim cheklovlari ham mavjud. Xususan, yuqori amplitudali, past chastotali tebranishlar kuchaytiruvchi modullarni to‘liq yuklashi yoki ADC diapazonini chegaralashi mumkin. Shuningdek, impulsiv shovqinlarning to‘liq bostirilishi uchun yanada murakkab wavelet funksiyalarini qo‘llash yoki chuqur o‘rganish asosidagi signal rekonstruksiyasi algoritmlarini tatbiq etish tavsiya etiladi. Real vaqtli ishlov berishning murakkablashishi mikrocontroller resurslariga qo‘shimcha yuk keltiradi, bu esa apparat modernizatsiyasini talab qilishi mumkin.

Kelajakdagi tadqiqotlar vibratsiya signallariga qo‘llaniladigan sun’iy intellekt modellari, adaptiv filtratsiya usullari, sensorlarning o‘z-o‘zini diagnostika qilish algoritmlari va raqamli egizak (digital twin) texnologiyalari bilan

ISSN 3030-3907

birlashtirilgan kompleks tizimlarni yaratishga qaratilishi maqsadga muvofiqdir. Bunday yondashuvlar vibratsion monitoring tizimlarining nafaqat laboratoriya, balki murakkab sanoat muhitida ham yuqori samaradorlik bilan ishlashini ta’minlaydi.

5. XULOSA

Vibratsiya sensorlari asosida ishlab chiqilgan laboratoriya qurilmasining tajribaviy baholanishi ushbu texnologiyaning mexanik tizimlar holatini monitoring qilish, jarayonlardagi o‘zgarishlarni aniqlash va potensial nosozliklarni erta tashxislashda yuqori samaradorlikka ega ekanini ko‘rsatdi. Sensorlarning fizik xususiyatlari, o‘lchash diapazoni va sezgirligi turli mexanik sharoitlarda aniq va barqaror natijalar olish imkonini berdi. Piezoelektrik, kapasitif va induktiv sensorlarning qo‘llanishi qurilmaning funksional imkoniyatlarini kengaytirib, laboratoriya sharoitida yuzaga keladigan ko‘p turdagi tebranish hodisalarini ishonchli qayd etish imkonini yaratdi.

Signalni raqamli qayta ishlash bosqichlarida qo‘llangan filtratsiya, Fourier tahlili, wavelet denoising va statistik parametrlar kombinatsiyasi vibratsiya signallaridan yuqori sifatli informatsiya ajratib olishga yordam berdi. Anomaliyalarni aniqlashda erishilgan yuqori aniqlik diagnostika jarayonining ishonchliligini oshirib, vibratsion monitoring yondashuvining laboratoriya qurilmalarida samarali qo‘llanishini tasdiqladi.

Sinov natijalari qurilmaning uzoq muddatli barqarorligi, o‘lchash takrorlanuvchanligi va metrologik aniqligi qoniqarli darajada ekanini ko‘rsatdi. Elektr uzatishdagi tebranishlar, shovqinlar va impulsiv hodisalarning ta’siri kuchaytirish moduli hamda raqamli algoritmlar orqali sezilarli darajada kamaytirildi. Bu laboratoriya va amaliy tajribalarda tizimning ishonchli ishlashini ta’minladi.

Yaratilgan vibratsiya sensori asosidagi qurilma mexanik tizimlarning dinamik xususiyatlarini chuqur o‘rganish, jarayonlarni optimallashtirish va texnik holat monitoring tizimlarini takomillashtirish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi. Kelajakdagi tadqiqotlar sun’iy intellekt modellari, adaptiv filtratsiya, kengaytirilgan diagnostika algoritmlari hamda raqamli egizak texnologiyalari bilan integratsiyani yo‘lga qo‘yish orqali tizimning funksional imkoniyatlarini yanada kengaytirishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rao, S. S. *Mechanical Vibrations*. 6th Edition. Pearson Education, 2018.
2. Inman, D. J. *Engineering Vibration*. Prentice Hall, 2014.
3. Balafas, G., & Kopsinis, Y. “Wavelet-based Denoising Techniques for Vibration Signal Processing.” *Mechanical Systems and Signal Processing*, 52–53 (2015), 401–417.

ISSN 3030-3907

4. Zhu, X. & Zhang, Q. “A Review on Piezoelectric Vibration Sensors and Their Applications.” *Sensors and Actuators A: Physical*, 307 (2020), 111984.
5. Erturk, A., & Inman, D. J. *Piezoelectric Energy Harvesting*. Wiley, 2011.
6. Randall, R. B. *Vibration-based Condition Monitoring*. Wiley, 2011.
7. Ghalia, M. B. “Capacitive Displacement Sensors: Characteristics and Applications.” *Measurement*, 175 (2021), 108998.
8. Zhao, H., Liu, T. “Inductive Sensing Principles for Vibration and Position Monitoring.” *IEEE Sensors Journal*, 19(12), 2019, 4528–4537.
9. He, Q., Wang, J. “Real-Time Fault Detection Using FFT and Statistical Indicators.” *Journal of Sound and Vibration*, 333(10), 2014, 4227–4239.
10. Mallat, S. *A Wavelet Tour of Signal Processing*. 3rd Ed., Academic Press, 2009.
11. Yang, Y., & Nagarajaiah, S. “Vibration-Based Structural Health Monitoring Using Machine Learning.” *Engineering Structures*, 200 (2019), 109666.
12. Timoshenko, S. *Vibration Problems in Engineering*. Wiley, 2017 (Reprint Edition).
13. ISO 10816-1: Evaluation of Machine Vibration by Measurements on Non-Rotating Parts. International Organization for Standardization, 2014.
14. IEC 61260: Electroacoustics – Octave-Band and Fractional-Octave-Band Filters. International Electrotechnical Commission, 2018.
15. Park, C. H., & Choi, J. “Design of a Laboratory Vibration Measurement System Using Modern Sensor Technologies.” *Measurement Science and Technology*, 31(8), 2020, 085010.

ISSN 3030-3907

MASHINASOZLIKDA O‘ZAROALMASHUVCHANLIKNI MOHIYATI VA AVZALLIKLARI

Baxramov Faxridin Xuzriddinovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi t.f.n., dotsenti
E-mail: faxridinbaxramov@gmail.com
Tel: (99)-715-03-64
Komilov A’zamjon Lutfullayevich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Transport muhandisligi va logistika kafedrasi assistenti
E-mail: a’zamjon.komilov88@gmail.com
Tel: (91)-237-48-41
Abdixamidov Nurbek Ural o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi assistenti (PhD)
E-mail: abdixamidov9393@gmail.com
Tel: (94)-693-27-77

Annotatsiya: Bu maqolada mashinasozlikda o‘zaro almashtiriluvchanlik tushunchasi, uning xalqaro standartlar bilan bog‘liqligi hamda ushbu tamoyilda ishlashning operativ, iqtisodiy va sifat jihatlaridagi afzalliklari tahlil qilinadi. Maqolada o‘zaroalmashtiriluvchanlik kontseptsiyasining asosiy elementlari o‘lchovlar material xususiyatlari va texnik hujjatlarning muvofiqligini yoritiladi. Shuningdek, seriyali ishlab chiqarish jarayonlarida modul dizayn va standart qismlar konsepsiyasining roliga to‘xtalib, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, ta’mirlashni soddalashtirish, ehtiyot qismlar zaxirasini boshqarishni optimallashtirish va mahsulot ishonchliligini ta’minlashdagi omillar ko‘rib chiqiladi. Tugallanishida, maqola o‘zaroalmashtiriluvchanlik tamoyilini amaliyotga tatbiq etish bo‘yicha muammolar, usullar va tavsiyalarni taklif qiladi.

Kalit so‘zlar: O‘zaro almashtiriluvchanlik, tolerantlar, seriyali ishlab chiqarish, modul dizayn, ehtiyot qismlar, sifat nazorati, detallar, standartlar, mahsulotlar, mashinasozlik, uzellar.

Аннотация: В данной статье анализируется концепция взаимозаменяемости в машиностроении, её связь с международными стандартами, а также эксплуатационные, экономические и качественные преимущества реализации этого принципа. В статье выделены основные элементы концепции взаимозаменяемости - совместимость размеров, свойств материалов и технической документации. Также рассматривается роль модульной конструкции и концепции стандартных деталей в серийном производстве, рассматриваются факторы, способствующие повышению

ISSN 3030-3907

эффективности производства, упрощению ремонта, оптимизации управления запасами запасных частей и обеспечению надёжности продукции. В заключение статьи предлагаются проблемы, методы и рекомендации по реализации принципа взаимозаменяемости на практике.

Ключевые слова: Взаимозаменяемость, допуски, серийное производство, модульное проектирование, запасные части, контроль качества, детали, стандарты, изделия, машиностроение, узлы.

Abstract: This article analyzes the concept of interchangeability in mechanical engineering, its relationship with international standards, and the operational, economic, and quality benefits of implementing this principle. The article highlights the key elements of the concept of interchangeability—the compatibility of dimensions, material properties, and technical documentation. It also examines the role of modular design and the concept of standard parts in serial production, and considers factors that contribute to increased production efficiency, simplified repairs, optimized spare parts inventory management, and ensure product reliability. The article concludes with discussion of challenges, methods, and recommendations for implementing the principle of interchangeability in practice.

Keywords: Interchangeability, tolerances, serial production, modular design, spare parts, quality control, parts, standards, products, mechanical engineering, assemblies.

Kirish.

Detallarni standartlashtirishda o‘zaroalmashinuvchanlik usulining aniq kelib chiqishi ma’lum emas. Biroq Misr ehromlari o‘lchamlari bir-biriga juda yaqin bo‘lgan bloklardan tashkil topganligi, eramizdan avvalgi XV–XIV asrlarda, ya’ni bundan 2500-2600-yil ilgari Venetsiyada harbiy va savdo kemalari uzluksiz oqim usulida ishlab chiqarilgan o‘zaroalmashinuvchanlik prinsiplari qadimda ham qo‘llanganligidan darak beradi. Sanoatida standartlashtirishda o‘zaroalmashuvchanlik usulining qo‘llanishi birinchi jahon urushidan (1914-1918-yillar) keyin boshlangan. Rossiya va chet mamlakatlardagi ayrim korxonalar almashinadigan detallar va qismlarni konstruksiyalash va ishlab chiqarish sirlarini ochib tashlashga majbur bo‘lishgan. Ko‘p sonli yoki ko‘p nusxali mahsulotlarni seriyalab ishlab chiqarishning shartlaridan biri - bu bir xildagi detallar, uzellar, zahira qismlar va mahsulotlarni o‘zaroalmashtirishga asoslangandir.

O‘zaroalmashinuvchanlik asosiy ma’nosi – bir nomdagi, turdagi va bir xil o‘lchamdagi bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan holda tayyorlangan detallarni, aynan shu nom, turdagi va o‘lchamdagi shunday detal bilan almashtirishga aytiladi. O‘zaroalmashinuvchanlikning asosiy mohiyati mahsulotni katta hajmda, kerakli sifatda va minimal xarajatlar bilan ishlab chiqarishni ta’minlashdir.[1]

ISSN 3030-3907

Masalan: biror bir ob’yektdagi (parmalash dastgohidagi) **X** qismni xuddi shunday X_1, X_2 qismlarga almashtirish tushuniladi (1 – rasm).



1-rasm. O‘zaroalmashuvchanlik mohiyati.

Umumiy olganda mashinasozlikda o‘zaroalmashinuvchanlik tushunchasi quyidagicha:

▪geometrik o‘lchamlar va shakllar bo‘yicha o‘zaroalmashinuvchanlik (detallarning yig‘ilishi);

▪kinematik o‘lchamlar bo‘yicha o‘zaroalmashinuvchanlik, bu mashina va jihozlarni ishchi qismlarining harakatlanish qonunlarini belgilaydi;

▪fizik, texnik o‘lcham bo‘yicha o‘zaroalmashinuvchanlik, detallarning fizik va kimyoviy xossalarini aniqlaydi.

Ishlab chiqarishda o‘zaroalmashinuvchanlikning afzalliklari:

- detallarni konstruksiyalash jarayonini yengillashtiradi;
- ishlab chiqarishda keng ixtisoslashtirish va kooperatsiyalash ta’minlanadi;
- ishlab chiqarishni arzonlashtiradi;
- uzluksiz ishlab chiqarishni tashkillashtirishni ta’minlaydi;

-yig‘ish jarayoni soddalashadi;

-ta’mirlashni osonlashtiradi.

Bugungi kunda ishlab chiqarish jarayonida detallar, agregatlar va mexanizmlarning elementlarini mutlaqo aniq ishlab chiqarish mumkin emas, ba'zan esa kerak emas, chunki o‘ta darajada detallarni aniq tayyorlash uning tannarxini oshishiga olib keladi va iqtisodiy samaradorlik pasayadi. Mutlaqo aniq ishlab chiqarish mumkin emasligi, bu detallarni tayyorlashda ishlov berish xatoligi Δ mavjudligi bilan izohlanib, quyidagicha tavsiflanadi: asbob-uskunalar va texnologik jihozlarning texnik holati, ishlov berish usullari va rejimlari, tayyor materiallarining sifati (material qattiqligining bir xil emasligi), harorat sharoitlari, dastgoh moslama asbob detal (DMAD) tizimida elastik deformatsiyalarning yuzaga kelishi, ishchining malakasi va xatoliklari.

Tokarlik dastgohida detallarning tashqi yuzalarga ishlov berish aniqligigiga ta’sir qiladigan texnologik xatoliklar (2-rasm) ko‘rsatilgan. O‘zaroalmashuvchanlik tamoyillarining bajarilishini ta’minlash uchun muhandis

ISSN 3030-3907

konsrtuktor tomonadan detal yoki buyumlarning texnik hujjatlarida (chizmalarida) ishlab chiqarish jarayonida paydo bo‘ladigan xatoliklarni cheklovchi talablar beriladi. Bunday talablar joizlik (T) ko‘rinishida beriladi, unda texnik hujjat bo‘yicha tayyorlangan ko‘plab nusxadagi detal va buyumlarning xatoligi ΣΔ uning joizligi T dan (talabdan) dan oshmasligi kerak, ya’ni[1, 2]

$$(\Sigma\Delta \leq T) \qquad (1)$$

Detallar elementlarining geometrik aniqligini ta’minlash uchun zarur bo‘lgan aniqlik (joizlik) talablari to‘rt parametr bo‘yicha beriladi:

1) o‘lcham aniqligi;
2) geometrik shakl aniqligi;
3) detal yuzalarining joylashish aniqligi;
4) detal yuzalarining g‘adir-budurligi.

Detallar aniqligini tavsiflovchi ikki hususiyat (joizlik va xatolik) o‘rtasida tub farq mavjud. Joizlik - bu ishlab chiqarish joyi va vaqtiga bog‘liq bo‘lmagan va berilgan texnik hujjatga asosan tayyorlangan bir turdagi detalning ko‘plab namunalarining aniqligiga qo‘yilgan talabni ifodalaydi, xatolik esa – bu aniqlikning yordamchi tavsifidir, bitta namunadagi detalni o‘lchov natijalarini aks ettiradi. Shuning uchun, normallashtirilgan va haqiqiy aniqlikka ajralib turadi.

Normallashtirilgan aniqlik - standart tizimida rashmiylashtirilgan, texnik hujjatlarda yozib qo‘yilgan joizliklar to‘plami.

Haqiqiy aniqlik – bu mahsulotning o‘lchov natijalari orqali aniqlangan barcha haqiqiy og‘ishlarining yig‘indisi asosida baholanadigan aniqlik turidir. U mahsulotning yakuniy sifati va texnik talablariga muvofiqligini ko‘rsatadi.

Ushbu aniqlik darajasi mahsulot ishlab chiqarish jarayonining oxirgi bosqichida – **sinov va tekshirish ishlari** yakunlangach aniqlanadi. Bunda maxsus asbob-uskunalar yordamida mahsulotning belgilangan texnik parametrlariga qanchalik yaqin yoki uzoqligi aniqlanadi.

Ishlab chiqarish va kundalik hayotda o‘zaroalmashinuvchanlik deb ataluvchi hodisa uchraydi. Masalan, Avtomobillar konveyerda yig‘iladi, uning detal va qismlari esa nafaqat boshqa sexda, balki boshqa shahar, hattoki boshqa davlatlarda ham ishlab chiqarilgan bo‘lishi mumkin. Lekin, mazkur detal va qismlar bir-biri bilan hech qanday moslashtirishlarsiz yig‘iladi. Demak, detallarning konstruksiyalarini loyihalash ham ishlab chiqarishda qollaniladigan o‘zaroalmashinuvchanlik deb atalmish tamoyil mavjudligi sababli amalga oshiriladi.

Mashinasozlikda o‘zaroalmashinuvchanlik hozirgi zamon yalpi va seriyalab ishlab chiqarishning asosiy zaruriy shartlaridan biri hisoblanadi. O‘zaroalmashinuvchanlik korxona va zavodlarda mashinalarni yig‘ish ishlarini soddalashtiradi va yuqori ish suratini ta’minlaydi. Bundan tashqari,

ISSN 3030-3907

o‘zaroalmashinuvchanlikning shartlaridan yana biri detallar, uzellar, qismlar va zahiradagi ehtiyot qismlarning geometrik parametrlari o‘ta aniq bo‘lishidir.

Buyumlarni loyihalash, ishlab chiqarish va foydalanishdagi o‘zaroalmashinuvchanlikni ta’minlovchi omillar.

Uzel va detal konstruksiyasiga o‘zaroalmashinuvchanlik quyidagi asosiy talablarni qo‘yadi:

1) uzel va detallarning shaklini soddalashtirish ularni tayyorlashni arzonlashtiradi va kerakli aniqlikda ishlov berishni ta’minlaydi;

2) tutashuvchi o‘lchamlar sonini kamaytirish;

3) chizmada o‘lchamlarni to‘g‘ri qo‘yish va ularning aniqligiga asoslangan talablarni yo‘zish;

4) detalni tayyorlash uchun asoslangan material tanlash.

Loyihachi funksional vazifasiga ko‘ra, mustahkamlikka, bikrlikka, charchashga hisoblab yoki konstruktiv fikrlashlar asosida olinib, GOST 6636- 69 bo‘yicha nominal chiziqli o‘lchamlar qatoridan yaxlitlab olingan o‘lcham, nominal o‘lcham deb ataladi. Detallarni yasash uchun chizma asosiy hujjat hisoblanadi. Chizmaga qoyilgan har qanday o‘lcham (uzunlik, eni diametri va .h.k.) nominal o‘lcham bo‘lib hisoblanadi. Teshik va val uchun nominal o‘lchamlar bir xil yoki bir- biriga teng, ya’ni teshikning nominal o‘lchami (Dn), valning nominal o‘lchami (dn) ga teng (Dn=dn).[1, 3,4]

Nominal o‘lcham hamma vaqt haqiqiy o‘lchamdan farq qiladi, chunki haqiqiy o‘lcham, detalga ishlov berish natijasida hosil bo‘ladi.

Amalda detalga qanday ishlov berish usuli tanlanmasin, bari – bir berilgan nominal o‘lchamni mutloq aniq qilib bo‘lmaydi, shu singari ikkala bir xil o‘lchamga ega bo‘lgan detalni ham ishlab chiqarish mumkin emas.

Bitta dastgohda ishlov berib tayyorlangan to‘p detallarning haqiqiy o‘lchami bir-biridan farq qiladi, chunki haqiqiy o‘lcham, detalga ishlov berish natijasida hosil bo‘ladi. Tayyor detalning o‘lchami haqiqiy o‘lchamdir.

Bitta dastgohda ishlov berib tayyorlangan to‘p detallarning haqiqiy o‘lchami bir-biridan farq qiladi, chunki ularning qiymatiga ishlov berish paytida hosil bo‘lgan xatoliklar ta’sir qiladi.

Haqiqiy o‘lchamlarning sochilishdan qutulish mumkin emas, shuning uchun sochilish zonasi eng katta va eng kichik o‘lchamlar bilan chegaralanadi.

Chekli o‘lchamlar deb- ikki chekka o‘lcham bo‘lib, haqiqiy o‘lcham ular orasida joylashishi yoki ularga teng bo‘lishi lozim.

$$d_{\min} \le d_x \le d_{\max} \quad \text{yoki} \quad D_{\min} \le D_x \le D_{\max} \qquad (1.1)$$

Eng katta chekka o‘lcham — ikki chekka o‘lchamning eng kattasi. Teshik uchun $\mathbf{D_{max}}$, val uchun $\mathbf{d_{max}}$ belgilanadi va quyidagicha aniqlanadi.

ISSN 3030-3907

$$D_{\max} = D_n + ES \ , \qquad d_{\max} = d_n + es \qquad (1.2)$$

Bu yerda: D_n , d_n - teshik va valning nominal o‘lchami;

ES, es - teshik va valning yuqori og‘ishi;

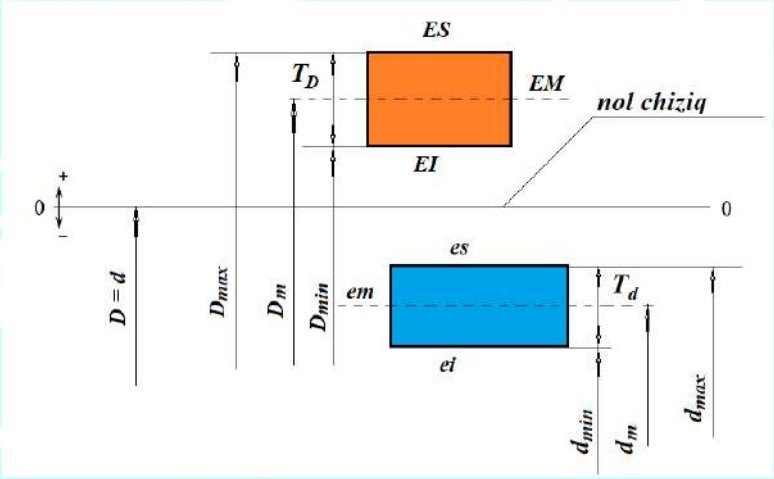
Eng kichik chekka o‘lcham — ikki chekka o‘lchamning eng kichigi. Teshik uchun **D_{min},** val uchun **d_{min}** belgilanadi va quyidagicha aniqlanadi.

$$D_{\min} = D_n + EI \ , \qquad d_{\min} = d_n + ei \qquad (1.3)$$

Bu erda: *EI, ei* - teshik va valning quyi og‘ishi;

O‘lchamning haqiqiy qiymatini chekka o‘lchamlar qiymatlari bilan qiyoslab o‘lcham yaroqliligi haqida xulosa chiqariladi. Undan tashqari, standart o‘tuvchi va o‘tmaydigan chekka o‘lchamlar tushunchalarini joriy qilgan.

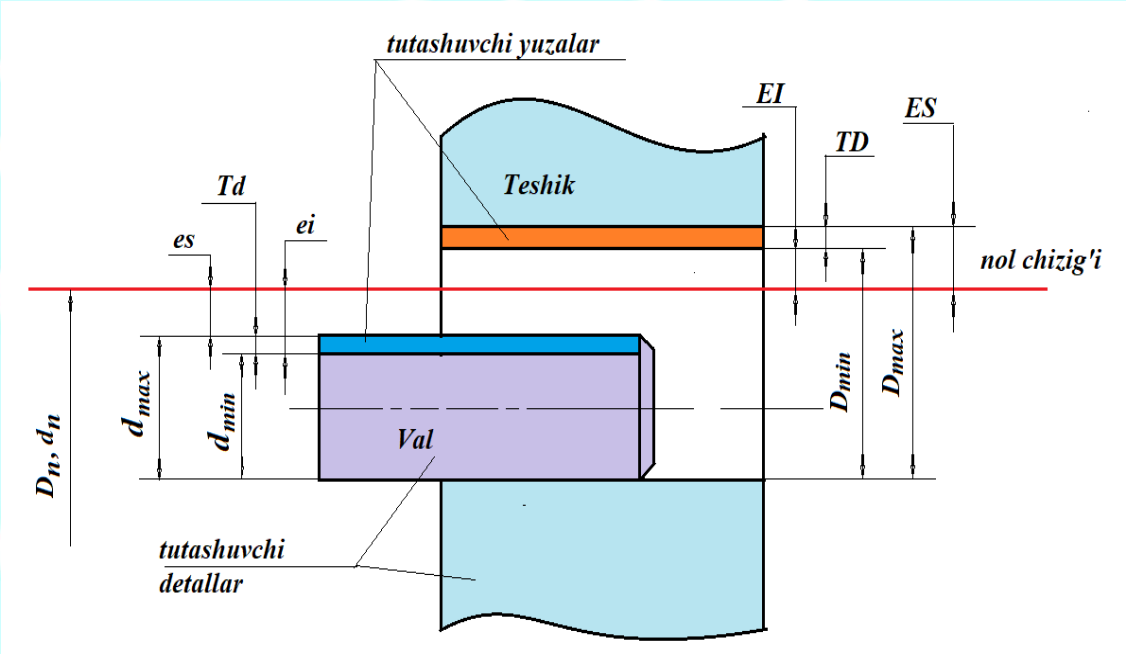
Muhandislik hisob-kitoblarni va birikmalar diagrammasini tahlil qilish og‘ishlarni qo‘llash bilan juda qulaydir. Og‘ishlar nol chiziqqa nisbatan joylashgan. [1,7] Nolinchi chiziqning joylashishi nominal o‘lcham bilan belgilanadi (3-rasm).



3- rasm. Teshik va valning og‘ishlari va joizligi uchun diagramma

Og‘ishlar deb- chekka yoki haqiqiy o‘lchangan o‘lcham bilan nominal o‘lcham orasidagi algebraik farqqa aytiladi. Demak, og‘ish deb nominalga nisbatan o‘lchamning qanchalik farqlanishiga aytiladi (4- rasm).

ISSN 3030-3907



4-rasm. Og‘ishlar va joizliklar aniqlash sxemasi.

Yuqori og‘ish deb- yol qo‘yilgan eng katta chekka va nominal o‘lchamlarning algebraik ayirmasiga teng. Quyidagicha belgilanadi teshik uchun (**ES**), val uchun (**es**).

$$ES = D_{\max} - D_н ; \qquad es = d_{\max} - d_н \qquad (1.4)$$

bu yerda $D_{\max}$ - teshikning eng katta chekka o‘lchami

$d_{\max}$ - valning eng katta chekka o‘lchami

Pastki og‘ish yol qo‘yilgan eng kichik chekka o‘lcham bilan nominal o‘lchamlarning ayirmasiga teng. Quyidagicha belgilanadi teshik uchun (**EI**), val uchun (**ei**).

$$EI = D_{\min} - D_н ; \qquad ei = d_{\min} - d_н \qquad (1.5)$$

bu yerda $D_{\min}$ - teshikning eng kichik chekka o‘lchami;

$d_{\min}$ - valning eng kichik o‘lchami.

Chekka og‘ishlar joizliklar jadvalida mikrometrda, chizmada esa (GOST 2.307-68) – millimetrda qoyiladi.

Ba’zida formulalarning bir xilligi uchun teshik va valning og‘ishlari **ΔS** (teshik va valning yuqori og‘ishi) va **ΔI** (teshik va valning pastki og‘ishi) bilan belgilanadi.

O‘rtacha og‘ish, o‘rtacha o‘lcham va nominal o‘lcham o‘rtasidagi algebraik farq. Quyidagicha belgilanadi teshik uchun (**EM**), val uchun (**em**).

$$EM = D_m - D_n , \qquad em = d_m - d_n \qquad (1.6)$$

bu erda:

ISSN 3030-3907

$$D_m = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2}, \qquad d_m = \frac{d_{\max} + d_{\min}}{2} \qquad (1.7)$$

O‘rtacha og‘ish yuqori va pastki og‘ishlarning o‘rtacha qiymati sifatida ham belgilanishi mumkin

$$EM = \frac{ES + EI}{2}, \qquad em = \frac{es + ei}{2} \qquad (1.8)$$

Umumiy formulalarda teshik va val uchun o‘rtacha og‘ishlar bir hil belgi bilan belgilanishi mumkin **Δm** (teshik va valning o‘rtacha og‘ishi).

Detallarning joizlik va joizlik maydoni. Eng katta va eng kichik chekka o‘lchamlar yoki yuqori va pastki og‘ishlar orasidagi algebraik farqning mutloq kattaligiga joizlik deyiladi (rasm).T harfi bilan belgilanadi(lotincha tolerance - joizlik).[6]

Teshik joizligi (T_D)

$$T_D = D_{\max} - D_{\min} \quad \text{yoki} \quad T_D = ES - EI \qquad (1.9)$$

Val joizligi (T_d)

$$T_d = d_{\max} - d_{\min} \quad \text{yoki} \quad T_d = es - ei \qquad (1.10)$$

Oldin ko‘rib chiqilgan 1-6 misollar uchun (1.4-bo‘lim) o‘lchov joizliklari quyidagicha aniqlanadi.

Joizlik ishoraga ega bo‘lmaydi. Bu shunday oraliqki, uning orasida ishga yaroqli detallarning haqiqiy o‘lchami yotadi, ya’ni yaroqli detal o‘lchamlari joylashadi. Bunda:

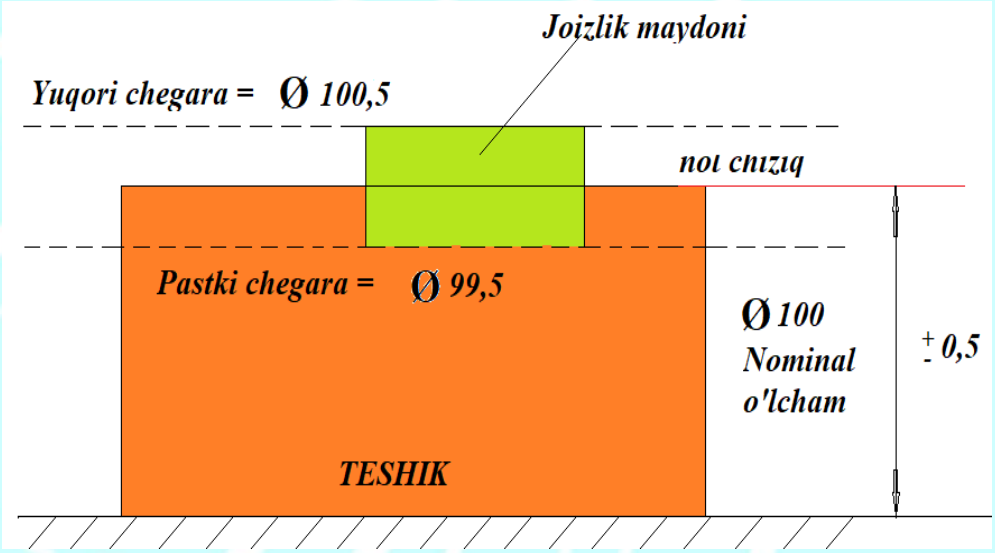
$$d_{\min} \le d_x \le d_{\max} \quad \text{yoki} \quad D_{\min} \le D_x \le D_{\max} \qquad (1.11)$$

bo‘lishi kerak.

Joizlik detalning tayyorlanish aniqligini ifodalaydi, ya’ni joizlik qiymati qanchalik kichik bo‘lsa, detal shuncha yuqori aniqlikda tayyorlangan yoki aksincha hisoblanadi.

Soddalashtirish uchun joizlik grafik usulida joizlik maydonlari shaklida tasvirlanadi. Masalan: yuqoridagi misollardan 6- misolni grafik usulda tasvirlaymiz (5- rasm).

ISSN 3030-3907



5-Rasm. Joizlikning grafik usulida tasvirlanishi

Joizlik maydoni, yuqori va quyi og‘ishlar bilan cheklangan maydon.

Joizlik maydoni joizlik qiymati va uning nominal o‘lchamiga nisbatan holati bilan aniqlanadi

Joizlik maydoni grafik usulda tasvirlanganda nol chiziqqa nisbatan yuqori va quyi o‘lchamlarni ko‘rsatuvchi ikki chiziq o‘rtasida joylashadi.

Mashinasozlikda o‘zaroalmashuvchanlikni ta’minlash, detallarni aniqligini oshirish, chizmada qo‘yilgan talablarni bajarilishini ta’minlash uchun tizim yaratilgan bo‘lib, bu tizim detallar o‘lchamlari chekka og‘ishlari va standartlashtirilgan joizliklarning qonuniyat bilan qurilgan hamda standart chekka og‘ishlarga ega bo‘lgan teshik va vallar bilan hosil bo‘lgan o‘tqazishlar majmuidir. Tizim zarur bo‘lgan, minimal lekin amaliyotda yetarli mashina detallarini namunaviy birikmalarining joizlik va o‘tqazishlari variantlarini tanlab olish uchun mo‘ljallangan.

Bu tizim birikma hususiyatlarini ta’minlash va birikuvchi detallarga ishlov beruvchi va nazorat qiluvchi asboblarni cheklash uchun xizmat qiladi. Buyum va ularning qismlarini ishlash, o‘zaroalmashuvchanligini ta’minlashga imkon beradi.

Bu tizim hozirgi kunda dunyoning aksariyat davlatlarida (ISOning “Joizliklar va o‘tqazishlar yagona tizimi”) qo‘llaniladi. ISO tizimi milliy tizimlarni unifikatsiyalash (bir xillashtirish) uchun yaratilgan.

Ushbu tizim kesuvchi va o‘lchov asboblarini standartlashtirish, loyihalashni va o‘zaroalmashishga imkon beradi.

Joizliklar va o‘tqazishlar tizimi, hamda SEV a’zolariga yagona bo‘lgan boshqa o‘zaroalmashuvchanlikning asosiy me’yorlari xalqaro masshtabda quyidagicha e’tirof etildi.[7]

- detallar, qismlar va mashinalarning o‘zaroalmashuvchanligi.
- texnik hujjatlarni yagona rasmiylashtirish.

ISSN 3030-3907

- asboblar, kalibrlar va boshqa texnologik jihozlar parkining yagonaligini ta’minlash uchun sharoit yaratadi.

JO‘YaT tizimi quyidagi imtiyozlarga ega bo‘ladi:

- birgalikda bajarilayotgan loyiha – konstruktorlik ishlarining samaradorligi oshadi va loyihalashtirish muddati qisqaradi;
- asboblarning o‘lchamlari, texnologik jihozlar, detallar, qismlar, mashinalar va h.k. ishlab chiqishda xalqaro ixtisoslashtirish va kooperatsiyalashtirishning samaradorligini oshiradi;
- boshqa davlatlarning hujjatlari asosida, masalan, litsenziya asosida ishlab chiqarishni tayyorlash muddatlari qisqaradi.
-xalqaro bozorda Vatanimizda ishlab chiqarilgan mahsulotlarning raqabatbardoshligi oshadi va sotish yengillashadi.
- chetdan keltirilgan dastgohlarni joriy qilish xarajatlari kamayadi.
- tomonlar orasida ilmiy- texnik ayriboshlashni samaradorligi oshadi.
- Bir turdagi mahsulotlar va birikmalar uchun material va ishlov berish usulidan qat’i nazar konstruktorlik talablarining yagona mezonlarini qo‘llash;
- Birikma detallarining har xil materiallar yoki turli usullar bilan tayyorlanganligi holatida ulardagi joizliklar va chekka og‘ishlarning qonuniy o‘zaro bog‘liqligi;
- Turli materiallardan tayyorlangan buyumlarni ishlab chiqarishning turli usullari aniqligini solishtirish;
- Joizliklar va o‘tqazishlar shartli belgilanishining va texnik hujjatlarni rasmiylashtirishning yagonaligi;
- O‘lchamli texnologik uskunalarning unifikatsiyasi;
-Joizlik va o‘tqazishlar tizimini organish va foydalanishning soddaligi.

Tizimning asosiy tamoyillari:

- o‘lchamlar ko‘lami va interveli;
- joizlik birligi;
-aniqlik darajasi;
-teshik va valning joizlik maydoni;
- teshik va val tizimlarida o‘tqazishlar;
-me’yoriy harorat (20 °C);

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki Hozirda bu tizim dunyoning ko‘plab davlatlarida, xususan ISO standartlari doirasida qo‘llaniladi. Tizimning asosiy maqsadi milliy standartlarni birlashtirish va loyihalashda, ishlab chiqarishda, shuningdek texnologik jihozlar va o‘lchov asboblarini bir xilda ishlatishni ta’minlashdir. Ushbu malumotlar O‘zbekiston Respublikasida qabul qilingan Davlat standartiga binoan joizliklar va o‘tqazishlarning yagona tizimi (JO‘YaT) qabul qilingan. Bu tizimi ISO (Xalqaro standartlashtirish tashkiloti)ning tavsiyalariga asoslangan. Natijada, JO‘YaT tizimi ishlab chiqarish va texnik

ISSN 3030-3907

jarayonlarni soddalashtirish, mahsulot sifatini oshirish va xalqaro standartlarga muvofiq bo‘lishini ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. F.X. Baxramov. O‘zaroalmashinuvchanlik, standartlashtirish, texnikaviy o‘lchashlar va sertifikatlashtirish.Toshkent, “Bookmany print”, 2023 yil, 607 bet.
2. Smith J., Brown L. Manufacturing Interchangeability and Standardization Principles. Journal of Mechanical Engineering, 2018, Vol. 45, No. 3, pp. 112-125.
3. Дьяконов А.И. Машиностроительные материалы и стандарты. — М.: Высшая школа, 2008. — 240 с
4. ISO 286-1:2010 Geometrical product specifications (GPS) — ISO system of limits and fits — Part 1: Bases of tolerances, deviations and fits.
5. Ibragimov A. Mashinasozlikda o‘zaroalmashinuvchanlik va aniqlik. Toshkent: “O‘zbekiston Poligrafiya”, 2018. — 220 bet.
7. Ржевский В.В. Технология машиностроения: Учебник. — М.: Изд-во МГТУ, 2015. — 400 с.
8. F.X. Baxramov va boshqalar. Metrologiya, standartlashtirish va o‘zaro almashinuvchanlik. Darslik, T., 2021.
9. *www.ziyonet.uz* – O‘zbekiston Respublikasi ta’lim portali.

ISSN 3030-3907

CHEMICAL STRATEGIES FOR TERMITE CONTROL: TOXICANTS, REPELLENTS, GROWTH REGULATORS, AND EMERGING APPROACHES

Ulugbek Togaev
Engineering faculty, CAU Central Asian University in Tashkent, Uzbekistan, 264 Milliy, bog St, 111221, Tashkent, Tashkent Region
Abboskhon Turaev
Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Science of Uzbekistan, Tashkent, M.Ulugbek 83,100125, Uzbekistan
Alimjan Matchanov
Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Science of Uzbekistan, Tashkent, M.Ulugbek 83,100125, Uzbekistan
Toshov Khamza
National University of Uzbekistan, University Street 4, 100174, Tashkent, Tashkent

Abstract. Termites remain among the most destructive structural pests due to their cryptic behavior, cellulose-dependent diet, and efficient social organization. Their ability to degrade lignocellulosic materials is supported by a sophisticated digestive system involving symbiotic protozoa and bacteria in lower termites and endogenous enzymes with bacterial fermentation in higher termites. As a result, susceptible woods with low lignin content, such as poplar and willow, experience rapid internal damage, while resinous woods like pine and juniper show natural resistance through terpenoid-based repellency. Modern termite management relies increasingly on chemical strategies that target key physiological pathways, including neurotoxicity, gut disruption, metabolic inhibition, and chitin-synthesis interference. Non-repellent termiticides such as fipronil, neonicotinoids, chlorfenapyr, and benzoylurea-based insect growth regulators are the most effective for colony-level suppression because they permit normal foraging and facilitate horizontal transfer through grooming and trophallaxis. In contrast, repellent compounds (pyrethroids, terpenoids, phenolics, borates at high doses) provide surface protection but cannot eliminate colonies. Comparative analysis of slow-acting agents highlights noviflumuron and hexaflumuron as optimal bait toxicants due to their delayed mortality and high distribution potential, whereas fipronil remains the most potent broad-spectrum chemical. Overall, integrating non-repellent toxicants with wood selection, environmental modification, and continuous monitoring provides the most reliable foundation for long-term termite control.

Key words: Termite control; non-repellent termiticides; insect growth regulators (IGRs); bait systems; wood susceptibility

ISSN 3030-3907

Аннотация. Термиты по-прежнему остаются одними из самых разрушительных вредителей древесины из-за их скрытного образа жизни, питания, основанного на целлюлозе, и высокоорганизованной социальной структуры. Их способность разлагать лигноцеллюлозные материалы обеспечивается сложной пищеварительной системой: у низших термитов она включает симбиотических простейших и бактерий, а у высших термитов — эндогенные ферменты в сочетании с бактериальной ферментацией. В результате породы древесины с низким содержанием лигнина, такие как тополь и ива, быстро подвергаются внутреннему разрушению, тогда как смолистые породы, например сосна и можжевельник, демонстрируют естественную устойчивость благодаря терпеноидам, обладающим репеллентным действием. Современные системы борьбы с термитами в растущей степени опираются на химические стратегии, направленные на ключевые физиологические пути, включая нейротоксическое воздействие, нарушение работы кишечника, угнетение метаболизма и блокирование синтеза хитина. Наиболее эффективными для подавления колонии являются нере пеллентные термитицида, такие как фипронил, неоникотиноиды, хлорфенапир и регуляторы роста насекомых на основе бензоилмочевин, поскольку они не нарушают обычное поведение при поиске корма и способствуют горизонтальному переносу токсиканта через груминг и трофоллаксис. Напротив, репеллентные соединения (пиретроиды, терпеноиды, фенольные вещества, бораты в высоких концентрациях) обеспечивают лишь поверхностную защиту и не способны полностью ликвидировать колонию. Сравнительный анализ медленно действующих средств выделяет новифлумурон и гексафлумурон как оптимальные токсиканты для приманок благодаря их отсроченной смертности и высокому потенциалу распределения в колонии, тогда как фипронил остаётся наиболее мощным широкоспектральным химическим агентом. В целом, сочетание нере пеллентных токсикантов с правильным выбором древесины, модификацией условий среды и постоянным мониторингом создаёт наиболее надёжную основу для долгосрочного контроля численности термитов.

Ключевые слова: борьба с термитами; нерепелентные термитициды; регуляторы роста насекомых; приманочные системы; восприимчивость древесины.

Annotatsiya. Termitlar o‘zlarining yashirin hayot tarzi, sellyuloza bilan oziqlanishi va yuqori darajada tashkil topgan ijtimoiy tuzilmasi tufayli hanuzgacha yog‘och uchun eng vayronkor zararkunandalardan biri bo‘lib qolmoqda. Ularning ligno-sellyulozali materiallarni parchalash qobiliyati bo‘lganligi uchun murakkab hazm qilish tizimi bilan ta’minlanadi: quyi termitlarda bu tizim simbiotik bir

ISSN 3030-3907

hujayrali hayvonlar va bakteriyalarni o‘z ichiga oladi, yuqori termitlarda esa endogen fermentlar bakterial fermentatsiya bilan birgalikda ishlaydi. Natijada, lignin miqdori past bo‘lgan daraxt turlari, masalan tol va terak, ichki tomondan tezda yemiriladi, smolali turlar masalan, qarag‘ay va archa esa repellent xususiyatga ega terpenoidlar tufayli tabiiy chidamlilik namoyon etadi. Termitlarga qarshi zamonaviy kurash tizimlari tobora ko‘proq neyrotoksik ta’sir etish, ichak faoliyatini izdan chiqarish, metabolizmni susaytirish va xitin sintezini bloklash kabi asosiy fiziologik yo‘llarni nishonga oluvchi kimyoviy strategiyalarga tayanmoqda. Termitlar koloniyasini yuqotish uchun eng samarali vositalar norepellent termititsidlar bo‘lib, ularga fipronil, neonikotinoidlar, xlorfenapir hamda benzoylmochevina hosilalariga asoslangan moddalar kiradi; ular odatdagi oziq qidirish xatti-harakatini buzmaydi va toksikantning gorizontal tarzda tarqalishiga ya’ni parvarish (grooming) va trofallaksis orqali uzatilishiga yordam beradi. Aksincha, repellent birikmalar (piretroidlar, terpenoidlar, fenolik moddalar, yuqori konsentratsiyadagi boratlar) faqat yuzaki himoya yaratadi, xolos, va koloniyani to‘liq yo‘q qilishga qodir emas. Sekin ta’sir etuvchi preparatlarning Natijalar tahlili noviflumuron va geksaflumuronni termitlar o‘limining kechikkanligi hamda koloniyada keng tarqalish salohiyati tufayli tuzoq tarkibi uchun optimal toksikantlar sifatida ajratib ko‘rsatadi, fipronil esa hanuz eng kuchlisi, keng ta’sir doirasiga ega kimyoviy modda bo‘lib qolmoqda. Umuman olganda, norepellent moddalar mos yog‘och turlarini tanlash, muhit sharoitlarini optimallashtirish va doimiy monitoring bilan birgalikda qo‘llash termit populyatsiyasini uzoq muddatli nazorat qilish uchun eng ishonchli asosni yaratadi.
Kalit so‘zlar: termitlarga qarshi kurash; norepellent termititsidlar; hasharot o‘sishini boshqaruvchi preparatlar; tuzoq tizimlari; yog‘ochning termirlarga chidamliligi.

Introduction

Termite damage results from the continuous collective activity of worker termites, which are responsible for feeding, tunneling, excavating, and expanding galleries inside wood while maintaining social interactions such as food transfer, grooming, and debris removal [1]. These workers digest cellulose and hemicellulose using a highly specialized digestive system that relies on symbiotic protozoa and bacteria in lower termites and endogenous enzymes plus bacterial fermentation in higher termites. As termites feed, they hollow wood from the inside, leaving a thin outer layer intact, which makes early detection extremely difficult [2]. Their salivary enzymes, mandibular secretions, and gut-derived acids soften the lignocellulosic matrix, allowing efficient breakdown of cellulose into simple sugars, while lignin-rich residues remain behind as frass or structural debris. Subterranean species, including *Anacanthotermes*, build protective mud tubes that

ISSN 3030-3907

preserve moisture and allow hidden access to wooden structures, enabling them to attack beams, floors, and foundations without surface damage [3-4]. Termites digest wood by targeting its two main polysaccharide components, cellulose and hemicellulose, which together make up the majority of the structural carbohydrate fraction, while leaving behind lignin-rich residues, partially digested fibers, and compact frass depending on the species. In lower termites, cellulose digestion depends heavily on their obligate hindgut symbionts, a complex community of protozoa and bacteria that mediate enzymatic hydrolysis through endoglucanases, cellobiohydrolases, and β-glucosidases, enabling efficient conversion of crystalline cellulose into utilizable sugars. Higher termites, which no longer possess protozoa, rely instead on a combination of endogenous termite-derived cellulases and specialized bacterial fermentation pathways in the hindgut to break down cellulose and hemicellulose[5-6]. Through these coordinated enzymatic mechanisms, termites progressively degrade the wood matrix, altering its structural integrity and facilitating further tunneling and feeding activity. Poplar and willow are the most termite-susceptible woods due to their soft structure and low lignin, while resinous woods like pine and juniper are the most resistant because their terpenoids act as natural repellents and gut disruptors.

Materials and Methods

This study was conducted as a structured analytical review based on published scientific literature, patents, and regional reports describing termite biology, wood susceptibility, and chemical control strategies, with sources collected from Web of Science, Scopus, Google Scholar, and national Uzbek publications. Data on wood resistance were compiled by comparing reported lignin content, fiber density, moisture permeability, and natural chemical defenses such as terpenoids, tannins, and phenolic extractives, allowing classification of wood species by susceptibility to termite feeding. Information on chemical control agents was organized by physiological mode of action, including neurotoxic compounds (fipronil, neonicotinoids, pyrethroids), digestive-system disruptors (borates, enzyme inhibitors), metabolic toxicants (chlorfenapyr, hydramethylnon), and chitin-synthesis inhibitors (hexaflumuron, noviflumuron, diflubenzuron). Repellent and non-repellent chemicals were compared by analyzing studies reporting termite behavioral responses, feeding deterrence, tunneling avoidance, and horizontal transfer efficiency. Toxicity values (LC50), onset time, and mortality progression for slow-acting termiticides were extracted from laboratory and field bioassays described in the literature, enabling creation of standardized comparisons for Table 2 and Graph 1. All tabular and graphical summaries were generated by consolidating qualitative and quantitative information from the

ISSN 3030-3907

reviewed sources to provide a unified assessment of chemical strategies for termite control.

Results

The extent and pattern of structural damage caused by termites varies depending on the chemical composition and physical properties of the wood they attack, with softwoods such as Populus, Salix, and Morus being the most vulnerable due to their low lignin content, high moisture permeability, and easily penetrable fibers that allow rapid gallery excavation and high feeding rates.

Table-1.

Ranking of Wood Species from Most Susceptible to Most Resistant to Termite Feeding

Rank	Tree Species	Scientific Name	Susceptibility Level	Why Termites Prefer / Avoid It
1	Poplar	*Populus spp.*	**Very High**	Very low lignin, soft fibers, low tannins, high moisture — easiest wood for termites.
2	Willow	*Salix spp.*	**Very High**	Soft, moist, weak structural fibers; minimal chemical defenses.
3	Mulberry	*Morus alba*	**High**	Moderately soft; digestible cellulose; low resin content.
4	Apricot	*Prunus spp.*	**Moderate–High**	Soft sapwood; easy to penetrate; moderate phenolics.
5	Elm	*Ulmus spp.*	**Moderate**	Harder, denser fibers; some tannins; feeding occurs but slowly.
6	Walnut	*Juglans regia*	**Moderate**	Phenolic compounds and dense structure provide partial resistance.
7	Birch	*Betula spp.*	**Moderate–Low**	High lignin; bark with betulin; repellent extractives limit feeding.

In contrast, hardwoods such as Ulmus, Juglans, and Quercus are more difficult for termites to penetrate because of their denser structure, higher fiber cross-linking, and greater concentrations of tannins and phenolic extractives, which slow tunneling and limit feeding, so damage in these woods generally progresses

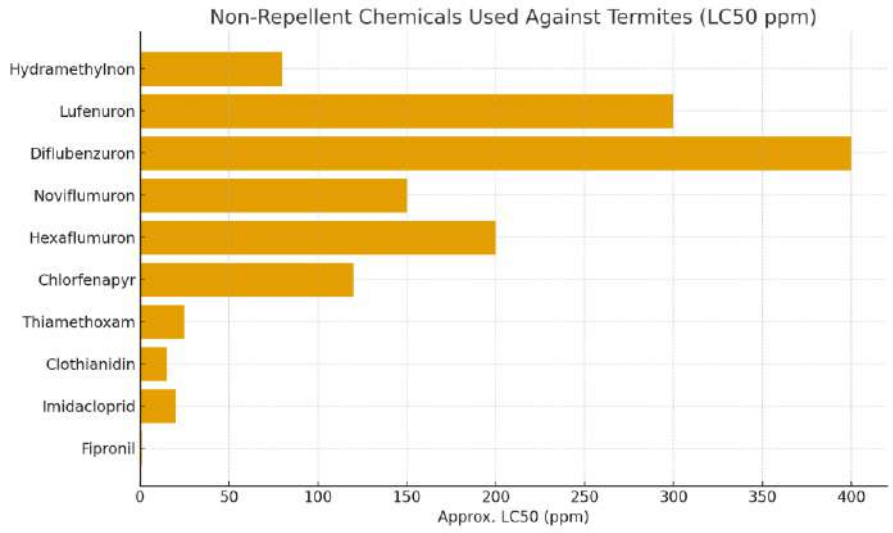
ISSN 3030-3907

more slowly and is most severe in areas with elevated moisture levels. Resinous woods like Pinus and Juniper exhibit natural chemical defenses, particularly terpenoids and resin acids, which act as repellents that discourage worker feeding and inhibit microbial symbionts, meaning that noticeable damage occurs primarily in older, weathered wood where resin content has diminished and the deterrent compounds have oxidized or evaporated. Controlling termites requires an integrated approach that combines chemical, biological, physical, and behavioral strategies to disrupt their feeding[7-8], reproduction, and colony organization, with modern programs emphasizing non-repellent toxicants, growth regulators, and bait systems rather than broad-spectrum surface insecticides. The most effective control method globally is the use of non-repellent termiticides such as fipronil, imidacloprid, chlorfenapyr, and noviflumuron in soil treatments or bait matrices, because these compounds allow termites to continue normal foraging and social interactions, enabling horizontal transfer through grooming, trophallaxis, and cannibalism until the entire colony collapses. Soil-applied barriers provide long-term protection by creating treated zones that worker termites pass through unknowingly, while bait systems target foragers using slow-acting toxicants that are shared throughout the colony, ultimately killing the queen and preventing replacement reproductives from emerging. Physical control methods, including moisture reduction, wood replacement, improved ventilation, removal of cellulose debris, and installation of concrete or metal barriers, help reduce termite access and make structures less attractive. Biological control approaches, such as the use of entomopathogenic fungi, nematodes, or plant-derived secondary metabolites, offer environmentally safer alternatives but are less reliable in the field because termites exhibit strong hygienic behaviors that limit pathogen establishment. In addition, incorporating natural termite-resistant woods like pine, juniper, or oak, and using pressure-treated timber with borates or copper compounds, can prevent infestations in construction. Because termites are cryptic and socially complex insects, successful long-term management depends on early detection, correct species identification, targeted application of non-repellent toxicants, and continuous monitoring of bait stations or soil barriers to ensure that foraging pressure and colony activity are eliminated rather than temporarily suppressed.

Chemical control of termites is strongly influenced by whether a compound is repellent or non-repellent, because repellency prevents feeding and contact while non-repellent toxicants allow termites to forage normally and therefore achieve colony-level elimination through horizontal transfer. Non-repellent termiticides such as fipronil, imidacloprid, clothianidin, thiamethoxam, chlorfenapyr, hexaflumuron, noviflumuron, diflubenzuron, and hydramethylnon are the foundation of modern termite management because they do not trigger avoidance

ISSN 3030-3907

behavior, enabling workers to ingest or contact low doses and then spread the toxicant to nestmates through grooming, trophallaxis, and cannibalism, eventually killing the queen and disrupting colony structure. In contrast, repellent compounds including pyrethroids (cypermethrin, permethrin, bifenthrin, deltamethrin), essential oils and plant terpenoids (thymol, eugenol, citronella, α-pinene, limonene), phenolic extractives such as tannins and flavonoids, birch-derived betulin, creosote, tar oils, copper salts, and high concentrations of borates cause termites to avoid treated substrates altogether, reducing feeding and preventing any exchange of toxins within the colony; these materials are therefore suitable for surface wood protection or soil barriers but ineffective for bait systems aimed at complete colony eradication. Because termite foraging success depends on undisturbed behavioral patterns, the non-repellent class remains the most effective for deep colony control, while repellents serve primarily as protective deterrents rather than curative treatments.



Graph 1. Non-Repellent Chemicals Used Against Termites (LC50 ppm)

Graph 1. The horizontal bar graph illustrates the relative toxicity of major non-repellent chemicals used in termite control by comparing their approximate LC50 values (expressed in ppm)**.** Lower LC50 values indicate higher potency, meaning a smaller concentration is required to kill 50 percent of exposed termites. Among all the compounds shown, fipronil demonstrates the highest toxicity, with an LC50 near 1 ppm, making it one of the most effective non-repellent toxicants for both soil treatments and bait systems. Neonicotinoids such as imidacloprid**,** clothianidin**,** and thiamethoxam fall in the moderate-potency range, requiring 10–30 ppm to achieve similar mortality levels. Chlorfenapyr, a metabolic toxin, shows slower and less potent activity with LC50 around 120 ppm. Insect growth regulators such as hexaflumuron, noviflumuron**,** diflubenzuron**,** and lufenuron require higher concentrations (150–400 ppm) because they act by disrupting molting rather than causing rapid toxicity; however, they remain extremely

ISSN 3030-3907

effective in bait stations due to their non-repellent nature and their ability to gradually eliminate entire colonies. Hydramethylnon falls in the intermediate range with an LC50 of approximately 80 ppm. Overall, the graph clearly shows that non-repellent termiticides vary widely in potency, but all share the critical advantage of allowing termites to continue normal foraging and social interactions, making them suitable for colony-level suppression and long-term structural protection. Modern termite control relies on three major classes of chemical compounds distinguished by their physiological targets: neurotoxic agents, digestive-system disruptors, and chitin-synthesis inhibitors. Neurotoxic insecticides act on the termite nervous system and represent some of the most widely used chemicals in both soil treatments and bait systems; these include phenylpyrazoles such as fipronil, which blocks GABA-gated chloride channels and leads to uncontrolled neuronal excitation, and neonicotinoids like imidacloprid, clothianidin, and thiamethoxam, which bind nicotinic acetylcholine receptors and produce overstimulation followed by paralysis. Pyrethroids, although highly effective sodium-channel modulators, are generally repellent and therefore used only as barriers rather than for colony elimination. Digestive-system targeting compounds function by damaging the termite gut lining or disrupting the microbial symbionts that are essential for cellulose digestion in lower termites; boric acid and low-dose borates, for example, cause gradual gut erosion and kill hindgut protozoa, leading to starvation, while certain essential oils and plant terpenoids inhibit cellulolytic enzymes or disrupt symbiotic microbiota. This mode of action creates a slow, progressive decline in worker survival and nutrition. The third major group comprises chitin-synthesis inhibitors (CSIs) or insect growth regulators such as hexaflumuron, noviflumuron, diflubenzuron, and lufenuron, which prevent proper formation of the termite cuticle during molting; because workers die only when they attempt to molt, these compounds act extremely slowly, often requiring 20–60 days for colony-level effects, yet their non-repellent nature and delayed mortality make them ideal for bait stations and long-term colony suppression. Together, these three categories form the core of chemical termite management, each offering different levels of speed, transfer potential, and suitability depending on whether the goal is immediate structural protection or complete colony elimination.

Chemical compounds used against termites act by a few well-defined physiological routes: neurotoxic agents (e.g., pyrethroids, neonicotinoids, fipronil) disrupt nerve signalling pyrethroids hold insect voltage-gated sodium channels open causing repetitive firing and paralysis, neonicotinoids bind nicotinic acetylcholine receptors producing overstimulation, and fipronil blocks GABA-gated chloride channels leading to uncontrolled neuronal excitation; these are typically fast-acting on contact or after ingestion and cause convulsions and rapid

ISSN 3030-3907

incapacitation. Metabolic/respiratory disruptors (e.g., chlorfenapyr) uncouple oxidative phosphorylation in mitochondria, producing delayed mortality and reduced activity that can aid horizontal transfer if mortality is slow. Chitin-synthesis inhibitors and insect growth regulators (benzoylureas such as diflubenzuron, noviflumuron, hexaflumuron and related compounds) interfere with chitin biosynthesis or molting processes—they do not cause immediate paralysis but prevent proper cuticle formation at ecdysis, producing delayed death of larvae/worker stages and colony-level collapse over time. Digestive-system targeting approaches include compounds or biological agents that inhibit cellulolytic enzymes or disrupt the termite gut symbionts (protozoa and bacteria) required for cellulose digestion, leading to starvation, slowed development and impaired nutrition; examples include some enzyme inhibitors and microbial/entomopathogenic treatments that alter gut community function. Repellents and feeding deterrents (essential oils, terpenoids, tannins, some phenolics) act primarily by sensory disruption or unpleasant taste and so reduce bait uptake useful for barriers but counterproductive for baiting strategies. For practical control the choice of mode matters: non-repellent, slow-acting toxicants or growth regulators are preferred in baits (they allow trophallaxis and horizontal transfer), whereas repellents and fast-knockdown contact neurotoxins are useful for barriers and immediate protection but can prevent colony exposure. Finally, environmental persistence, non-target toxicity and latency (fast vs delayed mortality) must be considered when selecting an active ingredient: delayed-action metabolic inhibitors and chitin synthesis inhibitors favor colony-level effects, whereas neurotoxins give rapid knockdown but less chance for within-colony spread.

Table-2.

Slow-Acting Termiticide Classes and Their Effective Time to Kill

Chemical / Class	Mode of Action	Onset of Effect (days)	Significant Mortality (days)	Notes
Hexaflumuron	Chitin synthesis inhibitor (IGR)	7–14 days	25–60 days	Classic slow-acting bait toxicant; deaths occur only at molt.
Noviflumuron	Chitin synthesis inhibitor	5–10 days	20–45 days	Faster than hexaflumuron; industry

ISSN 3030-3907

				standard for baits.
Diflubenzuron	Chitin inhibitor	10–20 days	30–60 days	Very slow; requires high dose; full colony collapse is late.
Lufenuron	Chitin inhibitor	7–15 days	25–50 days	Moderately slow; effective in dry baits.
Chlorfenapyr	Mitochondrial uncoupler	3–7 days	10–21 days	Slow, non-repellent; ideal for soil and some bait systems.
Hydramethylnon	ATP synthesis inhibitor	2–5 days	10–20 days	Slow ingestion toxicant; widely used in ant baits.
Fipronil (low dose)	GABA blocker	1–3 days	3–7 days	NOT a true slow IGR, but slow enough at low ppm to allow transfer.
Imidacloprid (low dose)	nAChR agonist	1–4 days	4–10 days	Moderately delayed action; supports moderate horizontal transfer.
Boric acid (low dose)	Gut lining damage + protozoa kill	3–7 days	7–20 days	Sublethal/slow at <0.5%; high doses become repellent.

ISSN 3030-3907

Entomopathogenic fungi (e.g., Metarhizium)	Internal fungal infection	4–10 days	10–25 days	Slow and unstable due to termite grooming behavior.

The table highlights that insect growth regulators (IGRs) such as hexaflumuron, noviflumuron, diflubenzuron, and lufenuron act exclusively during molting, resulting in the slowest onset of activity, typically appearing between 7 and 20 days after exposure, with substantial mortality occurring only after 20 to 60 days. These compounds are ideal for bait systems because their extreme delay allows continuous foraging and extensive horizontal toxicant transfer before any visible decline in the worker population. Metabolic poisons such as chlorfenapyr and hydramethylnon exhibit intermediate rates of action, with physiological impairment emerging in 2 to 7 days and major mortality between 10 and 21 days, making them effective in systems that require delayed yet predictable suppression. Low-dose neurotoxicants like fipronil and imidacloprid can behave as semi-slow toxicants when applied at very low concentrations, producing symptoms after 1 to 4 days and notable mortality within 3 to 10 days, which is sufficient for limited horizontal transfer while avoiding rapid knockdown. Compounds that disrupt gut physiology, such as boric acid, initiate effects between 3 and 7 days, with progressive mortality over 7 to 20 days, reflecting the time needed to damage gut lining and kill symbiotic protozoa required for cellulose digestion. Biological agents including entomopathogenic fungi show similar delayed activity because termites' grooming behavior initially suppresses infection before systemic colonization occurs. Overall, Table 2 demonstrates that the degree of delay in toxic action varies strongly among chemical classes, and this delay is crucial for determining whether a compound is suitable for bait systems, colony elimination, or structural barriers.

Discussion

Among all insecticidal compounds used for termite control, a few stand out as clear leaders because of their exceptional potency, non-repellency, and proven ability to eliminate entire colonies, with fipronil widely considered the strongest overall due to its ultra-low effective dose, dual contact and ingestion toxicity, and outstanding horizontal transfer that allows it to spread through worker–worker, grooming, and cannibalism pathways. Noviflumuron is regarded as the most effective bait toxicant because it is completely non-repellent, causes no behavioral changes, and kills only during molting, giving it a very long delay period that maximizes toxicant distribution before mortality occurs, making it the gold standard for commercial bait systems. Chlorfenapyr is another top performer

ISSN 3030-3907

because it acts as a mitochondrial uncoupler, producing a slow and silent metabolic collapse that avoids early detection and enables deep colony penetration, especially in conditions where fipronil degrades. Neonicotinoids such as imidacloprid hold a strong position as economical and reliable non-repellents with moderate onset speeds that support partial horizontal transfer in soil and bait systems, while classic insect growth regulators like hexaflumuron remain highly effective for long-term baiting through gradual colony suppression. Together, these compounds represent the most successful and globally adopted termite toxicants, with fipronil recognized as the most powerful broad-action chemical and noviflumuron as the leading choice for bait-based colony elimination.

Conclusion

Termite management requires a comprehensive understanding of termite biology, wood susceptibility, and the physiological targets of modern chemical compounds, and the collected evidence demonstrates that non-repellent toxicants remain the most effective tools for achieving colony-level elimination. Woods with low lignin and weak structural fibers, such as poplar and willow, are highly vulnerable to infestation, whereas resinous or phenolic-rich species provide natural resistance. Among all chemical classes, non-repellent agents—particularly fipronil, neonicotinoids, chlorfenapyr, and benzoylurea-based insect growth regulators—enable termites to forage normally and facilitate slow, silent horizontal transfer that ultimately collapses colonies, whereas repellent compounds such as pyrethroids, terpenoids, and high-dose borates provide only surface protection without reaching reproductive castes. Slow-acting agents like noviflumuron and hexaflumuron remain the gold standard for baiting due to their delayed mortality and high distribution potential, while fipronil stands out as the most potent broad-spectrum toxicant. Overall, the integration of non-repellent chemicals, selective use of resistant wood materials, environmental modification, and continuous monitoring provides the most reliable and sustainable pathway for long-term termite control and structural protection.

REFERENCES

1. Thakur, H., Agarwal, S., Buček, A., Hradecký, J., Sehadová, H., Mathur, V., Togaev, U., van de Kamp, T., Hamann, E., Liu, R.-H., Verma, K. S., Li, H.-F., Sillam-Dussès, D., Engel, M. S. & Šobotník, J. (2024). Defensive glands in Stylotermitidae (Blattodea, Isoptera) *Arthropod Struct. Dev.* **79**, 101346.

2. Tilyabaev, Z.; Kh, H.; Shakizyanova, G. S.; Togaev, U. R.; Prokofyeva, O. B.; Abdullaeva, L. K. and Babaev, B. N. (2017b). Results of research of some pheromones from insect pest in Uzbekistan. Uzbek Biological Journal, 6:17-22.

ISSN 3030-3907

3. Tilyabayev, Z.; Babaev, B. N.; Haytbaev, H. and Togaev, U. R. (2017a). Application of the chemicals against termites. Scientific discussion (Praha, Czech Republic), 1(7):6-13.

4. Togaev, U.; Turaev, A. S.; Mathur, V.; Tilyabaev, Z.; Zhaloliddinov, F. and Turageldiyev, S. (2024). Innovative strategies for termite management: development and evaluation of effective baits against Anacanthotermes turkestanicus. Biosciences Biotechnology Research Asia, 21(4): 1429-1437.

5. Togaev, U., Rakhmonkulova, A., Sharma, M., Agarwal, S., Turaev, A. S., Tillyabaev, Z., Matchanov, A., Khodja-Akhmedova, K., Ruzmetov, R., Abdullaev, I., & Mathur, V. (2025). Whole Metagenomic Analysis of the Gut Microbiome of Higher Termites (*Microcerotermes turkmenicus* Luppova, 1976) in Uzbekistan. *Acta Microbiologica Bulgarica*, 41(3), 341–346. https://doi.org/10.59393/amb25410308

6. Tilyabaev, Z., B. N. Babaev, H. Khaytbaev, U. R.Togaev (2017). Application of the chemicals against termites. Sci. Discus. 1: 6-13. Togaev, U., K. Toshov, Z. Tilyabaev (2021). Investigation of the attractive properties of compounds in *Anacanthotermes Turkestanicus*. Nat. Volatiles Essent. Oils 8: 12564–12573.

7. Togaev, U., A. S. Turaev, V. Mathur, Z. Tilyabaev, F. Zhaloliddinov, S. Turageldiyev, G. Shakirzyanova, M. Khashimova, K. Rustamov, A. Matchanov (2024). Innovative strategies for termite management: development and evaluation of effective baits against Anacanthotermes turkestanicus. Biotech. Res. Asia 21: 1429-1437. DOI: http://dx.doi.org/10.13005/bbra/3315.

8. Togaev, U. R., Z. Tilyabaev, Kh. Khaitbaev, F. Yu. Jololiddinov, Sh. Turageldiyev (2020). Monoesters of ethylene and diethylene glycols as phagostimulants of anacanthotermes turkestanicus. Acad. Int. Multidiscip. Res. J. 10: 276. https://doi.org/10.5958/2249-7137.2020.00619.9.

ISSN 3030-3907

QAYTA TAYYORLASH VA MALAKASINI OSHIRISH JARAYONLARINI BOSHQARISHGA KO‘MAKLASHUVCHI DASTURIY VOSITALAR TAHLILI

Boynazarov Otabek Murot o‘g‘li
Ichki ishlar vazirligi Malaka oshirish instituti o‘qituvchi
Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: boynazarovotabek0712@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ishda qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlarini boshqarishga ko‘maklashuvchi dasturiy vositalar tahlili amalga oshiriladi. Tadqiqotda ta’lim jarayonini raqamlashtirish, xodimlarning bilim va ko‘nikmalarini yangilashni avtomatlashtirish, o‘quv dasturlarini individuallashtirish hamda o‘qitish jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladigan zamonaviy platformalar imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Mavjud tizimlarning funksional talablari, ularning afzallik va kamchiliklari, shuningdek, malaka oshirish jarayonini rejalashtirish, monitoring qilish va baholashda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan texnologiyalar tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari asosida qayta tayyorlash va malaka oshirish jarayonini yanada samarali boshqarish, raqamli yechimlarni joriy etish va ta’lim sifatini oshirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Kalit so‘zlar. Ta’lim jarayonini boshqarish, onlayn ta’lim, Moodle platformasi, Canvas platformasi, Google Classroom, Microsoft Teams, raqamli ta’lim texnologiyalari, o‘quv jarayonini avtomatlashtirish.

Аннотация. В данной работе проводится анализ программных средств, способствующих управлению процессами переподготовки и повышения квалификации. В исследовании рассматриваются возможности современных платформ, которые служат цифровизации образовательного процесса, автоматизации обновления знаний и навыков сотрудников, индивидуализации учебных программ и повышению эффективности учебного процесса. Проанализированы функциональные требования существующих систем, их преимущества и недостатки, а также технологии, которые могут быть использованы при планировании, мониторинге и оценке процесса повышения квалификации. По результатам исследования будут разработаны рекомендации по более эффективному управлению процессом переподготовки и повышения квалификации, внедрению цифровых решений и повышению качества образования.

Ключевые слова. Управление образовательным процессом, онлайн-образование, платформа Moodle, платформа Canvas, Google Classroom, Microsoft Teams, цифровые образовательные технологии, автоматизация учебного процесса.

ISSN 3030-3907

Abstract. In this work, an analysis of software tools that help manage the processes of retraining and advanced training is carried out. The study examines the possibilities of modern platforms that serve to digitalize the educational process, automate the updating of employees' knowledge and skills, individualize educational programs, and increase the effectiveness of the educational process. The functional requirements of existing systems, their advantages and disadvantages, as well as technologies that can be used in planning, monitoring, and evaluating the professional development process, are analyzed. Based on the research results, recommendations will be developed for more effective management of the retraining and advanced training process, the introduction of digital solutions, and improving the quality of education.

Keywords. Educational process management, online learning, Moodle platform, Canvas platform, Google Classroom, Microsoft Teams, digital educational technologies, automation of the educational process.

Kirish

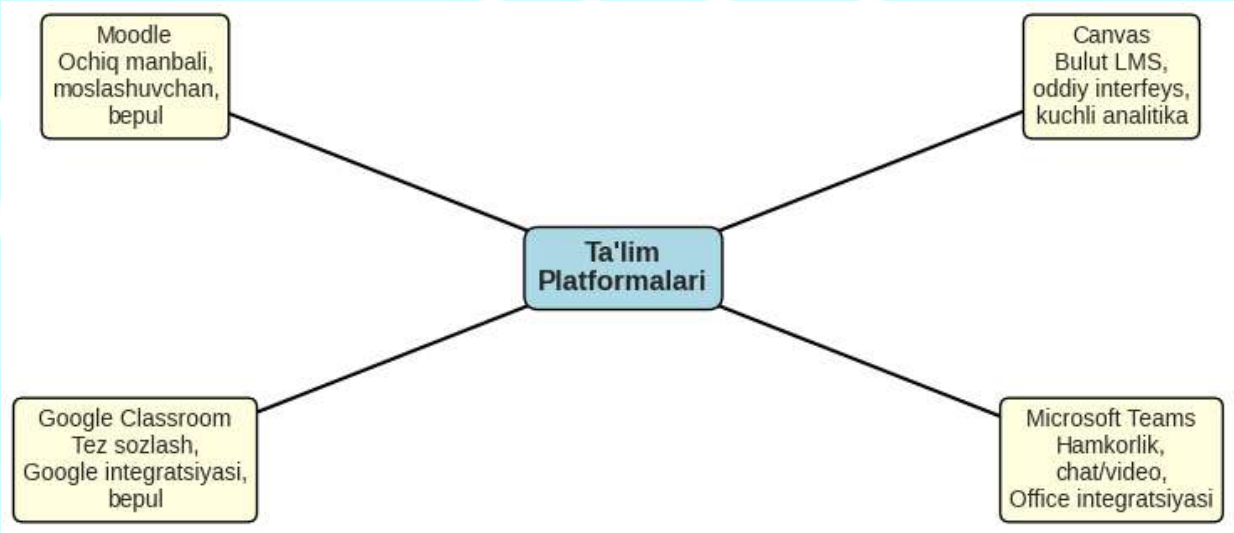
Qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlari zamonaviy ta’lim va kasbiy rivojlanishning ajralmas qismidir. Bu jarayonlar korxonalar, ta’lim muassasalari va shaxsiy foydalanuvchilar uchun kasbiy malakalarni yangilash, yangi bilimlar olish va ishchi kuchining samaradorligini oshirish uchun muhimdir. Qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlarini boshqarishga ko‘maklashuvchi dasturiy vositalarning tahlili, ularning imkoniyatlari, kamchiliklari va foydalanish jarayonlaridagi noqulayliklar haqida batafsil ma’lumotlar keltiriladi.

Qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlarini boshqarishning asosiy maqsadi – foydalanuvchilarga zamonaviy ta’lim texnologiyalari, interaktiv vositalar va shaxsiylashtirilgan yondashuvlar orqali yangi bilimlarni olish imkoniyatini yaratishdir. Bu jarayonlarni samarali boshqarish uchun maxsus dasturiy vositalar ishlab chiqilgan. Ular foydalanuvchilarga quyidagi imkoniyatlarni taqdim etadi:

✓ Ta’lim materiallarini tashkil etish va taqsimlash.
✓ Tinglovchilarning progressini ko‘rib chiqish va baholash.
✓ Interaktiv mashqlar va testlarni tashkil etish.
✓ Onlayn ta’lim jarayonlarini boshqarish.

Qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlarini boshqarish uchun ishlatiladigan dasturiy vositalarning asosiy turlariga Moodle, Canvas, Blackboard, Google Classroom, Microsoft Teams kabi platformalar kiradi. Bu dasturlarning har biri o‘ziga xos imkoniyatlarga va kamchiliklarga ega.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Ta’lim platformalari orasida bog‘lanish

1. Moodle. Moodle – bu ochiq manbali ta’lim platformasi bo‘lib, tinglovchilar va o‘qituvchilar uchun qulay shart-sharoitlar yaratadi. U dunyo bo‘yicha ko‘pgina ta’lim muassasalari tomonidan foydalaniladi va shu bilan birga onlayn ta’lim tizimlarida eng keng tarqalgan platformalardan biri hisoblanadi. Moodlening asosiy ustunliklaridan biri bu uning yordamida turli fanlar, kurslar va tajribalarni tashkil etish mumkinligi. Uning manbalari ochiq bo‘lgani tufayli, uning kodlari har kim tomonidan o‘rganilishi va o‘zgartishlar kiritilishi mumkin, bu esa platformadagi doimiy rivojlanishga sabab bo‘ladi.

Moodle testi uchun uni maxsus server yoki pullik xostingga o‘rnatish shart emas. Funksionallikni MoodleCloud bulutli platformasida baholash mumkin. Uning ham pullik tariflari, ham bepul rejasi bor.

Moodle (modulli ob’ektga yo‘naltirilgan dinamik ta’lim muhiti) - bu masofaviy ta’limni tashkil etish va boshqarish uchun veb-tizim bo‘lib, 2001 yilda ishga tushirilgan. U hamma uchun ochiq: uni rasmiy saytdan yuklab olish va kompyuteringizga o‘rnatish mumkin.

Foydalanuvchilar Internet tarmog‘idan va ta’lim muassasasining mahalliy tarmog‘idan tizim bilan ishlash imkoniyatiga ega bo‘lishlari uchun, agar Moodle tarmoqlararo ekrani va veb-shimoli bitta mahalliy tarmoq doirasida ikkita turli jismoniy xostda joylashgan bo‘lsa, Moodle qanday sozlanishi kerakligini aytib bering. Gap shundaki, ilgari ko‘rib chiqilgan barcha yechimlar, tushunishimcha, Moodle ikkita tarmoq kartasiga ega kompyuterga o‘rnatilgan holatni nazarda tutadi, ulardan biri Internetga, ikkinchisi esa mahalliy tarmoqqa qaraydi.

Tarmoqning shartli sxemasi fayl ko‘rinishida ilova qilingan. Sxemaga ko‘ra, hozirda tarmoqlararo ekranlarda portlarni tashlash sozlangan. Internetdan Moodle ga murojaat qilgan foydalanuvchida, tabiiyki, u kira olmaydigan mahalliy manzilga yo‘naltirish sodir bo‘ladi. Lokal tarmoqda ham url, ham ip orqali kirishda muammo yo‘q.

ISSN 3030-3907



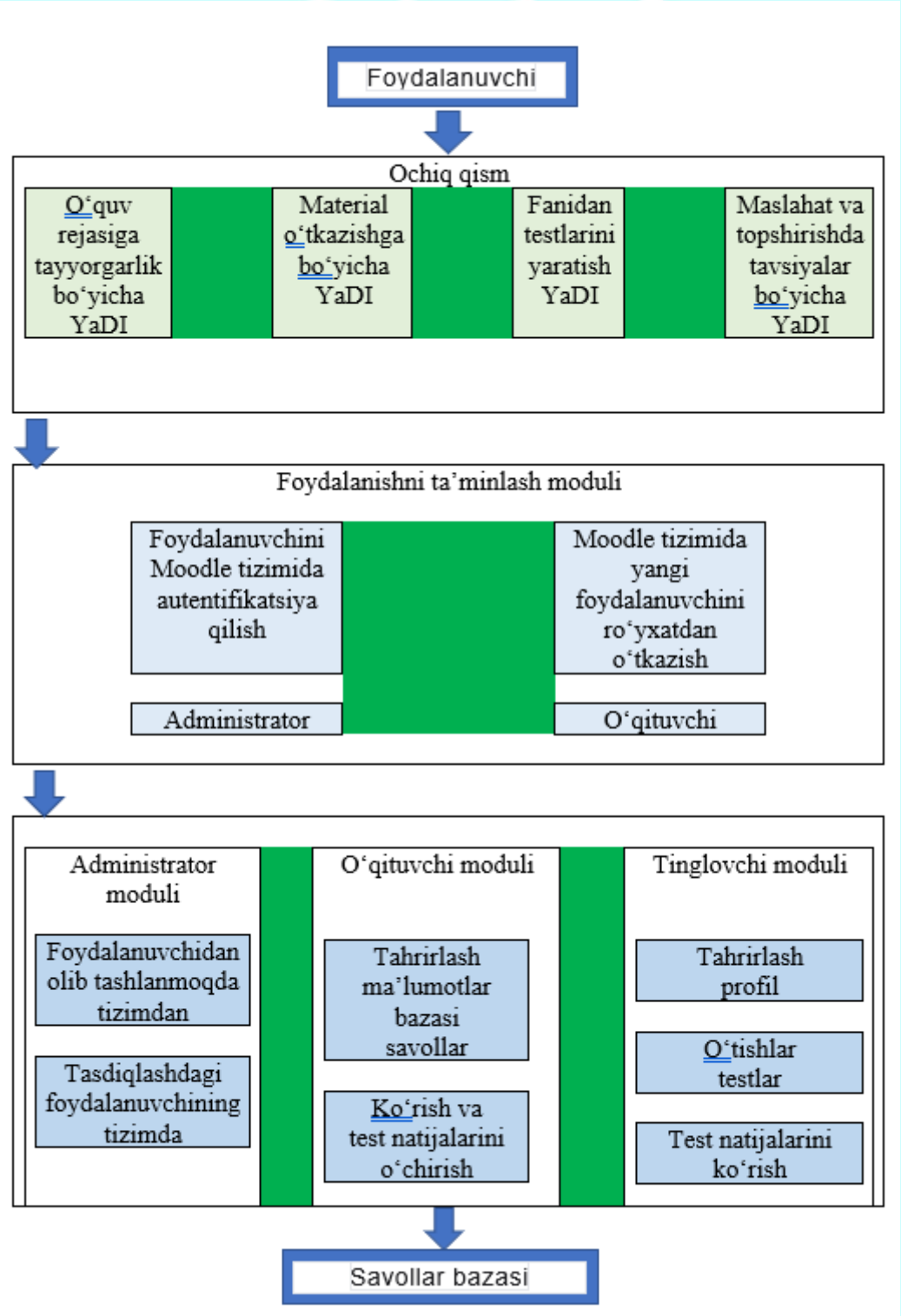
1-rasm. Moodle platformasi

Kursni yaratishda uning barcha imkoniyatlarini hisobga olgan holda biz quyidagi vazifalar qatorini tuzdik:

- bevosita tinglovchini fanidan YaMI topshirishga tayyorlash;
- har bir tinglovchiga ta’rif berish orqali o‘quv jarayonini individuallashtirish;
- o‘quv materialining maqbul hajmi va mazmuni, shuningdek, uni o‘zlashtirish sur’ati va shaxsiy xususiyatlarga qarab o‘qitish usullarini tanlash axborotni idrok etish;
- amaliyotga yo‘naltirilgan vazifalarni hal qilish orqali kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirish;
- tashkil etish orqali tinglovchining kommunikativ ko‘nikma va malakalarini rivojlantirish;
- uning forumlar, chatlar va boshqalar orqali muloqotlari;
- ta’lim oluvchilarning ijodiy qobiliyatlarini shakllantirish va rivojlantirish;
- tinglovchilarda doimiy ravishda mustaqil ta’lim olishga intilishni shakllantirish va o‘z sohasi bo‘yicha kasbiy-kompetentli kadrlarni yanada tayyorlash;

Moodle dasturida yaratilgan ushbu elektron kursni qo‘llash o‘quv jarayonini sezilarli darajada jadallashtirish va tabaqalashtirish, dasturchilarni ta’lim muhitida kompetensiyaviy yondashuvni rivojlantirish doirasida yangi sifat darajasiga ko‘tarildi [1,2].

ISSN 3030-3907



2-rasm. Algoritm yordamida kursning ishlashi.

O‘zbekiston Respublikasining Moodle tinglovchilarni fandan YaDIga tayyorlash vositasi sifatida quyidagi xususiyatlarga egadir:

✓ O‘quv jarayonini yaxlit va mustaqil ravishda yanada samarali tashkil etish imkonini beradi xususan, maktab tinglovchisining ishi;

✓ Ta’limni tashkil etishning yangi texnologiyalari va shakllarini joriy etish orqali tinglovchilarni qiziqtirish imkoniyatini beradi;

✓ Kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishga imkon beradi;

ISSN 3030-3907

✓ Ta’lim salohiyati darajasini oshirish imkonini beradi;
✓ YaDIga tayyorgarlikni onlayn tuzatish imkoniyatini beradi.

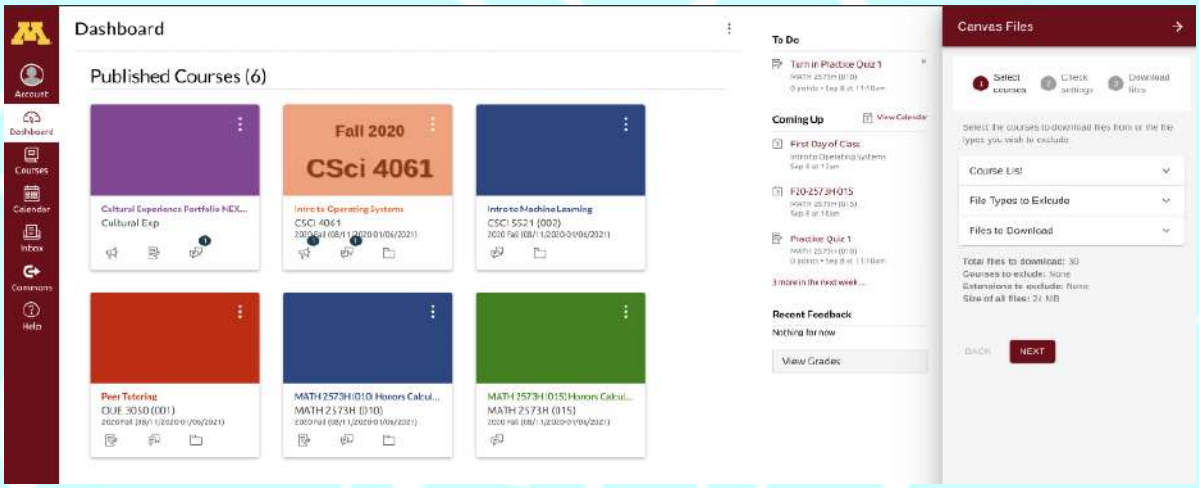
Shunday qilib, ta’lim ko‘proq ehtiyojlarga yo‘naltirilgan bo‘ladi tinglovchining o‘zini. O‘qitishning rag‘batlantiruvchi omillari, ta’lim jarayonining shakllari va uning mazmuni o‘zgarmoqda, bu esa bevosita butun ta’lim sohasidagi o‘zgarishlarga, asosiy maqsadga olib keladi[1,2].

Moodle platforma imkoniyatlari:
✓ Ta’lim kurslarini yaratish va boshqarish.
✓ Tinglovchilarning progressini avtomatik ravishda ko‘rib chiqish.
✓ Testlar, mashqlar va uy vakfalarini tashkil etish.
✓ Forumlar va muxokamalar orqali tinglovchilar bilan o‘zaro aloqani ta’minlash.

Moodle platforma kamchiliklari:
✓ Interfeysning noqulayligi va zamonaviy bo‘lmasligi.
✓ Ba’zan serverlarning sekin ishlashi.
✓ O‘qitishning boshlang‘ich bosqichida foydalanishni o‘rganish qiyin.
✓ Foydalanish noqulayliklari:
✓ Ba’zan tinglovchilarning ro‘yxatdan o‘tish jarayonlari murakkab bo‘lishi.
✓ Mobil versiyaning cheklangan funksionalligi.
✓ Moodle interfeysi

2. Canvas. Canvas – bu zamonaviy va ishlatish uchun qulay ta’lim platformasi bo‘lib, u Moodlega nisbatan yangiroq va intuitiv interfeysga ega. Canvas, asosan, o‘qituvchilar va tinglovchilar uchun yanada samarali va sodda onlayn ta’lim tajribasini yaratishga qaratilgan. Bu platforma tinglovchilarga, o‘qituvchilarga va ta’lim muassasalariga qulay shart-sharoitlar va ishlatish imkoniyatlarini taqdim etadi. Canvasning asosiy afzalliklaridan biri uning intuitiv interfeysidir. Moodlega nisbatan, Canvasning ishlatish uchun ko‘p bo‘lgan funksionalliklari hamda yangilanayotgan interfeysi osonlik bilan tushunilishi va tezda o‘rganilishi mumkin. Bu o‘qituvchilar va tinglovchilar uchun taqdim etilgan materiallarni osonlik bilan topish, muhokamalarda ishtirok etish, test va so‘rovlarga javob berishga yordam beradi[3].

ISSN 3030-3907



3-rasm. Canvas platformasi.

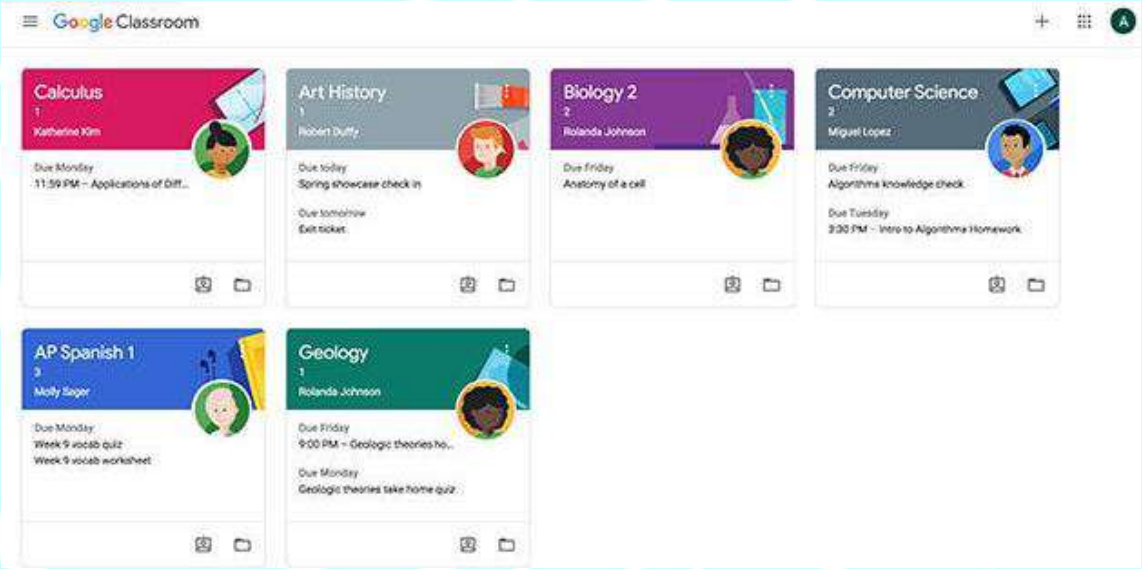
✓ Intuitiv va foydalanish uchun qulay interfeys.
✓ Integratsiya imkoniyatlari (Google Drive, Microsoft Office kabi).
✓ Tinglovchilarning progressini batafsil ko‘rib chiqish.
✓ Mobil ilovasining yuqori funksionalligi.
✓ Canvas platforma kamchiliklari:
✓ Narxi baland bo‘lishi (xamma uchun ochiq emas).
✓ Ba’zan integratsiyalarda texnik muammolar yuzaga kelishi.
✓ Foydalanish noqulayliklari:
✓ Ba’zan kurslarni yaratish jarayonidagi murakkablik.
✓ Chekingan til qo‘llab-quvvatlashi.
✓ Canvas interfeysi

3. Google Classroom. Google Classroom – bu Google tomonidan ishlab chiqilgan onlayn ta’lim platformasi bo‘lib, u asosan maktablar va kichik ta’lim muassasalari uchun moslashtirilgan. Google Classroom o‘qituvchilar va tinglovchilar uchun qulay va samarali ta’lim muhitini yaratishga qaratilgan, unda tinglovchilar va o‘qituvchilar o‘rtasida oson va interaktiv aloqa o‘rnatish mumkin.

Google Classroomning asosiy afzalliklaridan biri uning oson ishlatilishidir. Platforma juda sodda va tushunish uchun qulay interfeysga ega, shuning uchun uning foydalanishini o‘rganish va kundalik ta’lim jarayonida amalga oshirish juda oson. Google Classroomda kurslar yaratish, materiallarni joylashtirish, testlar va so‘rovlar tashkil qilish juda ham aniq va qulay[4].

Integratsiya imkoniyatlari Google Classroomning katta afzalligi bo‘lib, u Googlening boshqa xizmatlari bilan juda yaxshi integratsiyalashgan. Masalan, Google Docs, Google Slides, Google Drive va Google Meet kabi Google platformalaridan foydalanishni osonlashtiradi. Bu o‘qituvchilarga tinglovchilar bilan materiallar va vazifalarni tez va samarali tarzda baham ko‘rishga yordam beradi

ISSN 3030-3907



4-rasm. Google Classroom platformasi

Google Classroom platforma imkoniyatlari:

✓ Google Drive bilan integratsiya.

✓ Kurslarni osonlik bilan yaratish va boshqarish.

✓ Tinglovchilar bilan tez aloqani ta’minlash.

✓ Bepul foydalanish imkoniyati.

Google Classroom platforma kamchiliklari:

✓ Chekingan funksionallik (masalan, avtomatik baholash sistemasi yo‘q).

✓ Katta masshtabli ta’lim muassasalari uchun mos emas.

✓ Foydalanish noqulayliklari:

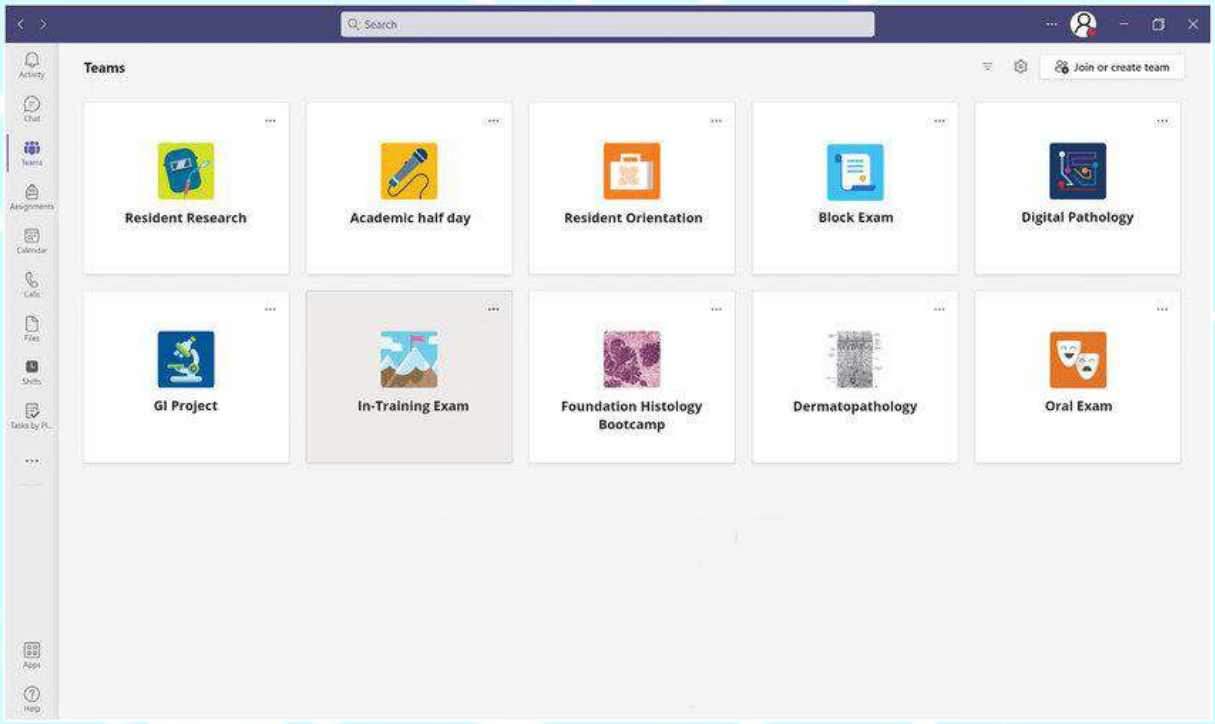
✓ Ba’zan Google xizmatlariga boglanish muammolari.

✓ Chekingan til qo‘llab-quvvatlashi.

✓ Google Classroom interfeysi

4. Microsoft Teams. Microsoft Teams – bu Microsoft tomonidan ishlab chiqilgan zamonaviy va ko‘p funksiyali platforma bo‘lib, u onlayn ta’lim, malaka oshirish va jamoaviy ish jarayonlarini boshqarish uchun keng imkoniyatlar taqdim etadi. Ushbu platforma aloqa, hamkorlik va ma’lumot almashishni osonlashtirish uchun yaratilgan bo‘lib, ta’lim muassasalari, korxonalar va individual foydalanuvchilar uchun samarali vosita sifatida xizmat qiladi[5].

ISSN 3030-3907



5-rasm. Microsoft Teams platformasi

Microsoft Teams platforma imkoniyatlari:

✓ Video konferensiyalar va onlayn darslarni tashkil etish.

✓ Kurslarni boshqarish va materiallarni taqsimlash.

✓ Microsoft Office bilan integratsiya.

✓ Tinglovchilarning ishtirokini ko‘rib chiqish.

Microsoft Teams platforma kamchiliklari:

✓ Ba’zan texnik muammolar (video konferensiyalardagi kattishliklar).

✓ Chekingan til qo‘llab-quvvatlashi.

✓ Foydalanish noqulayliklari:

✓ Ba’zan interfeysning noanikligi.

✓ Mobil ilovasining chekingan funksionalligi.

✓ Microsoft Teams interfeysi

Microsoft Teams umuman xavfsizligi jamoalar atrofida yaratilgan to‘rtta asosiy funksiya:

Administrator uchun old eshikdagi eng oddiy, lekin eng muhim qulf foydalanuvchi hisobining asosiy identifikatsiyasi hisoblanadi. Barcha Microsoft 365 ilovalarining, jumladan, Teamsning afzalliklaridan biri shundaki, foydalanuvchi identifikatori Azure ADning identifikator xavfsizligi imkoniyatlarining so‘nggi yaxshilanishi undan foydalanadigan barcha ilovalar uchun xavfsizlikni ta’minlashda oldinga tashlangan katta qadamdir. Sozlanishi mumkin bo‘lgan TIV hisobi opsiyalari, hisobni blokirovka qilish imkoniyatlari va ilovalar bo‘ylab bir marta kirishni qo‘llab-quvvatlash kabi xususiyatlar identifikatsiya xavfsizligining juda samarali ustunlariga aylangan asosiy

ISSN 3030-3907

imkoniyatlardir. Identity Protection kabi Premium Azure AD boshqaruv xususiyatlari barcha Microsoft bulut ilovalari, jumladan, Teams bo‘ylab ilg‘or tahdidlarni aniqlash, aniqlash va tekshirish uchun AD hisobi faolligi signallaridan foydalanadi.

Platforma	Turi	Kuchli tomonlari	Kamchiliklari
Moodle	Ochiq manbali LMS	Moslashuvchan, bepul, keng plaginlar	Murakkab sozlash
Canvas	Bulut LMS	Oddiy interfeys, kuchli analitika	Cheklangan moslashtirish
Google Classroom	Bepul platforma	Tez sozlash, Google integratsiyasi	Cheklangan LMS funksiyalari
Microsoft Teams	Hamkorlik platformasi	Chat, video, Office integratsiyasi	Microsoft ekotizimiga bog‘liq

6-rasm. Taqqoslash jadvali

Dasturiy vositalarning kamchiliklari va takomillashtirish yo‘llari

Qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlarini boshqarish uchun ishlatiladigan dasturiy vositalarning asosiy kamchiliklariga quyidagilarni kiritish mumkin[6,7]:

Til qo‘llab-quvvatlashining chekinganligi. Ko‘pgina platformalar faqatgina bir necha tilda ishlaydi, bu esa mamlakatimizdagi foydalanuvchilar uchun noqulaylik tug‘diradi.

Texnik muammolar. Ba’zan serverlarning sekin ishlashi yoki integratsiyalardagi muammolar foydalanishni qiyinlashtiradi.

Interfeysning noqulayligi. Ba’zan dasturlarning interfeysi foydalanuvchilar uchun noanik va noqulay bo‘lishi mumkin.

Narxi balandligi. Ba’zi platformalarning baland narxi kichik ta’lim muassasalari yoki shaxsiy foydalanuvchilar uchun juda qimmat bo‘lishi mumkin.

Bu kamchiliklarni bartaraf etish uchun quyidagi takliflarni keltirish mumkin:

✓ Maxsus til qo‘llab-quvvatlashini yaratish.

✓ Server infratuzilmasini takomillashtirish.

✓ Interfeysni soddalashtirish va foydalanuvchilar uchun intuitiv qilish.

✓ Narxni pasaytirish yoki bepul versiyalarni taklif etish.

Qayta tayyorlash va malakasini oshirish jarayonlarini boshqarish uchun ishlatiladigan dasturiy vositalar zamonaviy ta’limning ajralmas qismidir. Moodle, Canvas, Google Classroom, Microsoft Teams kabi platformalar o‘zlarining imkoniyatlari va kamchiliklari bilan farq qiladi. Bu dasturlarning samaraliligini oshirish uchun ularning kamchiliklarini bartaraf etish va foydalanuvchilar uchun qulay shartlar yaratish zarur[6]. Buning uchun til qo‘llab-quvvatlashini

ISSN 3030-3907

kengaytirish, interfeysni soddalashtirish va narxni pasaytirish kabi choralarni ko‘rish mumkin.

FOYDALANLGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Moodle Documentation. *Moodle User Manual and Developer Guide*. — 2023.
2. Dougiamas, M. *The Moodle Learning Platform: Development and Use*. Moodle Pty Ltd, 2022.
3. Canvas LMS Documentation. *Instructor and Student Guides*. Instructure, 2023.
4. Google Classroom Help Center. *Classroom Teacher’s Guide*. Google LLC, 2023.
5. Microsoft Teams for Education. *Microsoft Education Support Materials*. Microsoft Corporation, 2023.
6. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. “Raqamli ta’lim muhitini rivojlantirish konsepsiyasi”. — Toshkent, 2022.
7. Аванесов В.С. *Педагогические технологии в цифровой образовательной среде*. — Москва: Академкнига, 2021.

ISSN 3030-3907

UDK 661.725.68

UGLEROD (II) OKSIDNING TOKSIKOLOGIK AHAMIYATI, ORGANIZMGA TA'SIRI VA ANIQLASH USULLARI

Fozilov Hasan Sadriddin o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti
Hojiyev Dilmurod Yaxshiyevich
Buxoro innovatsion ta'lim va tibbiyot universiteti
E-mail: fozilovhasann@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada uglerod(II)-oksidning (CO) fizik-kimyoviy xususiyatlari, organizmga toksik ta'siri, zaharlanishning klinik va patologoanatomik belgilarini baholash, shuningdek, CO ni aniqlashning kimyoviy, spektroskopik va spektrofotometrik usullari yoritilgan. CO ning gemoglobin bilan yuqori darajadagi affiniteti natijasida karboksigemoglobin hosil bo'lishi va to'qimalarda og'ir gipoksiya yuzaga kelishi haqida ilmiy ma'lumotlar keltiriladi. Maishiy va sanoat sharoitida CO bilan zaharlanishning keng tarqalganligi, xavf omillari hamda uning oldini olish ahamiyati tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: Uglerod (II)-oksid, is gazi, karboksigemoglobin, toksikologiya, spektrofotometriya, spektroskopiya, gemoglobin affiniteti, zaharlanish.

Аннотация. В данной статье рассмотрены физико-химические свойства угарного газа (CO), его токсическое воздействие на организм, клинические и патологоанатомические признаки отравления, а также методы определения карбоксигемоглобина в судебно-медицинской практике. Подробно описаны механизмы связывания CO с гемоглобином, формирование стабильного карбоксигемоглобина и развитие тканевой гипоксии. Особое внимание уделено спектроскопическим, спектрофотометрическим и химическим методам диагностики CO-интоксикации, а также распространённости и источникам угарного газа в бытовых и производственных условиях.

Ключевые слова: Угарный газ, углерод(II)-оксид, карбоксигемоглобин, токсикология, спектрофотометрия, спектроскопия, гипоксия, гемоглобин.

Abstract. This article discusses the physicochemical properties of carbon monoxide (CO), its toxic effects on the human body, clinical and pathological signs of CO poisoning, and the methods used to detect carboxyhemoglobin in forensic medical practice. The mechanisms of CO binding to hemoglobin, formation of stable carboxyhemoglobin, and development of severe tissue hypoxia are described in detail. Special attention is given to spectroscopic, spectrophotometric, and chemical techniques for the detection of CO intoxication, as well as the common sources and prevalence of carbon monoxide exposure in domestic and industrial environments.

ISSN 3030-3907

Keywords: Carbon monoxide, CO, carboxyhemoglobin, toxicology, spectrophotometry, spectroscopy, hypoxia, hemoglobin.

Kirish

Uglerod (II)-oksidi (is gazi) rangsiz, hidsiz, mazasiz, tez ta’sir etuvchi zaharli modda. Suvda juda yomon eriydi, zangori alanga hosil qilib yonadi:

$$2CO + O_2 = 2CO_2$$

Is gazini 16 dan 73% gacha miqdordagi havo bilan aralashmasi portlashi mumkin. Organik moddalarning to‘liq bo‘lmagan yonishi natijasida hosil bo‘ladigan CO maishiy sharoitda, ishlab chiqarish muhitida, transport vositalari chiqindi gazlarida keng tarqalgan. Hidsizligi va sezilmasligi tufayli u bilan zaharlanish ko‘pincha to‘satdan sodir bo‘lib, ko‘p hollarda og‘ir kechadi. CO ning asosiy toksik xususiyati gemoglobin bilan bog‘lanish qobiliyatining kuchliligi bo‘lib, u gemoglobindan kislorodni siqib chiqaradi va barqaror karboksigemoglobin hosil qiladi. Natijada organizm to‘qimalari va markaziy asab tizimi og‘ir kislorod tanqisligiga uchraydi. Sud-tibbiy ekspertiza amaliyotida karboksigemoglobinni aniqlash CO bilan zaharlanishni isbotlashda asosiy mezonlardan biri hisoblanadi. Mazkur maqolada CO ning fizik xususiyatlari, toksik ta’sir mexanizmi, klinik belgilari, patologoanatomik o‘zgarishlari hamda CO ni aniqlashning mavjud usullari ilmiy asosda tahlil qilinadi.

Toksikologik ahamiyati. Uy sharoitida is gazi bilan zaharlanish juda ham tez-tez uchrab turadigan hodisadir.

Organik moddalar, ko‘mir, gaz va boshqa yoqilg‘i mahsulotlari to‘liq yonmaganda is gazi hosil bo‘ladi. Shuning uchun ham pechika o‘choqlar, gaz plitasi yonida uzoq turish ko‘ngilsiz hodisalarga olib kelishi mumkin. Is gazi bilan zaharlanish ko‘proq domna pechlarini noto‘g‘ri ishlashidan, uy pechkalari ichidagi olov batamom yonib bo‘lmasidan uning eshikchalarini yopib qo‘yishdan va sandalga ko‘mir solishdan kelib chiqadi. Ko‘chalarda avtomobil nosozligi tufayli ajralib chiqayotgan gaz tarkibidagi is gazi bilan zaharlanish ham uchraydi.

Adabiyotlarda is gazi bilan o‘z-o‘zini o‘idirish va boshqa odamlami o‘idirish hodisalari ham ko‘p yozilgan. Xalq xo‘jaligida ishlatiladigan tabiiy gaz-yoqilg‘isi o ‘z tarkibida 4-30% is gazini saqlashi mumkin, bu esa o‘z navbatida gazning turiga va uning olinish yo‘liga bog‘liqdir. Demak gazdan to‘g‘ri foydalana bilish ham zaharlanishning oldini olish choralaridan biri hisoblanadi.

Korxonalarda yuqori harorat olish uchun cho‘g‘lanib turgan ko‘mirga suv bug‘ini yuborib «suv gazi» deb ataluvchi gaz aralashmasi hosil qilinadi:

$$C + H_2O = CO + H_2$$

Uning tarkibida 40-50% is gazi bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Ma’lum bo‘lishicha, urush davrlarida ham artilleriya qurollaridan snaryadlar otilganda, mina portlagan paytlarda ko‘pchilik is gazidan zaharlangan - portlash natijasida 30% ga yaqin is gazi hosil bo‘ladi.

Bulaming hammasi is gazining toksikologik aham iyatini ko‘rsatadi. Is gazining hidi bo‘lmagani uchun ham u bilan zaharlanish tez va to‘satdan ro‘y beradi.

Inson is gazi bilan zaharlanganda unda birinchi navbatda kuchli bosh og‘rig‘i paydo bo£ladi, o‘zini darmonsizlanganday sezadi, ko‘ngil aynish va qusish alomatlari ro‘y beradi, quloqda g‘uvullash paydo bo‘ladi, yurak qattiq uradi, bemor holdan ketib boradi, jag‘lar bir-biriga tortishib og£iz ochilmaydi, natijada zaharlanish va kislorod yetishmasligi tufayli xushdan ketadi. Yurak faoliyati susayadi, nafas olish sekinlashadi-bularning hammasi jabrlanuvchini o‘limga olib keladi. Ba’zan is gazi organizmga nihoyatda tez ta’sir etib jabrlanuvchini tirishtirib qo‘yishi ham mumkin.

Halok bo‘lganlami patologoanatomik tekshirish murda dog‘lari to‘q qizil rangi, qon ham karbosigemoglobin hisobiga to‘q qizil rangli, jigar, buyrak, o‘pkalar ham qizargan, miya to‘qimalarida qon quyilish alomatlari bo‘ladi.

Inson is gazi bilan zaharlanganda CO gemoglobin bilan juda oson birikadi va barqaror karboksigemoglobin birikmasini hosil qiladi.

$$HbO_2+CO=HbCO+O_2$$

Gemoglobin organizmda kislorodni tashib berishlik xususiyatini yo‘qotadi va natijada bemor kislorod yetishmasligidan halok bo‘ladi.

Is gazining gemoglobin bilan birikish tezligi, kislorodning gemoglobin bilan birikishiga nisbatan 300 marta kuchli. Oksigemoglobindan kislorodning ajralishiga nisbatan, karboksigemoglobindan is gazining ajralish tezligi esa 3600 barobar sekinroq yuzaga keladi.

Qon tarkibidagi karboksigemoglobin miqdori 20-30% ni tashkil etsa kuchsiz zaharlanish sodir bo‘ladi; 30-35% - o‘rtacha zaharlanish; 35-50%- og‘ir zaharlanish; 50-60% - kuchli zaharlanish, tirishish, hushdan ketish; uning miqdori 70-80%- ga yetganda esa o‘lim sodir bo‘ladi. Bunday zaharlanish oqibatida tanada sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar 1-jadvalda keltirilgan.

Is gazi bilan zaharlangan odam qonida kislorod hamda is gazi bilan birikmagan gemoglobin - ya’ni dezoksigemoglobin (Hb), kislorod bilan birikkan gemoglobin - oksigemoglobin (OHb), is gazi bilan birikkan gemoglobin - karboksigemoglobin (COHb), shuningdek qisman metgemoglobin (MtHb) bo‘lishi mumkin.

MtHb is gazi bilan birikmaydi. Zaharlangan odam mushak to‘qimasida (go‘shti) dezoksimioglobin (MHb), oksimioglobin (OMHb) va karboksimioglobin (COMHb) moddalari bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Qonda karboksigemoglobin moddasi aniqlansa bemorning is gazi bilan zaharlanganligini isbotlaydi.

1-jadval

Is gazi bilan zaharlanish belgilarining qondagi karboksigemoglobin miqdorígabog‘liqligi.

№	Karboksigemoglabin miqdori %	Zaharlanish belgilari
1	0-10	Zaharlanish belgilari sezilmaydi
2	10-20	Kuchsiz bosh og‘rig‘i,teridagi tomirlar kengayib teri qizarishi
3	20-30	Boshda o‘rig‘i ,chakkadagi tomir urishining sezilishi
4	30-40	Kuhki bosh og‘rishi,holsizlik,bosh aylanishi,ko‘z xiralashishi, chanqash,qayt qilish ,kollaps
5	40-50	Yuqoridagi holat, aniq kollaps, nafas olish va tomir urishini kuchayishi
6	50-60	Nafas olish va tomir urishining yanada kuchayishi,vaqti-vaqti bilan takrorlanuvchi tirishish,nafas olishni kuchli qiyinlashishi
7	60-70	Yuqoridagi holatga qo‘shimcha nafas olishni sekinlashishi,yurak faoliyatini yomonlashishi,o‘lim sodir bo‘lishi mumkin
8	70-80	Tomir urishi o‘ta kuchsiz, o‘ta qiyin nafas olish, nafas olishni to‘xtashi va o‘lim

Is gazi organizmdan faqat nafas yo‘li orqali chiqariladi. Is gazining inson organizmida saqlanishi to ‘g‘risida turli fikrlar bor. Ulardan birining ko‘rsatishicha, is gazi uzoq vaqtgacha (122 kungacha) organizmda saqlanadi, boshqa bir fikrga ko‘ra, uni 25-40 soatdan so‘ng aniqlab bo‘lmaydi.

Uy va korxona havosida 0,07-0,08% is gazi bo‘lishi hayot uchun xavflidir. Uning havodagi ruxsat etilgan konsentratsiyasi 0,02 mg/1ga teng.

Zaharlanish hollarida is gazini aniqlash qondagi karboksigemoglobinni kimyoviy va fizik-kimyoviy (spektroskopik, spektrofotometrik, fotometrik, gaz xromatografik) usullar yordamida aniqlashga asoslangan.

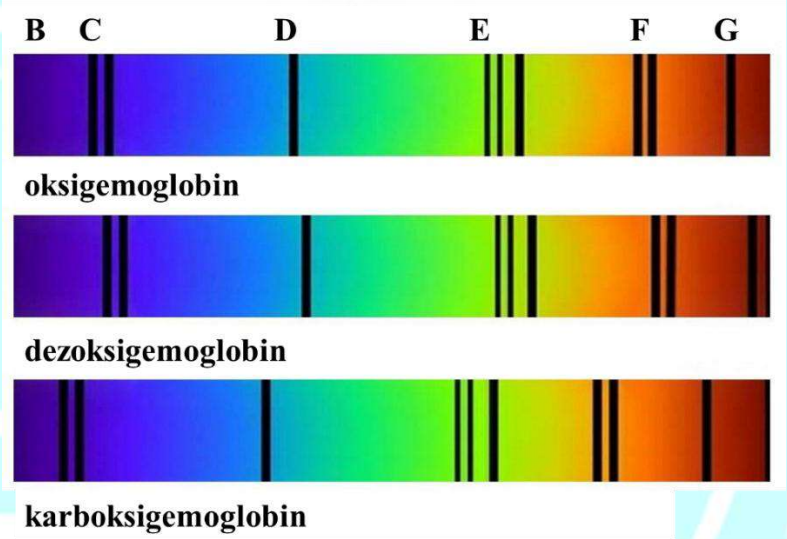
Biologik obyektdan aniqlash. Is gazini obyekt tarkibidan aniqlash uchun obyektni ezib qoni ajratiladi va so‘ng qon tarkibi tekshiriladi. Havodagi is gazini aniqlash uchun esa, aksincha havoni hayvon qoni orqali o‘tkazilib, qonga yig‘iladi, so‘ng shu qon tahlil qilinadi.

Fizik-kimyoviy usullar yordamida is gazini aniqlash.

1. Spektroskopik usulida is gazini tahlil qilish. Karboksigemoglobin saqlovchi qon spektroskop yordamida tekshirilganda spektrning D va YE

ISSN 3030-3907

sohasidagi Fraungofer chiziqlari (spektrlari) ko‘rinadi. Oksigemoglobin (OHb) spektrning D va E sohalari orasida 577-556 nm to‘lqin uzunliklarining teng spektr yutilishini hosil qiladi. Oksigemoglobin, dezoksimioglobin va kaboksigemoglobin spektrlari va ulardagi farq 1-rasmda ko‘rsatilgan.



1-rasm. Is gazi bilan zahariangandagi qon spektrlari.

Karboksigemoglobin esa 564-579 va 523-536 nm ga teng sohalarda spektrlar hosil qiladi. Oksigemoglobin moddasiga tegishli spektrlar qaytaruvchi modda (ammoniy sulfid) ta’siridan bir- biri bilan birlashib va 543-596 nm soha orasida keng spektr yo‘li hosil bo‘ladi. Aksincha, qonda karboksigemoglobin bo‘Isa, bu sohada spektrlar o‘zgarmasdan saqlanib qoladi. Chunki karboksigemoglobin ammoniy sulfid ta’sirida gemoglobingacha qaytarilmaydi.

2. Spektrofotometrik usulida tahlil qilish. Spektrofotometrik usul toksikologik kimyo laboratoriyalarida is gazi va boshqa gemoglobinga ta’sir etuvchi zaharlami aniqlashda keng qo‘llanilmoqda. Usul mohiyati oksigemoglobin hamda karboksigemoglobinni dezoksigemoglobingacha qaytarib, uning optik ko‘rsatkichini aniqlashga asoslangan.

Yuqorida keltirilgan gemoglobindan hosil bo‘ladigan moddalarning (dezoksigemoglobin, oksigemoglobin va karboksigemoglobin) 450-620 nm to‘lqin uzunligi sohasida nur yutish spektrlariga asoslanib chinligi va miqdorini aniqlash mumkin.

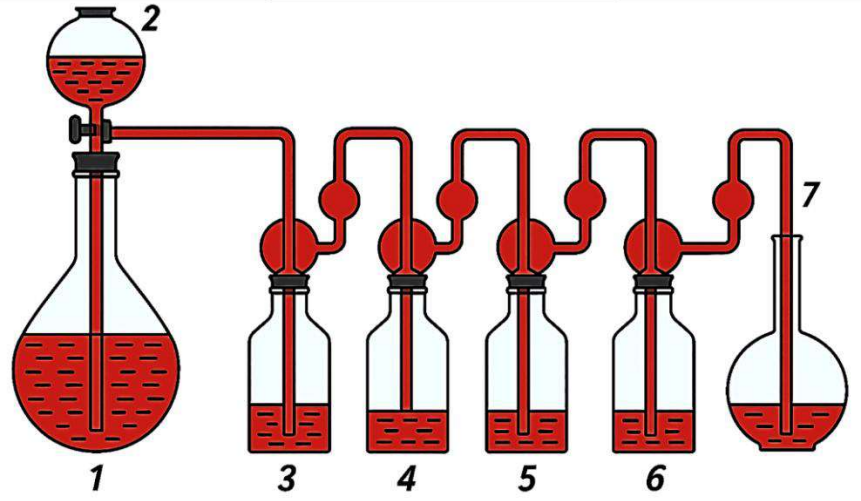
Buning uchun tekshiriluvchi qon eritmasi (A), karboksigemoglobin va dezoksigemoglobin aralashmasidan iborat qon eritmasi (B) hamda faqat karboksigemoglobin saqlovchi qon eritmasi (V) tayyorlanadi.

A-eritmani tayyorlash uchun 1 ml quyqalar saqlamagan qonga 100 ml bo‘lguncha pH=7,38 ga teng fosfat buferi yoki 0,1% ammiakni suvli eritmasidan qo‘shib aralashtiriladi. Olingan eritma rangi tiniq bo‘lishiga ahamiyat beriladi.

B-eritmani tayyorlash uchun spektrofotometr kyuvetasiga A-eritmadan qo‘yiladi va ustiga 3-4 mg ditionit (gidrosulfat) natriy ($Na_2S_2O_2 \cdot 2H_2O$) kristallari

ISSN 3030-3907

qo‘shib yaxshilab aralashtiriladi. Bunda oksigemoglobin to‘liq dezoksigemoglobingacha qaytariladi. Reaktiv qo‘shilgandan so‘ng, eritma tiniq bo‘lishi nazorat qilinadi.

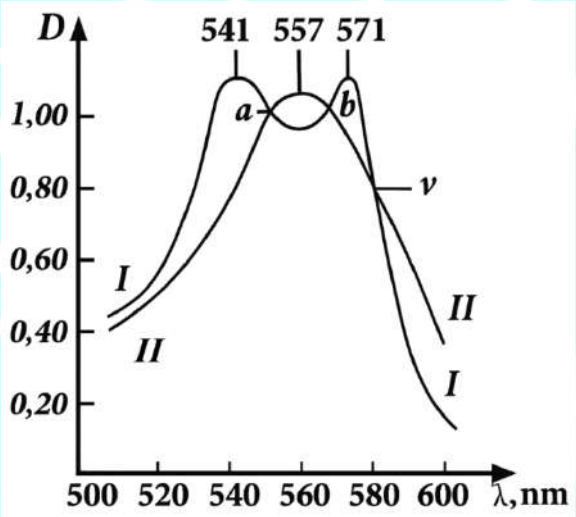


2-rasm. Qonni uglerod (II)-oksidi bilan to‘yintirish qurilmasi.

V-eritmani tayyorlash uchun maxsus moslama (2-rasm) yordamida konsentrlangan sulfat kislotasi hamda chumoli kislotasidan hosil qilingan is gazi ishqorning 10% eritmasidan (3) (HCOOH bug‘ini ushlab qiladi) va so‘ng suvdan (4) (NaOH dan tozalash) o‘tkazilgach, A-eritmasini saqlovchi (5) idishga yuboriladi. Bu yerda qondagi oksigemoglobin to‘liq karboksigemoglobinga o‘tadi. So‘ng metgemoglobinni dezoksigemoglobinga o‘tkazish maqsadida idishga 5-7 mg ditionit natriy qo‘shiladi va yana qo‘shimcha is gazi bilan to‘yintiriladi. Karboksigemoglobin saqlovchi eritma ham tiniq bo‘lishi shart. Solishtiruvchi eritma sifatida ikkinchi kyuvetaga qonni suyultirish uchun olingan bufer (yoki boshqa variantlarida shunga mos) eritmadan yoki suvdan foydalanib B va V eritmalar nur yutish spektri 450-620 nm sohasida o‘lchanadi va har ikkala spektr ko‘rsatkichlari bitta chizmaga chiziladi. Bunda dezoksigemoglobin (B eritma) 557 nm ga teng bitta spektral maksimumli, karboksigemoglobin esa 541 va 571 nm ga teng ikkita spektral maksimumli spektrlar hosil qilishi va ularning umumiy chizmasida esa 550, 565 va 580 nm ga teng sohalarida spektrlar kesishgan (izobestik) nuqtalami hosil bo‘lishi (3- rasm) xarakterli hisoblanadi.

Miqdorini aniqlash uchun shu chizmadan foydalaniladi. A va V eritmalar optik zichliklari o‘lchab olinib formuladan foydalanib karboksigemoglobin, miqdori aniqlanadi. Buning uchun tekshiriluvchi qonning optik ko‘rsatkichlari ikki monoxromatik nurlar:

ISSN 3030-3907



3-rasm. I-karboksigemoglobinning, II-dezoksigemoglobinning nur yutish spektrlari.

534 nm (D_1) va 550 nm (D_2) to‘lqin uzunliklarida o‘lchanadi, chunki aynan mazkur to‘lqin uzunliklarida karboksigemoglobin bilan dezoksige-moglobin optik ko‘rsatkichlari o‘itasidagi masofa eng katta qiymatga ega boladi. Optik ko‘rsatkichlardan D_2 qiymati 550 nm nur to‘lqin uzunligida, egri chiziqlar kesishgan nuqtada o‘lchab olinadi (karboksigemoglobin va dezoksigemoglobinning spektr egri chiziqlariga qarang).

Kaiboksigemoglobinning spektr chizig‘i qonni maxsus moslamada, unda bo‘lishi mumkin bo‘lgan oksigemoglobin, dezoksigemoglobin va metgemoglobinlarni is gazi bilan to‘yintirilib, to‘liq HbCO ga o‘tkazib, so‘ngra optik zichligini o‘lchab aniqlanadi.

Dezoksigemoglobinning spektr chizig‘i esa toza (karboksigemoglobin saqlamagan) qonga natriy gidrosulfît (qaytaruvchi) ta’sir ettirilgach aniqlanadi.

Aniqlash tartibi. Karboksigemoglobin miqdorini aniqlashda bufer eritma o‘rniga ammiak eritmasidan foydalanib aniqlash usuli ham mavjud. Tekshiriluvchi qon 100 ml hajmli o‘lchov kolbasiga solinadi va belgi chizig‘igacha 0,1% ammiakning suvdagi eritmasi bilan to‘ldiriladi. Yaxshilab aralashtirilgach, undan 1 sm o ‘lchamli spektrfotometr kyuvetasiga solinadi.

Kyuvetadagi eritmaga natriy gidrosulfît kristallari qo‘shib, qopqoqchani yopib chayqatiladi, so‘ngra eritmaning optik zichligi spektrofotometrda 534 nm va 550 nm ga teng nur to‘lqin uzunliklarida o‘lchanadi. Solishtiruvchi eritma sifatida 0,1% ammiak eritmasidan foydalaniladi.

Olingan ma’lumotlar asosida kaiboksigemoglobinning qondagi foiz miqdori formula yordamida hisoblanadi.

Qondagi karboksigemoglobin miqdori % qiymati quyidagi formulaga asosan aniqlanadi:

$$P = 100 - \frac{(D_{COHb} - D_{HbCOHb}) * 100}{D_{HbI} * K}$$

ISSN 3030-3907

Bunda: P - karboksigemoglobin miqdori %

D_{COHb} - qo‘shimcha uglerod (Il)-oksidi bilan to‘yintirilgan V eritmadagi qonni 538 nm to‘lqin uzunligidagi optik zichligi.

D_{HbCOHb} -dezoksi va karboksigemoglobin saqlovchi B qon eritmasini natriy ditionit qo‘shgandan so‘ng 534 nm dagi optik zichligi.

D_{HbI}-B eritmasini 550 nm (izobestik nuqta) dagi optik zichligi.

K - koeffitsiyent 0,372.

Olingan natija is gazi bilan zaharlanishni sud-tibbiy baholashga xizmat qiladi.

Kimyoviy usullar. Mazkur usullar ham karboksigemoglabinni oksigemogldbinga qaraganda barqaror modda ekanligi aniqlashga asoslangan.

1) Zaharlanmagan qonni suv bilan suyultirilsa, qo‘ng‘ir rang hosil bo‘ladi. Qonda karboksigemoglobin bor bo‘lsa u o‘zining to‘q qizil rangini o‘zgartirmaydi.

2) Normal qonga o‘yuvchi ishqor eritmalari ta’sir ettirilsa, ko‘kimtir qora rangli suyuqlik hosil bo‘ladi, is gazi bilan zaharlangan qon esa o‘z rangini saqlab qoladi.

3) Normal qonga tanin eritmasi ta’sir ettirilsa, kulrang modda hosil bo‘ladi, karboksigemoglobin saqlagan qon esa rangini o‘zgarmaydi.

4) Sariq qon tuzi va sirka kislotalar aralashmasi normal qon bilan qo‘ng‘ir rang hosil qiladi, is gazi bilan zaharlangan qon rangida o‘zgarish ro‘y bermaydi.

5) Qo‘rg‘oshin atsetati eritmasi normal qonni iflos ko‘k rangga bo‘yaydi, karboksigemoglobin saqlovchi qon esa, o‘z rangini saqlab qoladi.

6) Formalin normal qon bilan iflos qo‘ng‘ir rangli modda hosil qiladi, karboksigemoglobin saqlagan qon bilan esa hech qanday o ‘zgarish hosil qilmaydi.

7) Mis sulfat eritmasi bilan toza qon yashil rangga o‘tadi, is gazi bilan zaharlangan qon esa to‘q-qizil rangini o zgartirmaydi.

Xulosa qilib aytganda is gazi maishiy va sanoat sharoitida eng keng tarqalgan zaharlovchi gazlardan biridir. Uning hidsizligi va tez ta’sir qilishi is gazi bilan zaharlanishning xavfliligini oshiradi. is gazining gemoglobin bilan yuqori affiniteti natijasida karboksigemoglobin hosil bo‘lishi og‘ir gipoksiya, markaziy asab tizimi shikastlanishi, kollaps, tirishish va o‘limga olib kelishi mumkin. Qonda COHb foizini aniqlashning spektrofotometrik va spektroskopik usullari sud tibbiy ekspertizada eng ishonchli usullar hisoblanadi. is gazining xavfini kamaytirish uchun shamollatish tizimlarini takomillashtirish, yoqilg‘idan to‘g‘ri foydalanish va transport chiqindi gazlarini kamaytirish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Ikromov L.T., Tojiyev M.A., Zaynutdinov X.S. Toksikologik kimyodan praktikum. -Toshkent: Fan, 2008.

ISSN 3030-3907

2. Isroilov I. A., Ro‘ziyev Sh. A. Toksikologiya. - Toshkent: O‘zbekiston tibbiyot nashriyoti, 2018.
3. Nazarov B. T. Umumiy toksikologiya. - Toshkent: Oliy ta’lim nashriyoti, 2015.
4. Yo‘ldoshev A. B. Umumiy toksikologiya asoslari. - Samarqand: SamDU nashriyoti, 2014.
5. Xamidov M. A. Tibbiy kimyo. - Toshkent: Tibbiyot nashriyoti, 2015.
6. Ro‘ziyev S. T. Sud tibbiyotida zaharlanishlar diagnostikasi. - Toshkent: Medpress, 2021.

ISSN 3030-3907

KOMPLEKS BIRIKMALAR, XELATLAR VA XELATOTERAPIYA TIBBIYOTDA QO‘LLANILISHI VA BIOLOGIK AHAMIYATI.

Bozorboyeva Iroda Nurulla qizi
SamDTU Pediatriya fakulteti 118-guruh talabasi:
Xudoynazarova Xadisa Zafar qizi
SamDTU Pediatriya fakulteti 118-guruh talabasi:
Djurayeva Faranagiz Allayor qizi
SamDTU Pediatriya fakulteti 118-guruh talabasi:
Dustmurodov Maqsud Mansurovich
SamDTU tibbiy kimyo assistenti:

Annotatsiya: Ushbu maqolada kompleks birikmalar va xelatlarning tuzilishi, kimyoviy xossalari, biologik roli hamda tibbiyotdagi qo‘llanilishi keng yoritilgan. Xelatoterapiyaning zamonaviy usullari, og‘ir metal intoksikatsiyasini davolashdagi o‘rni, metallokompleks dori vositalar (sisplatin, karboplatin, oksaliplatin)ning saraton terapiyasidagi ahamiyati ilmiy ma’lumotlar asosida tahlil qilingan. Shuningdek, biometallar ishtirokidagi fermentlar va ularning organizmdagi metabolik jarayonlardagi faol roli haqida batafsil ma’lumot berilgan.

Kalit so‘zlar: Xelatoterapiya, fermentlar, nerv impulslari, DNK, ligand, gemoglobin, EDTA, Vitamin B_{12}, Vils-Konovalov kasalligi, DTPA, metall-komplekslar, sitratlar.

Аннотация: В данной статье подробно освещены строение комплексных соединений и хелатов, их химические свойства, биологическая роль и применение в медицине. На основе научных данных проанализированы современные методы хелатотерапии, её значение в лечении интоксикаций тяжёлыми металлами, а также роль металлокомплексных лекарственных средств (цисплатин, карбоплатин, оксалиплатин) в терапии онкологических заболеваний. Кроме того, представлена подробная информация о ферментах с участием биометаллов и их активной роли в метаболических процессах организма.

Ключевые слова: Хелатотерапия, ферменты, нервные импульсы, ДНК, лиганд, гемоглобин, ЭДТА, витамин B_{12}, болезнь Вильсона–Коновалова, ДТФА, металлокомплексы, цитраты.

Abstract: This article comprehensively discusses the structure of coordination compounds and chelates, their chemical properties, biological role, and applications in medicine. Based on scientific data, modern methods of chelation therapy, its role in the treatment of heavy metal intoxication, as well as the significance of metal–complex drugs (cisplatin, carboplatin, oxaliplatin) in cancer therapy are analyzed. In addition, detailed information is provided on enzymes involving biometals and their active role in metabolic processes in the body.

ISSN 3030-3907

Keywords: Chelation therapy, enzymes, nerve impulses, DNA, ligand, hemoglobin, EDTA, vitamin B_{12}, Wilson–Konovalov disease, DTPA, metal complexes, citrates.

1. Kirish

Kompleks birikmalar kimyosi zamonaviy tibbiyotning eng muhim yo‘nalishlaridan biridir. Metall ionlar tirik organizmda o‘ta muhim biologik funksiyalarni bajaradi: kislorod tashish, fermentativ kataliz, DNKni barqarorlashtirish, nerv impulslarini o‘tkazish va boshqalar. Metall ionlar ko‘pincha oddiy kationlar holida emas, balki organik yoki anorganik ligandlar bilan kompleks birikmalar shaklida mavjud bo‘ladi. Xelat birikmalar esa metall ionini halqasimon (chela — changal, halqa) tarzda ushlab turuvchi ligandlar orqali hosil bo‘lgan barqaror komplekslardir. Xelatlar tibbiyotda:

og‘ir metallar bilan zaharlanishni davolash, dori moddalarni hujayraga yetkazish, saraton hujayralarini yo‘q qilish, diagnostikada kontrast modda sifatida keng qo‘llaniladi.

Tibbiyotda qo‘llanilishi

Kompleks birikmalar va xelatlar tibbiyotda turli xil maqsadlarda qo‘llaniladi, jumladan:

- **Dori vositalari:** Ko‘pgina dori vositalari metall komplekslaridir. Masalan, sisplatin saraton kasalligini davolashda ishlatiladigan platina kompleksidir.
- **Kontrast moddalar:** Gadoliniy komplekslari MRI (magnit-rezonans tomografiya) tekshiruvlarida kontrast moddalar sifatida ishlatiladi.
- **Diagnostika vositalari:** Radioaktiv metall komplekslari turli xil kasalliklarni tashxislashda ishlatiladi.
- **Xelatoterapiya:** Xelatoterapiya metallarni organizmdan chiqarib tashlash uchun xelat hosil qiluvchi moddalardan foydalanishga asoslangan davolash usulidir.

ISSN 3030-3907



2. Kompleks birikmalar tushunchasi

2.1. Asosiy atamalar Markaziy atom (metal ion) — Ca^{2+}, Mg^{2+}, Fe^{2+}/Fe^{3+}, Co^{3+}, Pt^{2+} va boshqalar.

Ligand — metall bilan bog‘lanadigan molekula yoki ion (NH_3, H_2O, Cl^-, $EDTA^{4-}$, sitrat, aminokislotalar).

Koordinatsion son — metall atrofidagi ligandlarning umumiy bog‘lanish soni.

Kompleks birikma — markaziy metall atomi va ligandlar yig‘indisi.

2.2. Kompleks birikmalarning tibbiyotdagi roli

Tirik organizmlarda mavjud bo‘lgan ko‘plab biologik faol moddalarda metall-kompleks tuzilmalar mavjud:

Kompleks markaziy metal biologik roli

Gemoglobin Fe^{2+} Kislorod tashish

Sitochromlar Fe^{3+} Elektron transport zanjiri

Vitamin B_{12} Co^{3+} DNK sintezi, gemopoez

Karbonat angidraza Zn^{2+} Kislota-asos muvozanati

ATPaza Mg^{2+} Energiya almashinuvi

Tirik organizmning normal faoliyati metall-komplekslarga bevosita bog‘liq.

3. Xelat birikmalar va ularning tibbiyotdagi ahamiyati

3.1. Chelat hosil bo‘lishi

Xelat hosil qiluvchi ligandlar ko‘p tishli (polidentat) bo‘lib, metall ionini “changali” kabi o‘rab oladi. Misol:EDTA — eng mashhur chelator, 6 ta bog‘lanish nuqtasiga ega. Sitrat — uch tishli ligand.DTPA — yuqori bog‘lanish kuchiga ega

ISSN 3030-3907

chelator.Xelatning barqarorligi ancha yuqori bo‘lgani uchun ular organizmdagi erkin metall ionlarini tez va samarali bog‘laydi.

4. Xelatoterapiya — og‘ir metallardan detoksikatsiya usuli

4.1. Og‘ir metallar bilan zaharlanish

Zaharlanishga sabab bo‘ladigan asosiy metallar:

1. Pb (qo‘rg‘oshin)
2. Hg (simob)
3. Cd (kadmiy)
4. As (mishyak) — metalloid
5. Cu (ortiqcha miqdorda)
6. Fe (gemokromatozda)

Bu moddalarning barchasi organizmdagi fermentlar faoliyatini buzadi va toksik ta’sir ko‘rsatadi.

4.2. Asosiy xelatoterapiya dorilari Xelator qo‘llanilishi afzalligi: EDTA qo‘rg‘oshin, kaltsifikatsiya barqaror xelat hosil qiladi. BAL (dimerkaptopropanol) Mishyak, simob, oltin Kuchli sulfidril guruhiga ega. DMSA (Succimer) bolalarda qo‘rg‘oshin zaharlanishi kam toksik hisoblanadi. Penitsillamin mis (Vils-Konovalov kasalligi) organik aminokislota hosilasidir.

Deferoksamin temir ortiqchaligi (talassemiya) Fe bilan mustahkam kompleks hosil qiladi

Xelatoterapiya toksik metallarni siydik orqali chiqaradi, shu orqali organizmni tozalaydi.

5. Metallokompleks dorilar: saraton terapiyasi

5.1. Sisplatin

Platinaga asoslangan dori vositalari onkologiyada inqilob qildi. Sisplatin – eng mashhur metallokompleks dori bo‘lib:

1. Ovarial (tuxumdon) saratoni
2. O‘pka saratoni
3. Testikulyar saraton
4. Peshob pufagi o‘smalarida
5. yuqori samaradorlikka ega.

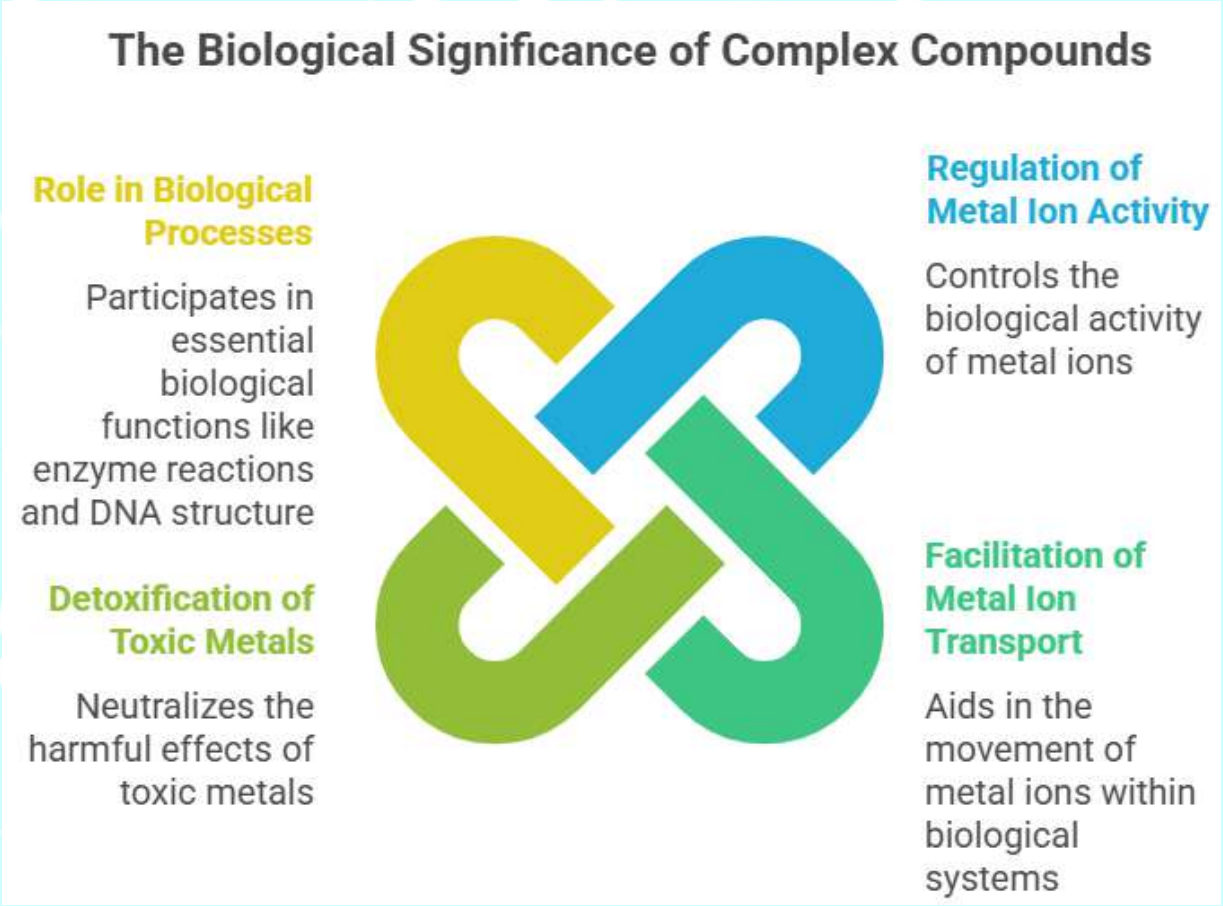
Ta’sir mexanizmi: DNKning guanin juftlari bilan bog‘lanib, DNK replikatsiyasini to‘xtatadi → saraton hujayralari o‘ladi.

Biologik ahamiyati

Kompleks birikmalar va xelatlar biologik tizimlarda muhim rol o‘ynaydi. Ular metall ionlarining biologik faolligini tartibga solishda, ularning tashilishini osonlashtirishda va toksik metallarni zararsizlantirishda ishtirok etadi. Metall ionlari ko‘plab biologik jarayonlarda, jumladan, fermentativ reaksiyalarda, kislorod tashishda va DNK tuzilishida ishtirok etadi. Kompleks birikmalar va

ISSN 3030-3907

xelatlar metall ionlarining biologik faolligini tartibga solishda muhim rol o‘ynaydi. Masalan, gemoglobin tarkibidagi temir ioni kislorod bilan bog‘lanib, uni to‘qimalarga tashish imkonini beradi. Kompleks birikmalar va xelatlar metall ionlarining tashilishini osonlashtirishda ham muhim rol o‘ynaydi. Masalan, transferrin qondagi temir ionlarini tashish uchun ishlatiladigan oqsildir. Bundan tashqari, kompleks birikmalar va xelatlar toksik metallarni zararsizlantirishda ishtirok etadi. Masalan, metallotionein oqsili simob va kadmiy kabi toksik metallarni bog‘lab, ularning toksikligini kamaytiradi.



Xulosa

Kompleks birikmalar, xelatlar va xelatoterapiya tibbiyotda muhim ahamiyatga ega. Kompleks birikmalar dori vositalari, kontrast moddalar va diagnostika vositalari sifatida ishlatiladi. Xelatoterapiya og‘ir metallar zaharlanishini davolashda va boshqa kasalliklarni davolashda qo‘llaniladi. Kompleks birikmalar va xelatlar biologik tizimlarda muhim rol o‘ynaydi, metall ionlarining biologik faolligini tartibga solishda, ularning tashilishini osonlashtirishda va toksik metallarni zararsizlantirishda ishtirok etadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Inomovich, X. J. (2025). FERMENTLARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA ULARNING QO‘LLANILISHI. Лучшие интеллектуальные исследования, 38(1), 285-291.

ISSN 3030-3907

2. Inom o‘g‘li, X. J. (2025). BIOLOGIK FAOL KOMPLEKS BIRIKMALAR. Лучшие интеллектуальные исследования, 38(1), 319-325.
3. Холмуродова, Д. К., Исломов, Л. Б., & Худойкулов, Ж. И. (2023). ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ. IJODKOR O‘QITUVCHI, 3(33), 277-281.
4. Inomovich, X. J. (2025). SUN'IY OQSIL OZUQA MODDALARINI ISHLAB CHIQARILISHI VA KELGUSIDAGI IMKONIYATLAR. Лучшие интеллектуальные исследования, 38(1), 292-298.
5. Икромова, Ш. А., & Худойқулов, Ж. И. (2025). ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ. Экономика и социум, (4-1 (131)), 1361-1365.
6. Амирова, П. Ж., & Худойқулов, Ж. (2025). ЕСТЕСТВЕННЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ НАРКОТИКИ: ПОЛЬЗА И ВРЕД. Research Focus, 4(1), 148-152.
7. Safarovich, Tashanov Odilboy. "DORI VOSITALARINI TAHLIL
8. QILISHNING ZAMONAVIY USULLARI." Proceedings of International
9. Conference on Educational Discoveries and Humanities. Vol. 3. No. 5. 2024.
10. Абдураззокова, Х. Г., & Сюнова, М. О. (2024, April). MEDICINAL
11. PLANTS USED AS REMEDIES FOR THE ORAL MUCOSA. In Proceedings of
12. International Conference on Educational Discoveries and Humanities (Vol. 3, No. 5, pp. 29-32).
13. Хамдамкулов, Д. Х., Ибрагимов, А. А., Гиясов, Б. Б., & Ташанов, О. С. (2024, April). ПОЛУЧЕНИЕ ВЫТЯЖКИ ИЗ АИРА ОБЫКНОВЕННОГО
14. (Acorus calamus, Linnaeus, 1753). In Proceedings of International Conference on Educational Discoveries and Humanities (Vol. 3, No. 5, pp. 21-24).
15. Anvarovich, Chorshambiev Abdimalik, Arsdlonova Rayxon Razhabboevnason, Tashanov Odilboy Safarovich. "Og‘iz bo‘shlig‘i shilliq qavatini davolashda ishlatiladigan dorivor o‘simliklar". Amerika pediatriya tibbiyoti va sog‘liqni saqlash fanlari jurnali (2993-2149) 2.2 (2024): 491-494.

ISSN 3030-3907

KIMYO FANIDAN BILIMLARNI BAHOLASHDA INNOVATSION YONDASHUVLAR

Rajabova Marjona Ravshan qizi
Buxoro davlat pedagogika instituti Kimyo kafedrasi o‘qituvchisi
Tel: +998914052225
E-mail: rajabovamarjona1104@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada kimyo fanini o‘qitishda o‘quvchilarning bilim, ko‘nikma, malakalarini baholash jarayonida innovatsion yondashuvlarning ahamiyati yoritilgan. An’anaviy baholash usullari ko‘pincha faqat nazariy bilimni o‘lchab, amaliy ko‘nikmalarni chetda qoldirilishi ta’kidlangan. Shu sababli elektron testlar, onlayn platformalar, portfolio usuli, keys-stadi, virtual laboratoriya va o‘zaro baholash kabi innovatsion baholash vositalaridan foydalanish zarurligi ko‘rsatib o‘tiladi. Bunday yondashuvlar baholash jarayonini obyektiv, shaffof va samarali qiladi, o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, ijodiy yondashuvlar va real hayotiy vaziyatlarda bilimlarni qo‘llash ko‘nikmlarini rivojlantiradi.

Kalit so‘zlar: elektron test, platforma, portfolio, keys-stadi, innovatsion, virtual laboratoriya

Аннотация: В данной статье подчеркивается важность инновационных подходов в процессе оценки знаний, навыков и компетенций учащихся при обучении химии. Подчеркивается, что традиционные методы оценки зачастую оценивают только теоретические знания, не учитывая практические навыки. В связи с этим подчеркивается необходимость использования инновационных инструментов оценки, таких как электронные тесты, онлайн-платформы, методы портфолио, кейсы, виртуальные лаборатории и взаимооценка. Такие подходы делают процесс оценки объективным, прозрачным и эффективным, развивают самостоятельность мышления, творческий подход и умение применять знания в реальных жизненных ситуациях.

Ключевые слова: электронный тест, платформа, портфолио, кейс, инновации, виртуальная лаборатория

Annotation: This article highlights the importance of innovative approaches in the process of assessing students' knowledge, skills, and competencies in teaching chemistry. It is emphasized that traditional assessment methods often measure only theoretical knowledge and leave out practical skills. Therefore, the need to use innovative assessment tools such as electronic tests, online platforms, portfolio methods, case studies, virtual laboratories, and peer assessment is highlighted. Such approaches make the assessment process objective, transparent, and effective, and develop students' independent thinking, creative approaches, and the ability to apply knowledge in real-life situations.

ISSN 3030-3907

Keywords: electronic test, platform, portfolio, case study, innovation, virtual laboratory

Kirish

Respublika ta’lim muassasalarida innovasion ta’limni tashkil etishda quyidagi eng ommaviy texnologiyalar qo‘llanilmoqda: Interfaol metodlar: “Keys-stadi” (yoki “O‘quv keyslari”), “Blitsso‘rov”, “Modellashtirish”, “Ijodiy ish”, “Munosabat”, “Reja”, “Suhbat” va b. Strategiyalar: “Aqliy hujum”, “Bumerang”, “Galereya”, “Zig-zag”, “Zinama-zina”, “Muzyorar”, “Rotatsiya”, “T-jadval”, “Yumaloqlangan qor” va h.k. Grafik organayzerlar: “Baliq skeleti”, “BG‘BG‘B”, “Kontseptual jadval”, “Venn diagrammasi”, “Insert”, “Klaster”, “Nima uchun?”, “Qanday?” va b. So‘nggi vaqtlarda “Keys-stadi” metodi xorijiy mamlakatlar ta’limi amaliyotida muvaffaqiyatli qo‘llanib kelinmoqda va bugungi kunda respublika ta’limida ham tobora ommalashib bormoqda. Shu sababli ayni o‘rinda ushbu metod (texnologiya)mohiyati haqida so‘z yuritiladi. Keysda ochiq axborotlardan yoki aniq voqea-hodisadan vaziyat sifatida tahlil uchun foydalanish mumkin. Mazkur metod muammoli ta’lim metodidan farqli ravishda real vaziyatlarni o‘rganish asosida aniq qarorlar qabul qilishga asoslanadi. Agar u o‘quv jarayonida ma’lum bir maqsadga erishish yo‘li sifatida qo‘llanilsa, metod xarakteriga ega bo‘ladi, biror bir jarayonni tadqiq etishda bosqichmabosqich, ma’lum bir algoritm asosida amalga oshirilsa, texnologik jihatni o‘zida aks ettiradi. “Keys-stadi” metodining o‘ziga xos xususiyatlari:-Izlanishga doir faoliyatning mavjud bo‘lishi. -Jamoaviy va guruhlarda o‘qitish. -Individul, guruhli va jamoaviy ish shakllari integratsiyasi. -Xilma-xil o‘quv loyihalarini ishlab chiqish. -Muvaffaqiyatga erishish uchun talabalarningo‘quv-bilish faoliyatini rag‘batlantirish .Masalan: keys bayoni. [1],[2]

Respublikamizda kimyo fanini o‘qitishda G‘.Umonqulovning “D.I.Mendeleyev kimyoviy elementlar davriy sistemasi” elektron qo‘llanmasi



mavjud. Ushbu elektron jadval kimyoviy elementlarning fizik kattaliklarini tez va oson topish imkoniyatini beradigan sodda dastur asosida tuzilgan. Akademik litseylarning kompyuterda o‘rgatuvchi dasturlar, qo‘llanmalarga, kompyuterdan foydalanib

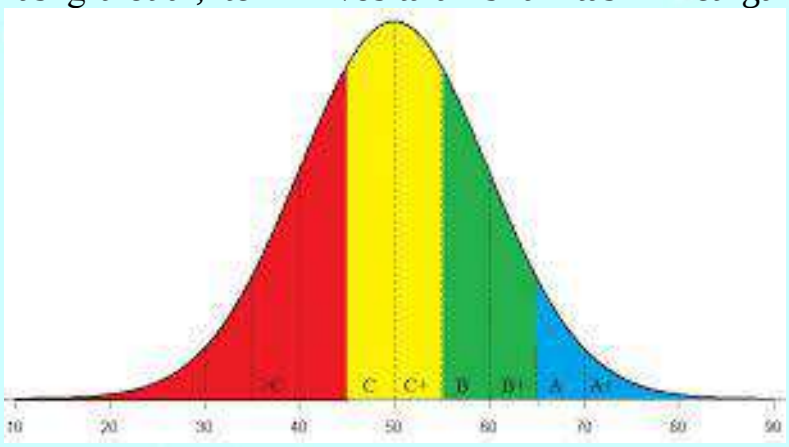
ISSN 3030-3907

o‘qitishga bo‘lgan ehtiyoj tadqiqot mavzusining naqadar dolzarb ekanligini belgilaydi. O‘zbek tilida esa ushbu muammoga bag‘ishlangan ilmiy ishlar deyarli yo‘q hisob.[3]

Elektron o‘quv qo‘llanma o‘zaro gipermurojaatlar bilan bog‘langan ma’lumot bazasi, vazifalari va nazorat blokida o‘qitish jarayonini interfaolligi bilan birga shu o‘quv qo‘llanma bo‘limlari orasidagi intelektual- mantiqiy aloqalar bo‘lishi kerak. Kimyo fani sohasida kompyuterdan foydalanish — mavzular bayoni tasvirlardagi animatsion harakatlar, tabiatdagi ko‘z bilan ko‘rish imkoni bo‘lmagan



kimyoviy jarayonlarni o‘ziga xos tarzda namoyish etish juda katta amaliy ahamiyatga ega ekanligi ko‘plab tadqiqotchi olimlar tomonidan isbotlab berilgan. O‘quv mashg‘uloti davomidagi faol faoliyat asosan talaba va o‘qituvchi tomonidan tashkil etiladi. Buning uchun ular orasidagi o‘zaro bog‘liqlik, ko‘p hollarda dars jarayonida qo‘llaniladigan metodik qo‘llanmalar vositasida tashkil etiladi. Ayniqsa, kimyo faniga endigina qadam qo‘yayotgan o‘quvchilarga didaktik o‘yinlarni o‘zida mujassam etgan noan’anaviy mashg‘ulotlar, texnik vositalar bilan tashkil etilgan dars jarayonining o‘ziyoq



“ajoyib” tuyuladi. Darslarda o‘quv texnik vositalardan foydalanish ayni paytda darslarni samarali, faol tarzda tashkil etishda, o‘quvchining diqqat e’tiborini jalb etish kabi kutilgan natijalarni bermoqda. Barkamol avlodni tarbiyalashda innovatsion pedagogik texnologiyalar asosida kimyo darslarini o‘qitishda elektron darsliklar yaratish, ularni akademik litsey va kasb hunar kollejlarining ta’lim tizimiga qo‘llash o‘quvchilarni pedagogik mahoratini sakllantirishda yordam beradi.

Anorganik kimyoda kimyoviy elementlarning “Davriy qonuni va davriy jadvali” mavzusini uslubiy jihati mukammal bo‘lishida zaruriy ko‘rgazmalar va o‘qitish vositalaridan samarali foydalanish juda muhim. Fandagi ba’zi yangi

ISSN 3030-3907

atamalarni izohlashning usulublarini ishlab chiqish talab etiladi. Mavzu bibliografik xarakterga ega bo‘lib, darslikdagi ma’lumotlar chegaralanishi darsni “zerikarli” holatga olib kelishi mumkin. Kimyodan o‘quv dasturining asosiy vazifasi o‘qituvchiga ayni fanning zaruriy tushunchalari va qonunlari asosida kimyoviy jarayonlarni boshqarish, zamonaviy usullar bilan yangi-yangi moddalar olish va ulardan nafaqat sanoat, qishloq xo‘jaligi miqyosida, shuningdek kundalik turmushda, oilada bo‘lishi kerak.[4] foydalanishning umumiy yo‘nalishlarini ko‘rsatib berishdan iborat

Kimyo o‘qitish metodikasi fanining boshqa fanlar bilan bog‘liqligi, kimyo darslarida innovatsion metodlardan foydalanishning nazariy asoslarini o‘rganish bo‘yicha chet el olimlaridan E.G.Polupanenko, V.A.Kuzurman, I.V.Zadorojniy, E.E.Minchenkov, M.S.Pak, , S.I.Gilmanshina kabilarning ishlari diqqatga sazovordir. Yuqorida keltirilgan olimlar va ular tomonidan olib borilgan tadqiqotlarni tahlil qilar ekanmiz, ularda kimyo fanini o‘qitish shakllari, kimyo darslarida qo‘llash mumkin bo‘lgan usullar va ularning ahamiyati izohlanganligini, talabalar bilimini baholash bo‘yicha qator qimmatli fikrlar berilganligini ko‘rishimiz mumkin bo‘ladi[5]. Lekin kimyo fanini o‘qitish borasida qator kam tadqiq etilgan, ushbu yo‘nalishlar borligini ham ta’kidlash zarur:

1. Kimyo fanini o‘qitish jarayonining psixologik asoslari etarlicha tahlil qilinmagan, aynan ana shu yo‘nalishda kerakli tavsiyalar keraklicha ishlab chiqilmagan. Darsning samarali bo‘lishida o‘qituvchining talaba psixologiyasini chuqur bilishi, uning kayfiyatiga yaxshi ta’sir o‘tkazib, unda faqat ijobiy emotsiyalarni yuzaga keltirish orqari motivatsiyani oshirib, qiziqishni rivojlantiradigan texnologiyalarni takomillashtirish va yangilarini ishlab chiqib, ulardan darslarda foydalanish lozim.

2.Bugungi kunda kimyo fanidan talabalar bilimidagi bo‘shliqlarni aniqlash va bartaraf etishning zamonaviy, samarali usullari kam o‘rganilgan. Darsning eng asosiy qismlari hisoblangan o‘tilgan va yangi mavzuni mustahkamlash jarayonida bir topshiriq doirasida ham kimyoviy qonuniyatni bilish, formuladan foydalanish, reaksiyalarni qo‘llash, ijodiy qobiliyatni ishga solishga va rivojlantirishga imkon beradigan “Intellekt xarita”, “Kvest”, “Matnli mantiqiy topshiriqlar”, “Swot-Tahlil”, “Keys-Study” kabi zamonaviy texnologiyalar va topshiriqlarni takomillashtirish.

3. Darsda mavzuni tushuntirish uchun foydalaniladigan ko‘rgazmalarning va talabalar uchun tuzilgan topshiriqlarning chizmali, jadvalli, rasmli ko‘rinishlarini ishlab chiqish lozim. Chunki aynan shunday ko‘rinishdagi topshiriqlar va ko‘rgazmalar xotirada uzoqroq saqlanishi va mavzuni yaxshiroq tushunishga yordam beradi.[6]

ISSN 3030-3907

Kimyo darslarining samaradorligini oshirishda innovatsion usullardan foydalanish muammosi xorijiy va yurtimiz pedagoglari tomonidan juda keng o‘rganilgan bo‘lib, shu yo‘nalishda turlicha yutuqlarga erishilgan. Shu bilan birga, shu kungacha yaratilgan metodlar va texnologiyalarni zamon talabiga moslashtirish uchun ularni biroz o‘zgartirish, takomillashtirish lozim. Bunda talabalarning ijodiy qobiliyatlari va kreativ fikrlash jarayonini rivojlantirishga urg‘u berilsa, maqsadga muvofiq bo‘lar edi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Omonov H.T., Qurbonnazarov O.A. Kimyo, inson va biosfera. –Toshkent: O‘zbekiston ziyolilarining ilmiy-ma‟rifiy uyushmasi, 1993.-26 b.2.
2. Omonov H.T. Kimyogarlik kasbi: yutuq va muammolar. //“Kasb ta‟limi”: muammolar va yechimlar” mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy seminari materiallari.–Toshkent: Toshkent Moliya instituti, 2011. –56-57 b.3.
3. Umonqulov G‘. “D.I.Mendeleyev kimyoviy elementlar davriy sistemasi” elektron qo‘llanmasi.
4. Xolmamatova L. Kimyo darslarini yangi pedagogik texnologiya asosida tashkil etish. Xalq ta’limi 2007. №5.- 81-83 b.
5. Каххаров, А. А. (2015). Особенности преподавания начертательной геометрии и инженерной графики с использованием современных компьютерных технологий. Nauka-rastudent. ru, (6), 14-14.
6. Kahharov, A. A. (2021). Intensive Methods of Developing Students' Spatial Imagination in the Teaching of Graphic Sciences. Annals of the Romanian Society for Cell Biology, 11885- 11892

ISSN 3030-3907

THE CONTAMINATION PROCESS OF DIESEL ENGINE LUBRICATION SYSTEMS IN DUSTY ENVIRONMENTS AND ITS IMPACT ON BEARINGS

Azamat Makhmudov
Associate Professor of the Department of Mining Electrical Mechanics at Navoi State Mining and Technology University
Lochin Khudoyberdiyev
Associate Professor of the Department of Mining Electrical Mechanics at Navoi State Mining and Technology University
Ilkhom Khushbokov
Master's student in the 27M-24 KIEA group at Navoi State Mining and Technology University

Abstract: This article presents a scientific study of the contamination process in lubrication systems of diesel engines operating under high dust and limited ventilation conditions in underground mines, as well as its impact on bearing reliability. In the mine environment, airborne dust concentration can reach 150-300 mg/m3, accelerating the penetration of solid mineral particles sized 5-40 μm through air filters into the oil system. Dust particles entering the oil disrupt the hydrodynamic oil film, intensifying abrasive wear on the bearing surface, causing localized heating, uneven load distribution, and reduced bearing service life. Calculations based on the Archard model indicate that as dust levels increase, bearing wear rises by 2.5-3 times. The study found that preventive measures such as two-stage air filtration, cyclone cleaners, and continuous oil condition monitoring are highly effective for diesel equipment used in mines. The results have practical significance for improving the reliability of diesel engines suitable for mine environments and reducing operational costs.

Keywords: diesel engine, mine environment, high dust levels, lubrication system, oil contamination, abrasive particles, bearing wear, mineral dust, hydrodynamic oil film, Archard abrasive wear model, two-stage filtration, cyclone cleaners, maintenance intervals, operational reliability.

Аннотация: В данной статье представлено научное исследование процесса загрязнения в системах смазки дизельных двигателей, работающих в условиях высокой пыли и ограниченной вентиляции в подземных шахтах, а также его влияния на надежность подшипников. В шахтных условиях концентрация пыли в воздухе может достигать 150-300 мг/м3, что ускоряет проникновение твердых минеральных частиц размером 5-40 мкм через воздушные фильтры в нефтяную систему. Частицы пыли, попадающие в масло, нарушают гидродинамическую пленку масла, интенсифицируя абразивный износ на поверхности подшипника, вызывая локальное

ISSN 3030-3907

нагревание, неравномерное распределение нагрузки и снижение срока службы подшипников. Расчеты, основанные на модели Archard, показывают, что с увеличением уровня пыли износ подшипников увеличивается в 2,5-3 раза. Исследование показало, что профилактические меры, такие как двухступенчатая фильтрация воздуха, циклонные очистители и непрерывный мониторинг состояния нефти, высокоэффективны для дизельного оборудования, используемого в шахтах. Полученные результаты имеют практическое значение для повышения надежности дизельных двигателей, подходящих для шахтных условий, и снижения эксплуатационных расходов.
Ключевые слова: дизельный двигатель, шахтная среда, высокий уровень запыленности, система смазки, загрязнение масла, абразивные частицы, износ подшипников, минеральная пыль, гидродинамическая масляная пленка, модель абразивного износа Арчарда, двухступенчатая фильтрация, циклонные очистители, интервалы технического обслуживания, эксплуатационная надежность.

Annotatsiya: Ushbu maqolada yer osti konlarida yuqori chang va cheklangan shamollatish sharoitlarida ishlaydigan dizel dvigatellarining moylash tizimlaridagi ifloslanish jarayoni hamda uning podshipniklarning ishonchliligiga ta’siri ilmiy jihatdan o‘rganilgan. Shaxta muhitida havodagi chang konsentratsiyasi 150-300 mg/m³ gacha yetishi mumkin, bu esa 5-40 μm o‘lchamdagi qattiq mineral zarrachalarning havo filtrlari orqali moy tizimiga kirishini tezlashtiradi. Moyga kirgan chang zarrachalari gidrodinamik moy pardasi buzilishiga olib keladi, bu esa podshipnik yuzasida abraziv yeyilishni kuchaytiradi, mahalliy qizish, yuklamaning notekis taqsimlanishi va podshipnikning xizmat muddatini qisqartiradi. Archard modeli asosidagi hisob-kitoblar shuni ko‘rsatadiki, chang miqdori ortishi bilan podshipniklarning yeyilishi 2,5-3 barobar ortadi. Tadqiqot natijasida konlarda ishlatiladigan dizel uskunalari uchun havoni ikki bosqichli filtrlash, siklon tozalagichlari va moy holatini uzluksiz nazorat qilish kabi oldini olish choralari juda samarali ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar kon sharoitlariga mos dizel dvigatellarining ishonchliligini oshirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish uchun amaliy ahamiyatga ega.
Kalit so‘zlar: dizel dvigateli, kon muhiti, yuqori chang darajasi, moylash tizimi, moy ifloslanganligi, abraziv zarrachalar, podshipniklarning yeyilishi, mineral chang, gidrodinamik moy pardasi, Archard abraziv yeyilish modeli, ikki bosqichli filtrlash, siklon tozalagichlar, texnik xizmat ko‘rsatish davriyligi, ishlatish ishonchliligi.

Introduction

Diesel engines operating in mining and underground environments are continuously exposed to extreme external conditions, including high

ISSN 3030-3907

concentrations of mineral dust, abrasive solid particles, elevated humidity, and significant temperature fluctuations. In such environments, the reliability and service life of a diesel engine are determined largely by the operational stability and cleanliness of its lubrication system. The lubrication system must continuously ensure the formation of a stable hydrodynamic oil film with a nominal thickness ranging from 5 to 25 μm, depending on engine speed and bearing load. Any disturbance in this film especially caused by dust-induced contamination directly leads to accelerated component degradation.

One of the critical challenges in mining conditions is the ingress of external particulate matter into the lubrication circuit. Studies show that up to 60–70% of bearing failures in underground diesel machinery are directly related to oil contamination by abrasive particles. Mineral dust in mines often contains quartz (SiO_2) particles with a hardness of 7 on the Mohs scale, which makes them significantly harder than most bearing materials (typically Babbitt alloys with hardness around HB 22–30 or bronze alloys HB 70–90). Because of this hardness difference, even small contaminants - particles sized 10 – 40 μm can penetrate the lubrication layer, scratch the bearing surface, and disrupt the hydrodynamic regime.

When abrasive particles pass through the lubrication system, they increase frictional forces and generate micro-cutting effects on the bearing surface. These microscopic scratches create localized heat concentrations; research indicates that contaminated oil can increase bearing temperature by 15–35°C, accelerating oxidation and viscosity breakdown. As viscosity degrades (for example, a 10–15% drop in viscosity index), the oil film becomes thinner, increasing direct metal-to-metal contact, which multiplies wear rate by a factor of 2–4 times.

In diesel engines used in underground mines, nominal oil purity must comply with ISO 4406 contamination codes of 18/16/13 or better. However, field measurements in dusty mining operations frequently show contamination levels equivalent to 22/20/17, which indicates particle concentrations up to eight times higher than acceptable limits. Under such conditions, oil filters typically designed with nominal filtration ratings of 10 – 20 μm tend to clog rapidly. A clogged filter increases differential pressure and may trigger bypass valve opening, allowing unfiltered oil to directly reach the bearings, significantly increasing the risk of abrasive wear.

Among engine components, plain bearings (main and connecting-rod bearings) are most vulnerable to abrasive wear. Their normal operating clearance is only 20–60 μm, meaning that any particles approaching this size can become trapped in the lubrication gap. Once embedded, they act as cutting tools, causing scuffing, localized melting, and fatigue cracks. Experimental data show that quartz-contaminated oil can reduce bearing service life from an expected 8,000–12,000

ISSN 3030-3907

hours down to 3,000–5,000 hours, depending on engine load and maintenance frequency.

Materials and methods

Dust penetration into the diesel engine oil system occurs through several physical and mechanical mechanisms:

❖ Decrease in the efficiency of air filters. In mining conditions, the surface of the air filter quickly becomes covered with mineral dust. This restricts air flow, causing the inner layers of the filter to rapidly fill up, and diminishing its ability to capture particles in the range of 0.8-2.0 microns.

❖ Gas leakage through piston rings. Wear on the piston liner surface or deterioration of the rings causes blow-by gases to pass into the oil sump. These gases carry microscopic dust and carbon-like particles.

❖ Contamination through the fuel system. Low-quality diesel fuel may contain mineral and metal particles measuring 10-20 μm. Microscopic wear in fuel pumps and injectors can also lead to the introduction of contaminants into the oil.

❖ Air ingress during maintenance. When replacing filters, oil caps, and pipes, airborne dust can directly enter the oil system. This is particularly severe in mines - as the environment constantly has a dust content of 150-300 mg/m3.

Mine dust particles have the following characteristics: Dust particle size 1-5 μm - the most dangerous, easily passes through filters; 5-20 μm - penetrates the bearing oil film, causing abrasive wear; 20-100 μm - remains in the filters, but quickly clogs them;

Mineral composition includes quartz (SiO2) - the hardest particle, proven to wear out bearings 2-3 times faster; calcium oxides - affect the oil's pH balance; and metallic ore dust - clogs magnetic filters;

Dust concentration norm in mines: 2-5 mg/m3, actual condition: 15-40 mg/m3, explosive zones: over 40 mg/m3;

Mineral particles in the oil system cause damage in two ways:

It "cuts through" the hydrodynamic film. Normally, there is an oil film 5-15 microns thick between the bearing and the shaft. If the oil contains particles of 20-40 μm, they inevitably lock onto metal surfaces, leaving scratches and grooves. This increases the coefficient of friction by up to 40%.

ISSN 3030-3907

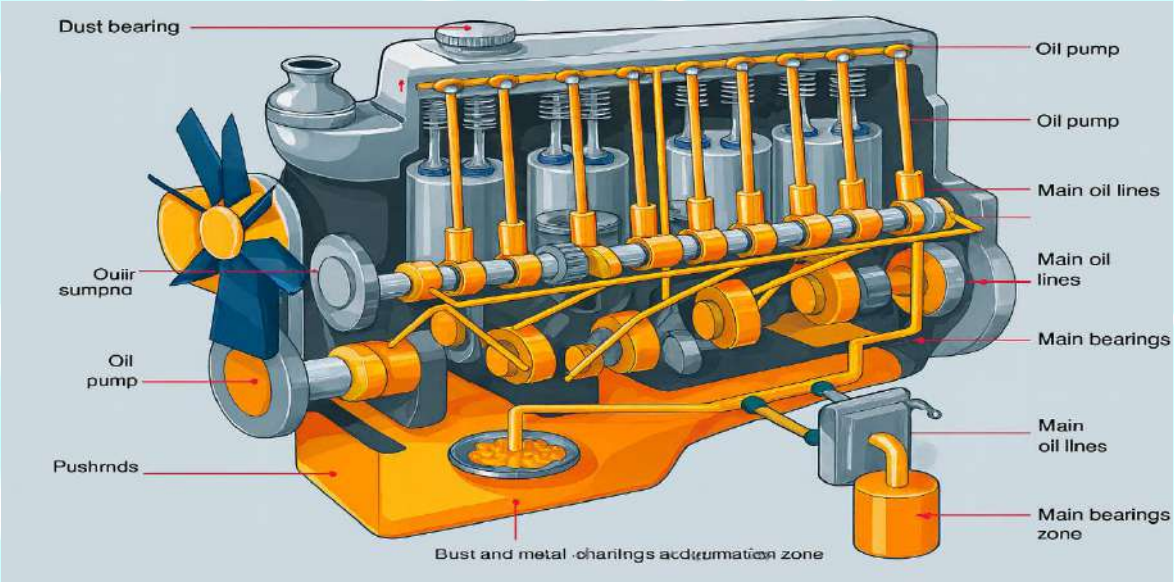


Figure 1. Cross-sectional technical illustration of the diesel engine lubrication system.

This condition directly affects the diesel engine.

Abrasive paste effect. When dust and oil mix, a mass resembling "fine sand paste" is formed. This mass constantly rubs against the shaft and bearing surfaces, leading to rapid material loss.

Abrasive wear is estimated according to the Archard model:

$$W = K \cdot \frac{L \cdot H}{s}$$

This formula shows that wear:

L - increases with increasing load,

H - increases if the dust particle hardness is high,

s - increases exponentially if the sliding distance is long.

Oil film thickness:

$$h = \frac{6\eta U}{p}$$

η - oil viscosity

U - linear velocity of the shaft

p - contact pressure

Depth of penetration of abrasive particles into the bearing surface:

$$d = \sqrt{\frac{6W}{\pi b}}$$

b - bearing surface working width

Since the hardness of quartz dust in the mine environment is 7 on the Mohs scale, scratches form on the bearing surface very quickly.

ISSN 3030-3907

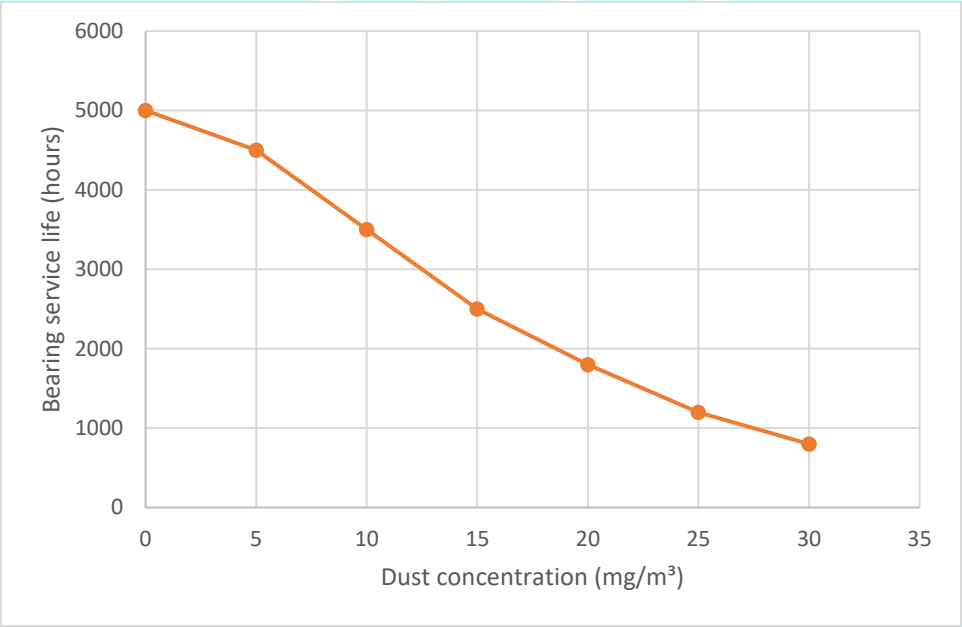


Figure 2. Bearing service life (hours)

Studies show that:

- At a dust concentration of 150 mg/kg, bearing wear increases by 2.5-3 times.
- The thickness of the hydrodynamic film decreases by 30%.
- The increase in bearing temperature is 12-18°C.
- The friction moment increases by 22%.
- The total bearing life is reduced by 35-45%.

This seriously impacts the reliability of the engine.

Conclusions

Diesel engines operating in underground mining conditions and mine are susceptible to rapid contamination of their lubrication systems due to harsh operating environments, such as high mineral dust levels, humidity, and temperature fluctuations. Analysis shows that airborne quartz and metal particles ranging from 5 to 40 μm in size can easily pass through air filters and enter the oil system. Mineral dust particles that infiltrate the oil disrupt the hydrodynamic oil film, accelerating abrasive wear on bearing surfaces by 2.5 to 3 times.

As dust concentrations in the mine environment can reach 150-300 mg/m3, protecting the oil system is directly linked to optimizing maintenance intervals and upgrading oil filters. Research results indicate that implementing two-stage air filtration, utilizing cyclone separators, conducting continuous laboratory monitoring of oil condition, and installing magnetic cleaners in grinding zones significantly enhance engine reliability.

Generally, dust accumulation in the oil systems of diesel engines is one of the primary causes of rapid bearing wear, leading to increased operational costs and a higher likelihood of machine fleet failure. The findings of this study have

ISSN 3030-3907

practical significance for designing reliable diesel equipment suitable for mining conditions and optimizing maintenance systems.

REFERENCES:

1. S. Makhmudov, A. Makhmudov, L. Khudojberdiev, I. Rakhmonov, Criteria forassessing the performance of mining and transport equipment of mining enterprises, Proceedings 12986, Third International Scientific and Practical Symposium on Materials Science and Technology (MST-III 2023), 129860P (2024). https://doi.org/10.1117/12.3017722.
2. Azamat M., Sherzod M., Lochin K. Research and assessment of the perational manufacturability of road transport equipment using modern on-board diagnostic and machine control systems //Universum: техническиенауки. – 2022. –No. 8-3 (101). –C. 33-36.
3. Xudoyberdiyev L.N., Maxmudov A.M. Kar'yer avtotransportlarini ishga tushirishdagi ko'rsatkichlarni aniqlash //молодой исследователь: вызовы и перспективы. – 2020. –c. 365-368.
4. Maxmudov A.M. Maxmudov Sh.A., Xudoyberdiyev L.N. O'zbekiston konchilik korxonalarida qo'llaniladigan karyer avtosamosvallarini texnik holatini tadqiq qilish va baholash // Academic Research and Educatinal Science – Volume 3, issue 7 – July 2022 – P 396-401.
5. AM Maxmudov, LN Xudoyberdiyev. - Kar'yer avtotransporti jihozlarining ishlashi va diognostikasining ishonchliligini oshirish bo'yicha izlanishlar va texnik yechimlar ishlab chiqish // Интернаука, 2020
6. X.L. Nekovich Texnik diagnostika, avtotransportlarga texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash masalalarining holati bo'yicha tahlili // Development of science 7 (Volume 1.), 379-385 (2025)
7. Khudoyberdiyev Lochin Nekovich. Analysis of the influence of relief on the choice of transport for transporting ore from the ore storage house of the "Skipovoy" stovoly, located in the zarmitan golden mine zone, to the 4-gmz ore storage house
8. Khudoyberdiyev Lochin Nekovich. Strategies to enhance the operational efficiency of transport equipment in external logistics of mining and processing facilities // JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY SCIENCES AND INNOVATIONS – Volume 4, Issue 10.

ISSN 3030-3907

FILTR TO‘QIMALARI, ULARNING TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARINI AYRIM PARAMETRLAR ORQALI NAZARIY ASOSLASH.

R.M.Yangiboev
Termiz Davlat muhandislik va agrotexnologiya universiteti PhD, katta o‘qituvchi
E-mail: ryangiboyev@bk.ru
B.R.Allaqulov
Termiz Davlat muhandislik va agrotexnologiya universiteti PhD, katta o‘qituvchi
E-mail: allakulovbegench@gmai.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada un ishlab chiqaruvchi korxonalarda qo‘llaniladigan yeng filtr to‘qimalarining tarkibi, ularning texnologik xususiyatlari va samaradorlikka ta’sir etuvchi omillar ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Maqolada poliyester asosidagi filtr to‘qimalarining havo o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, tolalararo bo‘shliqlarning porozligi, matoning tuzilish zichligi kabi omillar filtrning changni ushlash samaradorligiga qanday ta’sir qilishi nazariy asoslar bilan yoritilgan. Shuningdek, yeng filtrlarining uzilishga chidamliligi, elastiklik darajasi va ko‘p martalik yuklanishlarga barqarorligi laborator o‘lchovlar hamda adabiyot manbalari asosida tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: poliyester tolalari, yeng filtr to‘qimalari, un sanoati, havo o‘tkazuvchanlik, g‘ovaklik, uzilishga chidamlilik.

Аннотация. В статье проведен научный анализ состава рукавных фильтровальных тканей, используемых на мукомольных предприятиях, их технологических свойств и факторов, влияющих на их эффективность. В статье рассмотрены теоретические основы влияния таких факторов, как коэффициент воздухопроницаемости фильтровальных тканей на основе полиэфиров, пористость межволоконных пространств и плотность структуры ткани на эффективность пылеулавливания фильтра. Кроме того, на основе лабораторных измерений и литературных источников проанализированы прочность на разрыв, эластичность и устойчивость рукавных фильтров к многократным нагрузкам.

Ключевые слова: полиэфирные волокна, рукавные фильтровальные ткани, мукомольная промышленность, воздухопроницаемость, пористость, сопротивление разрыву.

Abstract. This article provides a scientific analysis of the composition of bag filter fabrics used in flour mills, their technological properties, and the factors affecting their effectiveness. It examines the theoretical basis for the influence of factors such as the air permeability coefficient of polyester-based filter fabrics, the porosity of

ISSN 3030-3907

interfiber spaces, and the fabric structure density on the dust collection efficiency of the filter. Furthermore, the tensile strength, elasticity, and resistance of bag filters to repeated loads are analyzed using laboratory measurements and literature.

Key words: polyester fibers, sleeve filter fabrics, flour milling industry, air permeability, porosity, tear resistance.

Kirish

Zamonaviy un ishlab chiqaruvchi korxonalarda texnologik jarayonlar davomida katta miqdorda mayda chang hosil bo‘ladi. Bu changning ishchi muhitga tarqalishi havo ifloslanishi, ishlab chiqarish gigiyenasining buzilishi, uskuna va ventilyatsiya tizimlarining ishdan chiqishi, shuningdek, portlash xavfining ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Ushbu muammolarni bartaraf etishda yeng filtrlar asosiy rol o‘ynaydi. Filtrlovchi matoning sifati, uning fizik-mexanik va aerodinamik xususiyatlari butun filtratsiya tizimining samaradorligini belgilaydi.

Un sanoatida eng ko‘p qo‘llaniladigan filtr materiallaridan biri poliyester (PES) tolalaridan tayyorlangan yeng to‘qimalardir. Poliyesterning yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo‘lishi, namlikni kam yutishi, kimyoviy moddalarga nisbatan barqarorligi va uzoq muddatda o‘z xususiyatlarini saqlashi filtrlar uchun muhim afzallikdir. Ushbu maqolada poliyester yeng filtr materiallarining asosiy texnologik ko‘rsatkichlari – havo o‘tkazuvchanligi, uzilishga chidamliligi va ishlash yaroqliligi muddati ilmiy-nazariy jihatdan asoslab beriladi.

Jahon va mahalliy ilmiy manbalarda filtr to‘qimalarining samaradorligi ularning tolaviy tarkibi, to‘qima strukturası, yuza zichligi, g‘ovaklik darajasi va havo o‘tkazuvchanligi bilan chambarchas bog‘liq ekani ko‘rsatib o‘tilgan. Poliyester asosidagi filtr materiallari chang ushlash samaradorligi (95–99%), yaxshi elastiklik, termik barqarorlik (120–150 °C gacha). Shu bilan birga, oqma changlarning yeng filtrga yopishishi, tozalash tsikllari ta’siri va matoning eskirishi filtrning ishlash muddatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Adabiyotlar tahlilidan ma’lum bo‘ladiki, havo o‘tkazuvchanlik filtretsiya samaradorligini belgilovchi eng muhim parametr hisoblanadi. Biroq yuqori havo o‘tkazuvchanlik ba’zida chang ushlash darajasini kamaytirishi mumkin. Shu sababli to‘qima tuzilishini optimallashtirish muhim vazifa sanaladi.

Respublikamizda 2024- yilning yanvar-fevral oyida 13 276 ta yangi korxona va tashkilotlar tashkil etildi. Bugungi kunda «O‘zdonmahsulot» aksiyadorlik kompaniyasi tizimida 100 dan ortiq korxonalar o‘z faoliyatini yurutib kelmoqda. “O‘zdonmahsulot” AK tarkibidagi korxonalar tomonidan 2023- yil yakuni bilan jami sanoat mahsulotlari ishlab chiqarish hajmi 3 252 mlrd so‘mni tashkil etdi. Jumladan, 468,7 ming tonna un, 184,4 ming tonna omuxta yem ishlab chiqarildi.[1]

ISSN 3030-3907

Ushbu turdagi filtr to‘qimalarini ishlab chiqarish uchun bir nechta noto‘qima yeng filtr namunalar olindi va havo o‘tkazuvchanligi aniqlanib tahlil qilindi. Tahlil natijalari zamonaviy usullaridan foydalanilgan. Olingan namunalarning havo o‘tkazuvchanligi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Turli namunalarning havo o‘tkazuvchanligi

№	Namunalar	Qiymatlar
7.	I- namuna	2.51
8.	II- namuna	2.03
9.	III- namuna	4.20
10.	IV- namuna	5.29
11.	V- namuna	3.78

1-jadval asosida turli namunalardan olingan natijalarning havo o‘tkazuvchanligining gistogrammasi ishlab chiqildi va tajriba namunalari laborotoriya sharoitida АП-360 CM jihozi orqali aniqlandi.

Belgilangan havo bosimida (5 mm. suv.ust) to‘qima yuzasi (1m²) orqali vaqt birligi ichida (s) o‘tgan havo miqdori (sm³/sm³/s) quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$B_{\Delta P} = \frac{V}{S\tau}$$

Bu yerda V -xavo xajmi, sm³; S -to‘qima yuzasi, sm²; t vaqt, sek. [2]

Filtr to‘qimalarning g‘ovakliligi filtr to‘qimalarining holati haqida ma'lumot beruvchi statik parametrdir. Filtr to‘qimalarning g‘ovakliligi nisbatan yuqori bo‘lib, qiymatlari 60% dan 90% gacha. Filtr to‘qimalarning g‘ovakliligi havo o‘tkazuvchanlikning maqbul chegarasini yoki to‘yinganlikning pasayishini belgilash imkonini beruvchi dinamik parametrdir. [3]

Havo oqimi asosan to‘qimaning g‘ovak qismlaridan o‘tadi. Shuning uchun g‘ovaklikning oshishi:

- havo o‘tkazuvchanlikni ko‘paytiradi,
- filtrning aerodinamik qarshiligini kamaytiradi.

G‘ovaklik va havo o‘tkazuvchanlik orasidagi bog‘liqlik tajribaviy holda Darcy qonuniga asoslanadi:

$$\frac{\Delta P}{L} \cdot \frac{k \cdot A}{\mu} = Q$$

Bu yerda k (Darcy koeffitsienti) to‘qima g‘ovakligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri proportional. G‘ovaklik 60% dan 75% gacha oshganda havo o‘tkazuvchanlik 1.5–2 baravar yuqorilashi ilmiy manbalarda qayd etilgan. [4]

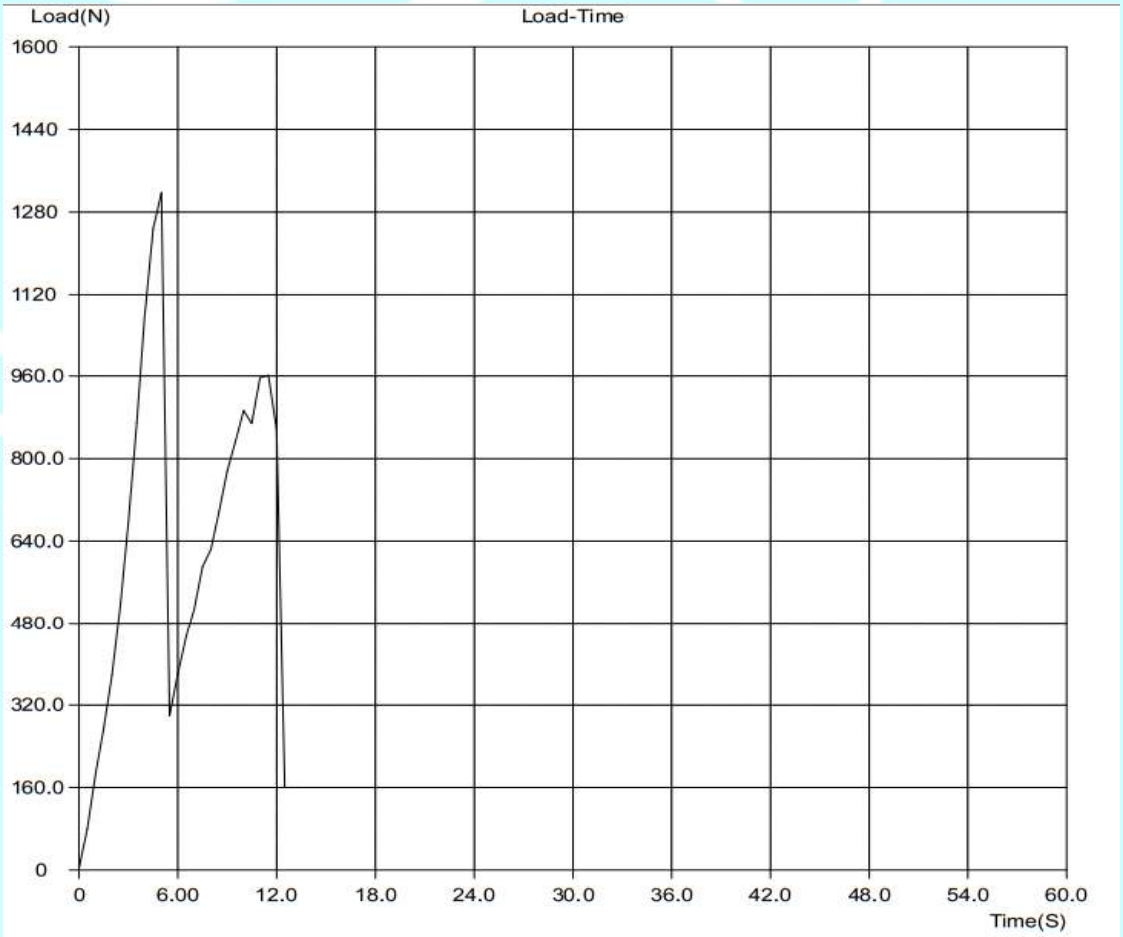
Filtr to‘qimalarining uzilishga chidamliligi — materialning tashqi kuchlar ta’sirida deformatsiyalanmasdan, yirtilmasdan va uzilmasdan turish qobiliyatidir.

ISSN 3030-3907

Ayniqsa poliyester ignali filtr to‘qimalari un sanoati chang-havo aralashmalarida yuqori dinamik yuklamalarga duch keladi, shuning uchun ularning mustahkamligi ilmiy asoslangan holda o‘rganilishi zarur.

R.M.Yangiboyev “Mahalliy xomashyodan issiqlikbardosh filtrbop to‘qimalarni loyihalash va ishlab chiqarish” nomli Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (phd) dissertatsiyasida filtrbop to‘qimalarning uzulish kuchini o‘sib boruvchi kuch yordamida aniqlagan. [5]

“Surxondaryodonmahsulotlari” AJ un ishlab chiqaruvchi korxonasida mavjud elovchi va so‘ruvchi uskunalarda filtr to‘qimalar ishlatilinib kelinmoqda. Bu filtr to‘qimalar Elovchi uskunaning “Rassiv-rukavalari” va “Sitoveyka-rukavalari”ida qolaversa So‘ruvchi uskunaning filtr- rukavalarida maxsus noto‘qima matodan to‘qilgan filtrlar qo‘llanilib kelinmoqda. Bu noto‘qima matolarni to‘qima matolariga almashtirish uchun bu noto‘qima matolarning sifat ko‘rsatgichlari aniqlandi, Bunga ko‘ra “WDW-5E gazlamaning uzish kuchini aniqlash uskunasi” orqali filtr to‘qimaning uzilish kuchi aniqlandi. 1-graffik



1-graffik

Olib borilgan tajriba natijalarga ko‘ra un zavodlarida qo‘llanilib kelayotgan noto‘qima yeng filtrlarini to‘qima shaklida to‘qish va uni un zavodlarida qo‘llash uchun uzilish kuchi 1200 N kuchga teng bo‘lgan to‘qimalar ishlab chiqarish kerak. [6]

ISSN 3030-3907

Filtr to‘qimalarining xizmat muddati (yaroqliligi) sanoat chang ajratish tizimlarining samaradorligiga bevosita ta’sir qiluvchi asosiy parametrlardan biridir. Un sanoatida qo‘llaniladigan poliyester (PES) asosli yeng filtrlar yuqori chang yuklamasi, davriy impulsli tozalash, namlik va haroratning o‘zgarib turishi kabi omillar ta’sirida sekin-asta degradatsiyaga uchraydi. Filtr matosining yaroqlilik muddati quyidagi uch asosiy jarayonlar natijasida cheklanadi: mexanik charchash, termooksidativ degradatsiya, va chuqur chang penetratsiyasi.

Yeng filtrlar ishlash jarayonida to‘xtovsiz ravishda "pulsatsion yuklanish" deb ataluvchi siklli kuchlanishga duch keladi. Impulsli tozalash (pulse-jet cleaning) vaqtida to‘qima qisqa vaqt ichida yuqori amplitudali deformatsiya ostida qoladi. Bu jarayon charchash mexanizmini keltirib chiqaradi.

Filtr to‘qimasining xizmat muddatini mexanik charchash bo‘yicha baholash uchun Miner qo‘shilish qoidasi (Miner’s rule) qo‘llanadi:

$$D = \sum_{i=1}^{n} \frac{n_i}{N_i}$$

Poliyester to‘qimalarida$N_i$qiymati tolalararo bog‘lanish mustahkamligi va iplarning buram darajasiga bog‘liq bo‘lib, tajribaviy ravishda 10^4–10^6 sikl oralig‘ida bo‘ladi. Chang yuklamasi yuqori bo‘lgan korxonalarda nin_ini tez ko‘paygani uchun D qiymati 8–12 oyda 1 ga yaqinlashishi mumkin.

Yeng filtr to‘qimalarining texnologik xususiyatlarini nazariy asoslash un ishlab chiqaruvchi korxonalar uchun filtrlash jarayonining barqarorligi va samaradorligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotlarda poliyester (PES) tolalaridan tayyorlangan filtr matolari mexanik va fizik-kimyoviy omillarga nisbatan yuqori barqarorlik ko‘rsatishi bilan ajralib turishi aniqlandi. To‘qimalarning g‘ovaklik darajasi ularning havo o‘tkazuvchanligi hamda changni ushlash samaradorligini belgilovchi asosiy parametr bo‘lib, g‘ovaklikning tolalar diametri, iplarning yigirish texnologiyasi, matoning to‘qilish zichligi va real ekspluatatsion sharoitlarga bog‘liqligi ilmiy asoslar orqali tasdiqlandi. Uzilishga chidamlilik bo‘yicha olib borilgan tahlillar filtr to‘qimalari impulsli tozalash sikllari ta’sirida takroriy deformatsiyalarga duch kelishi, natijada esa tolalararo bog‘lanishlarning asta-sekin zaiflashishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Yakuniy xulosaga ko‘ra, poliyester yeng filtr to‘qimalarining texnologik xususiyatlarini chuqur ilmiy asoslash ularni to‘g‘ri tanlash, samarali ishlatish va xizmat muddatini oshirishga imkon beradi. PES asosidagi filtrlar o‘zining yuqori mustahkamligi, barqaror g‘ovakligi, yaxshi havo o‘tkazuvchanligi hamda oksidlanishga nisbatan chidamliligi sababli un sanoati korxonalari uchun optimal variantlardan biri hisoblanadi. Filtr matolarining texnologik parametrlarini ilmiy yondashuv asosida optimallashtirish esa ishlab chiqarish jarayonida ekologik

ISSN 3030-3907

xavfsizlikni ta’minlash, energiya sarfini kamaytirish va chang ajratish tizimlarining uzoq muddatli va barqaror ishini kafolatlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. "O‘zdonmahsulot" https://www.uzdon.uz/img/stuct/72/_390/2023_yakuni.pdf
2. STUDYING THE ALTERNATIVE TECHNOLOGICAL FACTORS OF THE LOOM IN THE PRODUCTION OF TEXTILES BASED ON BASALT YARN http://niet.uz/index.php/nj/article/view/629
3. STUDY OF POROSITY AND PERMEABILITY OF AIR FILTER MATERIAL IN RESPIRATORY PROTECTION FILTERS file:///C:/Users/User/Downloads/Study_of_porosity_and_permeability_of_air_filter_m%20(1).pdf
4. https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D0%B0%D1%80%D1%81%D0%B8
\
5. R.Yangiboyev “Mahalliy xomashyodan issiqlikbardosh filtrbop to‘qimalarni loyihalash va ishlab chiqarish” Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi Toshkent-2023
6. ИССЛЕДОВАНИЕ РАЗРЫВНАЯ НАГРУЗКА ФИЛЬТРУЮЩЕЙ ТКАНИ https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16989
7. Alisher hoshim o‘g‘li, T., & Nabiullayevich, A. S. (2024). Neft Va Gazni Qayta Ishlash Korxonalari Jihoz Va Qurilmalarida Kelib Chiqishi Mumkin Bo’lgan Korroziyalar Va Ularning Ldini Olish Usullari. Miasto Przyszłości, 46, 847-851.
8. Hoshim O‘g‘li, T. A., Universiteti, B. D. T., Jumayevich, D. S. B., & Raxmatovna, D. X. G. Z. GAZLARNI MEA YORDAMIDA ABSORBSION TOZALASH.
9. Alisher, T., Vokhid, A., & Bobir, O. (2022). Synthesis and properties of thiourea based inhibitors. Universum: технические науки, (8-3 (101)), 63-65.
10. Темиров, А. Х. (2024). Технология Производства Ингибиторов Коррозии. Miasto Przyszłości, 46, 832-836.
11. Temirov, A. H. O. G. L., O‘G‘Li, G. A. H., & Nosirov, S. N. O. G. L. (2024). Kondensatsiya usuli yordamida gazni qayta ishlash texnologiyasi. Science and Education, 5(3), 204-210.
12. Temirov A. H., To‘raqulova M. Q. & Izzatov D. H. (2024). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ. Development Of Science, 4(1), pp. 19-24.
13. Temirov, A., & Akhmedov, V. (2022). Physico-chemical characteristics of an aminoaldehyde oligomer with inhibiting properties // Scientific Collection «InterConf». – Warsaw, 2022. – №122. –P. 303-305.
14. Panoyev Erali Rajabboyevich, Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li, Akhmedov Vokhid Nizomovich (Bukhara, Uzbekistan) The corrosion problem in the oil and

ISSN 3030-3907

gas industry . Polish science journal (ISSUE 10(43), 2021) - Warsaw: Sp. z o. o. "iScience", 2021

15. Xamidov, D. G. A., & Temirov, A. H. O. G. L. (2020). Parafinli neftlarning fizik-kimyoviy xossalari tahlili. Science and Education, 1(9).

16. Темиров, А. Х., & Ахмедов, В. Н. (2021). Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной смолы и акриловой кислоты. Universum: технические науки, (12-5 (93)), 60-62

ISSN 3030-3907

TESKARI OSMOS QURILMASI CHIQINDI SUVINI O‘SIMLIKLARNI SUG‘ORISHGA MOSLASHTIRISH UCHUN KIMYOVIY ISHLOV BERISH.

Xamdamova Zebuniso Shodmon qizi
Namangan davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Sherquziyev Doniyor Shermamatovich
Namangan davlat texnika universiteti t.f.d., prof.
Xamdamov Doniyor Mahammadovich
“Farg`onaazot” AJ korxonasi katta ustasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada teskari osmos qurilmasi konsentratini (chiqindi suv) kimyoviy ishlov berish orqali o‘simliklarni sug‘orishga moslashtirish tadqiqoti haqida ma`lumotlar keltirilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki: umumiy qattiqlik 36,8 mg-ekv/dm³ dan 11–13,6 mg-ekv/dm³ ga kamaydi; erkin CO_2, O_2, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SiO_2, NH_4^+, K^+, Cl^- va tuz miqdori sezilarli darajada pasaydi. Shu bilan birga, ishqoriylik, Na^+ va SO_4^{2-} miqdori oshdi. Hosil bo‘lgan shlam asosan Ca^{2+} va Fe^{3+} ionlaridan iborat bo‘lib, suvni sug‘orishga moslashtirishda samarali hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: teskari osmos qurilmasi, konsentrat, kimyoviy ishlov berish, shlam, qattiqlik, ishqoriylik, o‘simliklarni sug‘orish.

Abstract. This article presents data from a study of chemical treatment of reverse osmosis concentrate (wastewater) for plant irrigation. The results showed that: total hardness decreased from 36.8 mg-eq/dm³ to 11–13.6 mg-eq/dm³; the content of free CO_2, O_2, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SiO_2, NH_4^+, K^+, Cl^-, and salts decreased significantly.At the same time, alkalinity, Na^+, and SO_4^{2-} increased. The resulting sediment consists primarily of Ca^+ and Fe^+ ions, allowing for the effective adaptation of the water for irrigation.

Keywords: reverse osmosis device, concentrate, chemical treatment, sludge, hardness, alkalinity, plant irrigation.

Аннотация. В данной статье представлены данные исследования химической очистки концентрата обратного осмоса (сточных вод) для орошения растений. Результаты показали, что: общая жесткость снизилась с 36,8 мг-экв/дм³ до 11–13,6 мг-экв/дм³; содержание свободных CO_2, O_2, Ca^{2+}, Mg^{2+}, SiO_2, NH_4^+, K^+, Cl^- и солей значительно снизилось. Одновременно увеличились щелочность, Na^+ и SO_4^{2-}. Образующийся осадок состоит преимущественно из ионов Ca^+ и Fe^+ и эффективен для адаптации воды для орошения.

Ключевые слова: обратный осмос, концентрат, химическая очистка, осадок, жесткость, щелочность, орошение растений.

1. KIRISH

ISSN 3030-3907

Chiqindi suvlarni qayta ishlash va ularni o‘simliklarni sug‘orishga moslashtirish ekologik va iqtisodiy jihatdan muhim masalalardan biridir [1,2]. Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati yuqori ionik konsentratsiyaga ega bo‘lib, bevosita o‘simliklar sug‘orishda ishlatilsa, yuqori Na^+ va SO_4^{2-} o‘simliklar uchun stress yaratishi mumkin [3,4]. Shu sababli, RO konsentratini kimyoviy ishlov berish orqali pH, qattiqlik va ion balansini o‘zgartirish muhimdir [5–7].

Soda (Na_2CO_3) suvni yumshatish va ishqoriyligini oshirishda, ohak ($Ca(OH)_2$) esa qattiqlikni kamaytirishda qo‘llaniladi [8,9]. $FeCl_3$ esa suvdagi kolloidlar va silikatlarni flokulyatsiya qilish orqali shaffoflikni oshiradi [10,11]. Kraxmal tabiiy flokulyant sifatida qo‘llanilib, shlam hosil bo‘lishini samarali qiladi [12].

Avvalgi tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, Na_2CO_3 va $Ca(OH)_2$ kombinatsiyasi qattiqlikni sezilarli darajada kamaytiradi, $FeCl_3$ esa $Fe(OH)_3$ cho‘kmasini hosil qiladi [13–16]. Shu bilan birga, Na^+ va SO_4^{2-} miqdorining oshishi ehtimoli mavjud bo‘lib, suvni sug‘orishga moslashtirishdan oldin hisobga olinishi zarur [17–20].

Ushbu ishning maqsadi — teskari osmos qurilmasi konsentratini kimyoviy ishlov berib, pH, qattiqlik, ishqoriylik, ionlar tarkibi va shlam hosil bo‘lishini tahlil qilish, shuningdek, suvni o‘simliklarni sug‘orish uchun maqbullashtirishdan iborat.

2. MATERIALLAR VA METODLAR

2.1 Materiallar

“Farg`onaazot” AJ dagi Bug`-qozon sexining teskari osmos qurilmasi konsentrati (1 litr), 20% Na_2CO_3 eritmasi, 10% $CaCO_3$ eritmasi , 10% $FeCl_3$ eritmasi, 0,2% kraxmal eritmasi, 1 litrli stakan idish, 1 litrli o`lchov silindri, shisha tayoqcha, o`lchov pipetkalari, ajratgich (voronka), Xitoy filtr qog`ozi, pH metr, tarozi

2.2 Tajriba jarayoni

1-Tajriba:

1 l RO qurilmasi konsentratiga 50 ml 20% Na_2CO_3 qo‘shilib, 200 marta aralashtirildi. pH=10,21 t=24 C

2 ml 10% $CaCO_3$ qo‘shildi. Aralashtirish soni: 200–300 marta pH=10,25 t=24 C

2 ml 10% $FeCl_3$ qo‘shilib, 300 marta aralashtirildi.

1 ml 0,2% kraxmal qo‘shildi, aralashtirish 300 marta amalga oshirildi.

Suvni tahlil qilish uchun Xitoy filtridan o`tkazildi.

Filtrdan o`tgan tiniq suv tarkibini aniqlash uchun tahlilga berildi.

Filtrda qolgan cho`kma (shlam) quritilib, tortildi va tarkibini aniqlash uchun tahlilga berildi.

2-Tajrib:

Bosqichlar Tajriba 1 bilan bir xil, faqat $FeCl_3$ miqdori 2 ml dan 4 ml ga oshirilgan.

ISSN 3030-3907



2.3 Analitik usullar

Tajriba o`tkazish jarayonida pH - potensiometrik , Umumiy qattiqlik , Ca^{2+}, Mg^{2+}, - EDTA kompleksometriya, Umumiy ishqoriylik, SO_4^{2-}, CO_2 - titrometrik , SiO_2, Fe^{3+}, NO_3^-, NO_2^- - fotokolorimetrik , Cl^- - fotonefelometrik, Na^+, K^+ - plavinyafotometrik , Elektr o‘tkazuvchanlik - konduktometriya , Shlam tarkibi - quruq qoldiq - gravimetrik usullar bilan tahlil qilindi.

3. Natijalar

3.1 Kimyoviy parametrlar jadvali

Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ning tajribadan oldingi va tajribadan keyingi tahlili asosida quyidagi natijalar olindi:

1-Jadval.

1-Tajriba ning kimyoviy tahlili

T/r	Ko‘rsatkichlar nomi	Natijalar	
		Tajribadan oldin	Tajribadan keyin
1	Vodorod ko‘rsatkich (pH)	7,7	10,25
2	Erkin uglerod dioksidining massa konsentratsiyasi (CO_2), mg/dm³	11,0	0.0
3	Oksidlanishning massa konsentratsiyasi, mg O_2/dm³	4,16	1,6
4	Magniy ionlari (Mg^{2+}), mg ekv/dm³	14,4	11,6
5	Kalsiy ionlari (Ca^{2+}), mg ekv/dm³	22,4	2,0
6	Dioksid kremniyga qayta hisoblangan kremniy	69,72	54,6

ISSN 3030-3907

	birikmalari massa konsentratsiyasi (SiO_2), mg/dm³		
7	Umumiy qattiqlik, mg ekv/dm³	36,8	13,6
8	Umumiy ishqoriylik, mg ekv/dm³	18,8	175,0
9	Nitrit ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_2^-), mg/dm³	0.0	0.0
10	Nitrat ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_3^-), mg/dm³	17,6	00
11	Ammoniy ionlarining massa konsentratsiyasi (NH_4^+), mg/dm³	0,75	0,16
12	Natriy ionlarining massa konsentratsiyasi (Na^+), mg/dm³	150,0	3750,0
13	Temir Fe^{3+} (III) ionlarining massa konsentratsiyasi, mg/dm³	0,0125	0,025
14	Xlor ionlarining massa konsentratsiyasi (Cl^-), mg/dm³	22,3	3,5
15	Sulfat ionlarining massa konsentratsiyasi (SO_4^{2-}), mg/dm³	768,0	1536,0
16	Kaliy ionlarining massa konsentratsiyasi (K^+), mg/dm³	121,5	0,0
17	Elektr tok o`tkazuvchanligi, ms/cm	2993,0	1476,0
18	Umumiy minerallashganligi, mg/dm³	1496,5	738,0

2-Jadval.

2-Tajribaning kimyoviy tahlili

T/r	**Ko‘rsatkichlar nomi**	**Natijalar**	
		Tajribadan oldin	**Tajribadan keyin**
1	Vodorod ko‘rsatkich (pH)	7,7	10,2

ISSN 3030-3907

2	Erkin uglerod dioksidining massa konsentratsiyasi (CO_2), mg/dm³	11,0	0.0
3	Oksidlanishning massa konsentratsiyasi, mg O_2/dm³	4,16	1,2
4	Magniy ionlari (Mg^{2+}), mg ekv/dm³	14,4	9,0
5	Kalsiy ionlari (Ca^{2+}), mg ekv/dm³	22,4	2,0
6	Dioksid kremniyga qayta hisoblangan kremniy birikmalari massa konsentratsiyasi (SiO_2), mg/dm³	69,72	36,1
7	Umumiy qattiqlik, mg ekv/dm³	36,8	11,0
8	Umumiy ishqoriylik, mg ekv/dm³	18,8	186,0
9	Nitrit ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_2^-), mg/dm³	0.0	0.0
10	Nitrat ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_3^-), mg/dm³	17,6	44,0
11	Ammoniy ionlarining massa konsentratsiyasi (NH_4^+), mg/dm³	0,75	0,15
12	Natriy ionlarining massa konsentratsiyasi (Na^+), mg/dm³	150,0	3875,0
13	Temir Fe^{3+} (III) ionlarining massa konsentratsiyasi, mg/dm³	0,0125	0,025
14	Xlor ionlarining massa konsentratsiyasi (Cl^-), mg/dm³	22,3	3,5
15	Sulfat ionlarining massa konsentratsiyasi (SO_4^{2-}), mg/dm³	768,0	1536,0
16	Kaliy ionlarining massa konsentratsiyasi (K^+), mg/dm³	121,5	0,0

ISSN 3030-3907

17	Elektr tok o`tkazuvchanligi, ms/cm	2993,0	1510,0
18	Umumiy minerallashganligi, mg/dm³	1496,5	755,0

3.3 Kimyoviy reaksiyalar va ularning tahlili

1. Karbonatlash va pH oshishi

RO konsentratidagi CO_2 sodali va ohakli eritmalar bilan neytrallashadi:

$$CO_2 + 2OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

$$HCO_3^- + OH^- \rightarrow CO_3^{2-} + H_2O$$

Tahlil: Suvning ishqoriyligi oshadi (pH 7,7 → 10,2), erkin CO_2 kamayadi, o‘simliklar uchun toksik gaz pasaydi. Natijada, qattiqlikni kamaytiruvchi keyingi reaksiyalar samarali bo‘ladi [21–24].

2. Qattiqlikni kamaytirish (Ca^{2+} va Mg^{2+} cho‘kishi)

$$Ca^{2+} + CO_3^{2-} \rightarrow CaCO_3\downarrow$$

$$Mg^{2+} + 2OH^- \rightarrow Mg(OH)_2\downarrow$$

Tahlil: Qattiqlik 63–70% kamayadi, Ca^{2+} asosiy cho‘kma komponenti, Mg^{2+} qisman cho‘kadi. Suvni sug‘orishga moslashtirishda muhim, yuqori qattiqlik tuproq tuzilishini buzadi [21–24].

3. Koagulyatsiya va flokulyatsiya ($FeCl_3$ roli)

$$Fe^{3+} + 3OH^- \rightarrow Fe(OH)_3\downarrow$$

$$Fe(OH)_3 + \text{organik moddalar} \rightarrow \text{floklar}\downarrow$$

Tahlil: $FeCl_3$ kolloidlar va silikatlarni flokulyatsiya qiladi. Shlam filtratsiya orqali olib tashlanadi, suv shaffofligi oshadi, o‘simlik sug‘orishida xavfsiz bo‘ladi [25–28].

4. Ion almashinuvi va natriy/sulfat tarkibi

$$FeCl_3 + 3Na^+ \rightarrow Fe^{3+} + 3NaCl$$

$$Fe^{3+} + SO_4^{2-} \rightarrow FeSO_4$$

Tahlil: Na^+ va SO_4^{2-} oshadi. Sug‘orish uchun Na^+ darajasi o‘simliklarga xavfsiz bo‘lishi kerak. Qo‘shimcha choralar yoki aralashtirish tavsiya etiladi [29,30].

3-Jadval.

1-Tajriba va 2-Tajribadan keyingi natijalar o`zgarish tahlili

T/r	Ko‘rsatkichlar nomi	Natijalar			
		Tajribadan oldin	1-Tajribadan keyin	2-Tajribadan keyin	O`zgarish tahlili

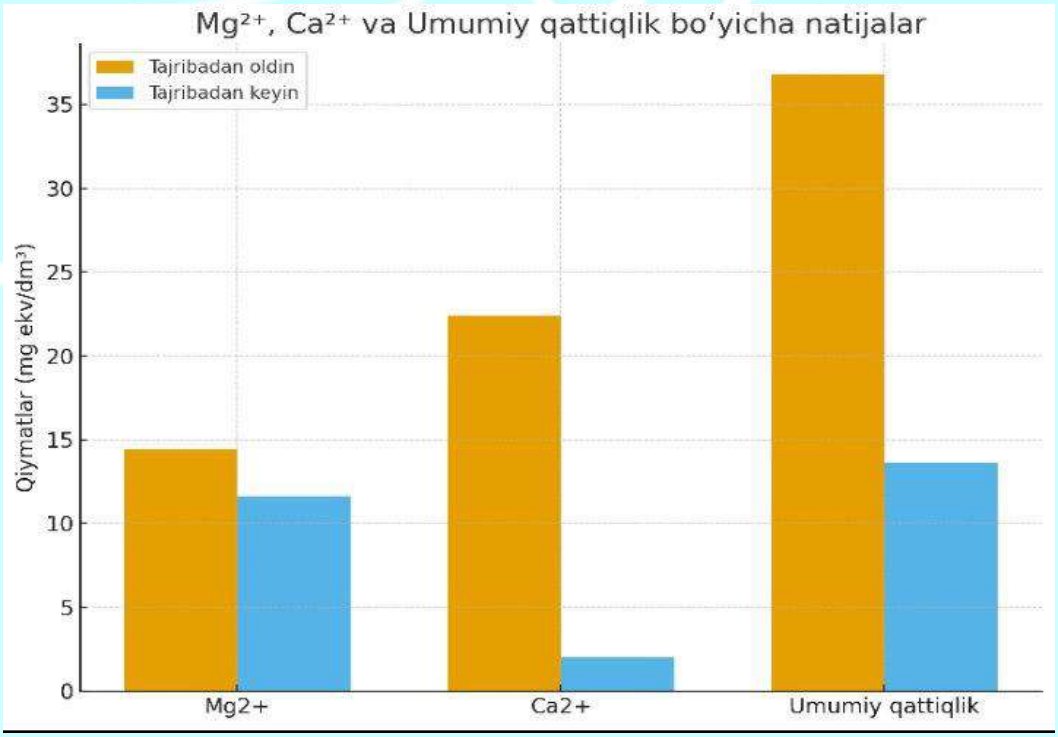
ISSN 3030-3907

1	Vodorod ko‘rsatkich (pH)	7,7	10,25	10,2	Ishqoriylik oshdi
2	Erkin uglerod dioksidining massa konsentratsiyasi (CO_2), mg/dm³	11,0	0.0	0.0	100% Soda va ohak reaksiyasi bilan yo‘q bo‘ldi
3	Oksidlanishning massa konsentratsiyasi, mg O_2/dm³	4,16	1,6	1,2	61–71% Oksidlanish kamaydi
4	Magniy ionlari (Mg^{2+}), mg ekv/dm³	14,4	11,6	9,0	19–37% kamaydi
5	Kalsiy ionlari (Ca^{2+}), mg ekv/dm³	22,4	2,0	2,0	91% kamaydi
6	Dioksid kremniyga qayta hisoblangan kremniy birikmalari massa konsentratsiyasi (SiO_2), mg/dm³	69,72	54,6	36,1	22–48% kamaydi
7	Umumiy qattiqlik, mg ekv/dm³	36,8	13,6	11,0	63–70% Suv yumshadi
8	Umumiy ishqoriylik, mg ekv/dm³	18,8	175,0	186,0	Ishqoriylik oshdi
9	Nitrit ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_2^-), mg/dm³	0.0	0.0	0.0	O‘zgarmadi
10	Nitrat ionlarining massa konsentratsiyasi (NO_3^-), mg/dm³	17,6	44,0	44,0	Nitrat ionlari oshdi
11	Ammoniy ionlarining massa konsentratsiyasi (NH_4^+), mg/dm³	0,75	0,16	0,15	Ammoniy ionlari cho‘kdi
12	Natriy ionlarining massa konsentratsiyasi (Na^+), mg/dm³	150,0	3750,0	3875,0	Soda qo‘shilishi bilan oshdi
13	Temir Fe^{3+} (III) ionlarining massa konsentratsiyasi, mg/dm³	0,0125	0,025	0,025	Temir Fe^{3+} (III) ionlari oshdi

ISSN 3030-3907

14	Xlor ionlarining massa konsentratsiyasi (Cl^-), mg/dm³	22,3	3,5	3,5	kamaydi
15	Sulfat ionlarining massa konsentratsiyasi (SO_4^{2-}), mg/dm³	768,0	1536,0	1536,0	Sulfatlar oshdi
16	Kaliy ionlarining massa konsentratsiyasi (K^+), mg/dm³	121,5	0,0	0,0	100% K^+ kamaydi
17	Elektr tok o`tkazuvchanligi, ms/cm	2993,0	1476,0	1510,0	50% Ionlar kamaydi
18	Umumiy minerallashganligi, mg/dm³	1496,5	738,0	755,0	50% Umumiy ionlar kamaydi

Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ning umumiy qattiqlik ko`rsatkichini qanday o`zgarganini tajribadan oldingi va tajribadan keyingi umumiy qattiqlikning qiymatiga solishtirib, ancha kamayganini 1-rasmdan yaqqol ko`rish mumkin.



1-rasm. Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ning umumiy qattiqlik ko`rsatkichlarini o‘zgarishi.

3.2 Shlam tarkibi

Teskari osmos (RO) qurilmasi konsentrati (chiqindi suvlari)ni filtrdan o`tkazgandan so`ng filtrda shlam hosil bo`ldi. Shlam quritilib, vazni o`lchanib

ISSN 3030-3907

tarkibini aniqlash uchun tahlil qilindi. Shlam tarkibi — quruq qoldiq — gravimetrik usul yordamida tahlil qilindi.

4-Jadval.

Filtrda hosil bo`lgan shlamning tarkibi

Tajriba	Shlam og`irligi, g/l	Ca^{2+} %	Mg^{2+} %	SO_4^{2-} %	Fe^{3+} %
1-T	1,3218	22,82	4,67	0,16	7,14
2-T	2,3700	26,16	2,57	2,03	8,49

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, soda va ohak - karbonat va bikarbonat ionlarini neytralladi, o‘simlik ildizlari uchun optimal pH yaratildi. Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari kamaygani hisobiga suv yumshatilishini ta’minladi.1 l suvdan 1-Tajribada 1,3218 gr., 2-Tajribada 2,3700 gr. shlam hosil bo`ldi. Shlam yig‘ish orqali chiqindi suv xavfsiz utilizatsiya qilinadi.

Xulosa qilib aytganda, Soda + ohak qattiqlikni 63–70% kamaytirib, Ca^{2+} ionlarini 91% cho‘ktirdi. $FeCl_3$ koagulyatsiya orqali organik moddalar va silikatlarni olib tashladi, 1,32 → 2,37 g/l shlam hosil bo`ldi. Natijada suv shaffof bo`ldi. K^+ ionlari 100% cho‘kdi, bu orqali o‘simliklar uchun xavfsiz sug‘orish imkoniyati oshdi. Na^+ va SO_4^{2-} miqdori oshdi, shuni hisobga olish zarur. Chunki, Na^+ va SO_4^{2-} me’yoridan oshishi sug‘orish suvining salbiy darajasini belgilaydi. Kelgusidagi ilmiy izlanishlar Na^+ va SO_4^{2-} oshishini oldini olishga yo‘naltiriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. S. W. Krasner, "Advances in Water Treatment", J. Water Process Eng., 2020, pp. 45–56.
2. M. Elimelech, W. A. Phillip, "The Future of Seawater Desalination", Science, 2011, 333(6043), pp. 712–717.
3. L. Chen, et al., "Chemical Softening of Wastewater Using $Ca(OH)_2$ and Na_2CO_3", Water Res., 2019, 159, pp. 102–112.
4. T. M. Missimer, "Wastewater Concentrate Management in RO Systems", Desalination, 2018, 437, pp. 1–12.
5. J. G. Jacangelo, "Membrane Concentrate Management", J. Environ. Eng., 2014, 140(1), pp. 16–27.
6. Y. Deng, "Ferric Chloride in Wastewater Treatment", Water Sci. Technol., 2017, 75(4), pp. 809–820.
7. A. Bhatnagar, "Flocculation Processes in Water Treatment", Sep. Purif. Technol., 2015, 150, pp. 1–15.
8. L. Zhang, et al., "Softening of Industrial Wastewater", Chem. Eng. J., 2016, 304, pp. 287–296.

ISSN 3030-3907

9. H. Li, et al., "Optimizing $FeCl_3$ Dosage", J. Hazard. Mater., 2018, 350, pp. 320–328.
10. P. Kumar, et al., "Chemical Treatment of RO Concentrates", Water Sci. Technol., 2019, 79(3), pp. 548–558.
11. S. Wang, et al., "Industrial Wastewater Softening", J. Clean. Prod., 2017, 164, pp. 1272–1281.
12. R. Smith, "Effect of Na_2CO_3 and $Ca(OH)_2$ on Water Hardness", Water Res., 2015, 85, pp. 21–28.
13. D. Johnson, "Ferric Chloride in Water Purification", Water Res., 2016, 104, pp. 30–42.
14. M. Zhou, et al., "Sodium Accumulation in Treated Wastewater", Chemosphere, 2018, 204, pp. 86–94.
16. A. Gupta, "Evaluation of RO Concentrate Treatment Strategies", J. Environ. Chem. Eng., 2020, 8(2), 103850.
17. R. Patel, et al., "Wastewater Softening for Agricultural Reuse", Water Environ. Res., 2017, 89, pp. 1200–1212.
18. N. Lee, et al., "Effects of Na_2CO_3 on Water Chemistry", J. Hazard. Mater., 2019, 368, pp. 55–64.
19. T. Nguyen, et al., "Use of RO Concentrate in Agriculture", Agric. Water Manage., 2020, 235, 106124.
20. S. Choi, et al., "Impact of Water Salinity on Crop Growth", Agric. Water Manage., 2018, 202, pp. 112–120.
21. H. Kim, "Ion Exchange Processes in Wastewater Treatment", J. Environ. Chem. Eng., 2019, 7(5), 103311.
22. J. Zhang, et al., "Carbonate Precipitation in Water Softening", Chem. Eng. J., 2017, 326, pp. 456–465.
23. L. Li, et al., "Effect of OH^- on Bicarbonate Removal", Water Res., 2016, 95, pp. 132–140.
24. M. Ahmed, "Calcium and Magnesium Removal Mechanisms", Desalination, 2015, 363, pp. 67–75.
25. R. Fernandez, "Softening of Brackish Water Using $Ca(OH)_2$ and Na_2CO_3", J. Water Process Eng., 2018, 24, pp. 25–33.
26. P. Singh, "Ferric Chloride Coagulation in Wastewater", Water Sci. Technol., 2016, 74(9), pp. 2070–2078.
27. K. Yamamoto, "Floc Formation in Industrial Effluents", Sep. Purif. Technol., 2017, 178, pp. 45–52.
28. S. Rao, et al., "Removal of Colloids Using $Fe(OH)_3$", Water Res., 2019, 158, pp. 284–293.

ISSN 3030-3907

29. A. N. Patel, "Flocculation of Organic Matter in RO Concentrates", J. Environ. Manage., 2018, 218, pp. 409–418.
30. F. Li, "Sodium and Sulfate Balances in Treated Wastewater", Chemosphere, 2017, 182, pp. 86–94.
31. B. Kumar, "Agricultural Reuse of Treated RO Concentrates", Agric. Water Manage., 2020, 231, 105982.

ISSN 3030-3907

FORMULATION AND ASSESSMENT OF EFFICIENT BAITS FOR *ANACANTHOTERMES TURKESTANICUS*

Ulug'bek Togaev
Laboratory of biologically active compounds, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Science of Uzbekistan, Corresponding author: Ph.D Tashkent, Uzbekistan 100125;
E-mail: ulugbek-tr@mail.ru
Abboskhon Turaev
Laboratory of biologically active compounds, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Science of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan 100125;
Zoitjon Tilyabaev
Laboratory of biologically active compounds, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Science of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan 100125;
Alimjan Matchanov
Laboratory of biologically active compounds, Institute of Bioorganic Chemistry, Academy of Science of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan 100125;
Khamza Toshov
National University of Uzbekistan, University Street 4, 100174, Tashkent

Abstract. *Anacanthotermes turkestanicus* is one of the key structural pests in Central Asia and is known for causing serious damage to residential buildings, historical sites, and agricultural facilities. Traditional control methods, especially those based on synthetic insecticides, often pose risks to the environment and usually provide only temporary relief. In this study, we developed and tested new bait formulations designed specifically for *A. turkestanicus*. Both laboratory and field trials showed that the baits were capable of causing high levels of termite mortality. The use of locally accessible materials—such as poplar sawdust and extracts from termite sternal glands—helped increase the attractiveness and overall effectiveness of the bait. These results suggest that bait-based strategies could serve as a more practical and environmentally friendly alternative to conventional chemical treatments, particularly in the arid regions where this species is most widespread, and may help reduce dependence on broad-spectrum insecticides.

Key words: subterranean termites; termite control; slow-acting toxicants; feeding stimulants; sternal gland extracts; sustainable pest control; arid-zone termite management.

ISSN 3030-3907

Аннотация. Anacanthotermes turkestanicus является одним из ключевых вредителей зданий в Центральной Азии и известен тем, что наносит серьезный ущерб жилым зданиям, историческим объектам и сельскохозяйственным объектам. Традиционные методы борьбы, особенно основанные на применении синтетических инсектицидов, часто представляют опасность для окружающей среды и обычно обеспечивают лишь временное облегчение. В данном исследовании мы разработали и протестировали новые составы приманок, специально предназначенных для A. turkestanicus. Как лабораторные, так и полевые испытания показали, что эти приманки способны вызывать высокий уровень смертности термитов. Использование доступных на месте материалов, таких как тополиные опилки и экстракты из грудных желез термитов, способствовало повышению привлекательности и общей эффективности приманок. Эти результаты свидетельствуют о том, что стратегии, основанные на применении приманок, могут служить более практичной и экологически чистой альтернативой традиционным химическим обработкам, особенно в засушливых регионах, где этот вид наиболее распространен, и могут помочь снизить зависимость от инсектицидов широкого спектра действия.

Ключевые слова: подземные термиты; борьба с термитами; медленнодействующие токсины; стимуляторы кормления; экстракты грудинной железы; устойчивая борьба с вредителями; борьба с термитами в засушливых зонах.

Annotation. Anacanthotermes turkestanicus Markaziy Osiyodagi asosiy tuzilma zararkunandalaridan biri bo‘lib, turar-joy binolari, tarixiy obidalar va qishloq xo‘jaligi ob’yektlariga jiddiy zarar yetkazishi bilan mashhur. An'anaviy nazorat usullari, ayniqsa sintetik insektitsidlarga asoslangan, ko‘pincha atrof-muhit uchun xavf tug‘diradi va odatda faqat vaqtinchalik yordam beradi. Ushbu tadqiqotda biz A. turkestanicus uchun maxsus ishlab chiqilgan yangi o‘lja formulalarini ishlab chiqdik va sinovdan o‘tkazdik. Laboratoriya va dala sinovlari shuni ko‘rsatdiki, o‘ljalar termitlarning yuqori darajada o‘limiga olib kelishi mumkin. Mahalliy foydalanish mumkin bo‘lgan materiallardan, masalan, terak talaşlari va termitlarning sternum bezlari ekstraktlaridan foydalanish yemning jozibadorligi va umumiy samaradorligini oshirishga yordam berdi. Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, o‘ljaga asoslangan strategiyalar, ayniqsa, bu tur eng keng tarqalgan qurg‘oqchil hududlarda an'anaviy kimyoviy davolash usullariga nisbatan amaliyroq va ekologik toza alternativ bo‘lib xizmat qilishi va keng spektrli insektitsidlarga qaramlikni kamaytirishga yordam berishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: yer osti termitlari; termitlarga qarshi kurash; sekin ta'sir qiluvchi toksik moddalar; oziqlantirish stimulyatorlari; sternum bezining ekstrakti; barqaror zararkunandalarga qarshi kurash; qurg‘oqchil zonali termitlarni boshqarish.

Introduction

Termites are recognized as some of the most destructive pests worldwide, causing extensive damage to wooden structures, agricultural materials, and even culturally significant buildings. Their habit of living out of sight in wood or underground makes early detection and effective control especially challenging. For many years, termite management has relied mainly on synthetic insecticides, particularly organochlorine and organophosphate compounds. These products have been applied in a variety of ways, including surface sprays, contact poisons, foams, and protective coatings, and are typically used on nests, infested wood, or the surrounding soil. Although such treatments can reduce termite activity, they also have important drawbacks, such as contamination of soil, water, and air, and potential risks to non-target organisms, including humans [1- 4]. In an effort to improve both accuracy and effectiveness, several refined chemical application methods have been introduced. For example, microencapsulated organophosphate formulations have been used to protect wooden structures, and insecticide-based soil treatments have shown varying degrees of success in certain situations [5–6]. In some situations, termite galleries or mounds have been treated by injecting toxic foams, oils, or fuel-based mixtures in an effort to block their movement and eliminate the colony. Another approach has been fumigation, using volatile chemicals such as chloropicrin, hydrocyanic acid, or carbon disulfide. These gases tend to work more effectively at higher temperatures, when termite respiration and gas diffusion are increased. However, because these fumigants are extremely hazardous to humans, their use in homes or other occupied buildings is very limited. Although conventional chemical treatments can reduce termite activity for a short time, they often fail to provide long-term control. For this reason, since the late 1980s there has been growing interest in more sustainable methods, especially termite baiting systems. These baits usually consist of a cellulose-based material containing a slow-acting toxicant that takes advantage of termites’ natural foraging and food-sharing behavior. After locating the bait, worker termites carry the toxic material back to the nest and distribute it to other members of the colony including reproductives and other individuals essential for colony maintenance—eventually leading to colony decline [7]. The success of bait formulations depends on several factors, including the types of additives used, their concentrations, and how these components are balanced within the mixture. Many bait designs include feeding stimulants, pesticides, or attractant-rich matrices that match termite food preferences. In some cases, these formulations are also combined with biological

ISSN 3030-3907

agents such as entomopathogenic fungi, bacteria, nematodes, or plant-based termiticidal compounds to enhance their overall toxicity and attractiveness [8–14]. Baiting systems offer several practical advantages: they use comparatively small amounts of active ingredients, limit exposure to the termites that actually feed on them, and pose fewer risks to other organisms and the surrounding environment. A number of inventive formulations reflect this shift toward more targeted control. For example, U.S. Patent No. 6,093,389 describes baits containing steroid-based attractants that help draw termites to the toxic substrate while reducing the need for large doses of insecticide [8]. Other formulations combine naphthalene derivatives with 2-phenoxyethanol, which can enhance the attractant or repellent properties of the bait depending on the mixture [14, 15]. Baits containing bistrifluron—a chitin-synthesis inhibitor—have also shown strong results when incorporated into substrates like cardboard, sawdust, paper, or wood particles, and have proven effective against several termite species [16, 17]. However, many of these products have not been tested against A. turkestanicus, a key pest in Central Asia that causes significant economic damage in Uzbekistan [18].

Alongside these chemical approaches, interest in biological control has been growing, largely due to concerns over the environmental impacts of conventional insecticides. Researchers at the Institute of Zoology of the Academy of Sciences of Uzbekistan and Urgench State University developed baits that include Beauveria tenella (strain VD-85), a fungal pathogen isolated from local termite populations. These baits achieved 100% mortality in both laboratory and field trials [25]. Plant-derived terpenoids such as knicin and vulgarone B have also shown strong activity and may further expand the range of environmentally compatible termite-control tools [35–43]. Yet, despite these promising advances, termite problems remain widespread in many affected areas, highlighting the need for continued work on more effective and ecologically responsible solutions. With this in mind, the present study evaluates newly developed bait formulations and explores integrated strategies for managing A. turkestanicus in arid environments, recognizing the species' high adaptability and evolutionary resilience.

Material and Methods

In designing the experimental framework, we took into account the current advancements and emerging trends in termite management research, relying on recent national and international scientific literature. The focal species for this study was *A.turkestanicus*. Termite samples were collected from infested residential structures located in the Jizzakh and Navoi regions of Uzbekistan. Sampling sites included private homes in the village of Kuksaroy (Navoi region), the Dashtobod district (Jizzakh region), and the Zomin district (Jizzakh region). The wooden frameworks of these houses, constructed primarily from poplar logs

ISSN 3030-3907

(*Populus* spp.), exhibited extensive termite damage. Collections were performed during spring, summer, and autumn from 2021 to 2023. For laboratory experimentation, the termites were transported to Tashkent in insulated plastic containers that maintained suitable temperature and soil moisture conditions. In the laboratory, the insects were provided with moistened, sterile corrugated paper as a food source. Prior investigations [41] have demonstrated that substances such as 2-phenoxyethanol, sodium hydroxynaphthalimide, various naphthol derivatives, and ethylene or diethylene glycol ethers possess communication-modulating properties in several termite species, including *Coptotermes formosanus* Shiraki, species within the families Rhinotermitidae and Kalotermitidae, *Reticulitermes flavipes* (Kollar), *Reticulitermes virginicus*, *Reticulitermes speratus*, *Glyptotermes satsumensis*, *Glyptotermes fuscus* Oshima, and *Hodotermopsis japonica*. These species represent a broad geographic and ecological range. In the present study, the same compounds were assessed for their behavioral effects on *A.turkestanicus*. Five compounds were selected for evaluation under laboratory and, where applicable, field conditions. These included: (1) a 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole hydrazine complex, tested both in the laboratory and in the field and synthesized in-house; (2) a pyridine complex of 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole, also synthesized in the laboratory and assessed under both conditions; (3) a 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole ethylenediamine complex, evaluated only in laboratory settings and likewise synthesized in-house; (4) d-gluconolactone, synthesized in the laboratory and tested in both laboratory and field trials; and (5) 2-mercapto-benzimidazole, sourced commercially from Sigma Aldrich and examined under both laboratory and field conditions. As presented compounds 1 through 5 were evaluated to identify potential agents capable of eliciting chemoreceptive responses suitable for use in bait formulations. In this study, we evaluated a series of compounds synthesized in the laboratory. Although extensive research has been conducted worldwide, no straightforward or universally accepted criteria currently exist for assessing termite resistance. Due to the complexity of termite management and the considerable economic burden associated with infestations, researchers have increasingly emphasized biological testing approaches. As a result, the demand for highly effective termite control agents has grown substantially. Drawing on extensive laboratory and field trials, termite bait formulations are being developed to address this need. The nutritional matrices used in these baits are composed of plant-derived materials that are naturally attractive to termites and readily consumed by them. The food bait mixture used in the five termite traps consisted of a plant-based matrix formulated from 200 g of sawdust, 500 mL of water, 0.05 g of the active ingredient, and 8.0 g of carboxymethylcellulose, with the addition of 50 µL of termite sternal gland extract

ISSN 3030-3907

dissolved in hexane; the total mass of the prepared bait placed in each trap was 80 g. Our findings demonstrate that poplar sawdust (*Populus* spp.) serves as an effective and locally accessible feeding substrate for termite bait formulations. This material is widely used by rural communities as a construction resource—particularly for wooden house frames—making it both abundant and economically feasible for large-scale bait production. To further enhance bait attractiveness, the formulations were supplemented with extracts derived from the sternal glands of termites, which significantly increased feeding activity. Collectively, these components allowed the development of an improved and cost-efficient bait matrix. The performance of the tested compounds was quantified by measuring the proportion of the trap length consumed by termites, expressed as a percentage. Statistical analyses, including correlation assessments, were conducted using the GraphPad Prism 8.0.1 software. The bait traps themselves were constructed from compressed cardboard in the form of open-ended cylinders (45 mm in diameter and 150 mm in length) and featured additional 5 mm perforations along their walls to facilitate termite entry and exit. Field evaluations of the most promising laboratory-tested compounds were carried out by burying bait traps in termite-infested soils. Trials were performed at private residences in termite-affected localities across the Navoi and Jizzakh regions. Three field sites were selected for testing: (1) Kuksaroy Mahalla, Khatyrchi District, Navoi Region; (2) Yangi Hayot Mahalla, Zarbdor District, Jizzakh Region; and (3) Istiklol Mahalla, Zomin District, Jizzakh Region. At the conclusion of the exposure period, the traps were excavated and examined. Particular attention was paid to the presence of mold development, as this could influence feeding activity and bait performance. The extent of bait consumption—expressed as a percentage of the total trap length—served as the primary metric for assessing compound efficacy.

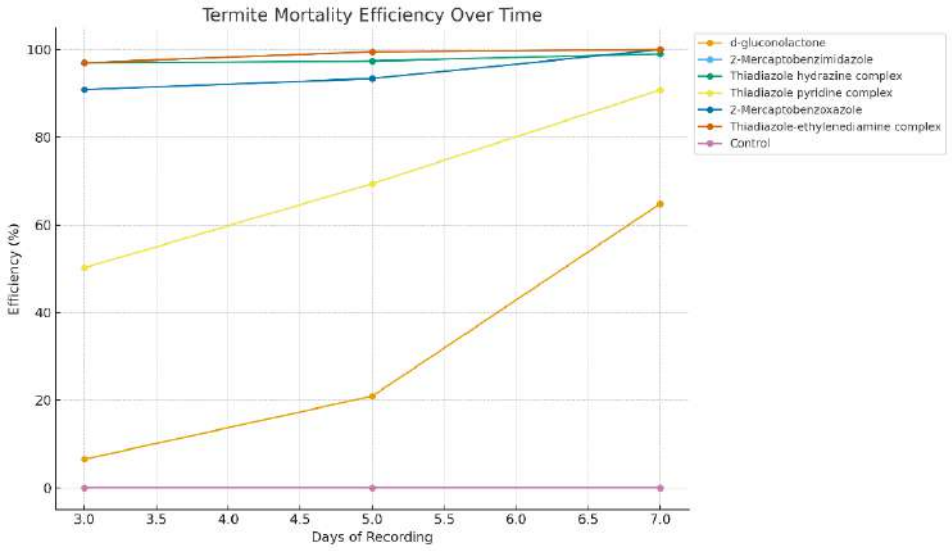
Results

Line graph №1 shows the efficacy of various chemical compounds at a concentration of 0.2% was evaluated against termites over a period of seven days. The number of live termites was recorded at three intervals (Day 3, Day 5, and Day 7), and the percentage reduction in termite numbers was calculated to determine the effectiveness of each compound. In the laboratory evaluation of seven treatments, each chemical compound was tested at a concentration of 0.02%. For d-gluconolactone, termite survival decreased from 100% before exposure to 92.0 ± 3.5%, 77.5 ± 1.8%, and 34.5 ± 1.1% on days 3, 5, and 7, corresponding to efficiencies of 6.5%, 20.9%, and 64.8%, respectively. Treatment with 2-mercaptobenzimidazole reduced live termites to 3.0 ± 0.2%, 0.5 ± 0.1%, and 0 by days 3, 5, and 7, achieving efficiencies of 97.0%, 99.5%, and 100%. The 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole hydrazine complex yielded survival rates of 3.0 ±

ISSN 3030-3907

0.1%, 2.5 ± 0.2%, and 1.0 ± 0.1%, corresponding to efficiencies of 97.0%, 97.4%, and 99.0%. The pyridine complex of 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole resulted in 49 ± 4.5%, 30 ± 1.1%, and 9 ± 0.5% survival, with efficiencies of 50.2%, 69.4%, and 90.8%. For 2-mercaptobenzoxazole, survival decreased to 9 ± 1.3%, 6.5 ± 1.2%, and 0%, giving efficiencies of 90.9%, 93.4%, and 100%. The complex of 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole with ethylenediamine showed survival rates of 3.0 ± 1.1%, 0.5 ± 0.4%, and 0, with efficiencies of 97.0%, 99.5%, and 100%. In the untreated control group, survival remained high at 98.4 ± 0.2%, 98.0 ± 0.3%, and 98.0 ± 0.2% across the same recording intervals. Across the evaluated compounds, distinct differences in termiticidal performance were observed. *d*-Gluconolactone exhibited only moderate activity, producing a 65% reduction in live termites by Day 3 and reaching 64.8% mortality by Day 7, indicating limited suitability as an independent control agent. In contrast, 2-mercaptobenzimidazole showed exceptionally high potency, eliminating 97% of termites by Day 3, 99.5% by Day 5, and achieving complete mortality by Day 7. Similarly, the 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole hydrazine complex demonstrated strong and consistent efficacy, with reductions of 97%, 97.4%, and 99% across Days 3, 5, and 7, respectively. The pyridine complex of the same base compound showed more moderate but steadily improving performance, with mortality increasing from 50.2% on Day 3 to 69.4% on Day 5 and 90.8% by Day 7, suggesting potential applicability within integrated pest management frameworks. 2-Mercaptobenzoxazole also proved highly effective, causing 90.9% mortality by Day 3, 93.4% by Day 5, and complete eradication by Day 7. The ethylenediamine complex of 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole matched the strongest performers, reducing termite survival by 97% on Day 3, reaching 99.5% on Day 5, and producing total mortality by the end of the experiment. In comparison, the untreated control group maintained a stable survival rate of approximately 98% throughout the observation period, confirming negligible natural mortality and validating the reliability of the performance metrics obtained for all treated groups.

ISSN 3030-3907



Line graph №1. Comparative Mortality Response of *A. turkestanicus* to Selected Chemical Compounds Over 7 Days.

Discussions

The findings of this study reveal clear differences in the termiticidal performance of the six chemical compounds evaluated at a concentration of 0.2%, with efficacy ranging from moderate activity to complete termite eradication by Day 7. The highest levels of effectiveness were observed for 2-mercaptobenzimidazole, 2-mercaptobenzoxazole, and the ethylenediamine complex of 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole, all of which achieved 100% mortality, underscoring their strong potential as termite control agents. Their pronounced activity is likely linked to the biochemical reactivity of sulfur-containing heterocycles, which can interfere with key physiological pathways in insects, while the incorporation of ethylenediamine may enhance compound solubility or facilitate more efficient interactions with intracellular targets. The hydrazine complex of 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole exhibited similarly high potency, producing 99% mortality by Day 7—an effect possibly attributable to the formation of reactive intermediates capable of disrupting essential metabolic functions. In contrast, the pyridine complex of the same base structure demonstrated moderate but steadily increasing activity, reaching 90.8% mortality by Day 7; its comparatively slower action may be related to differences in cuticular penetration or altered biochemical interactions. d-Gluconolactone displayed the lowest efficacy, achieving only 64.8% mortality, suggesting limited suitability as either a primary or stand-alone termite control compound. These results align with prior studies highlighting the broad biological activity of sulfur-based heterocycles, which have been widely recognized for their antimicrobial and insecticidal properties. The superior performance of these compounds, combined with their rapid action and high mortality rates, suggests that they may represent environmentally preferable alternatives to conventional insecticides, which often

ISSN 3030-3907

pose ecological risks and affect non-target species. Nonetheless, further work is required to elucidate their precise modes of action, evaluate their long-term stability and environmental behavior under natural field conditions, and explore possible synergistic combinations with biological agents such as entomopathogenic fungi or nematodes. Future investigations should also consider how these compounds interact with termite social behavior and colony dynamics to optimize their integration into comprehensive pest management programs tailored to arid ecosystems where *A.turkestanicus* remains a major economic pest.

Conclusion

This study demonstrated that several sulfur-containing heterocyclic compounds, particularly 2-mercaptobenzimidazole, 2-mercaptobenzoxazole, and the ethylenediamine complex of 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole, are highly effective against *A.turkestanicus*, achieving complete mortality by Day 7. These results highlight their strong potential as environmentally safer alternatives to conventional insecticides. While other compounds showed moderate to high efficacy, *d*-gluconolactone was the least effective. Overall, the findings support the development of targeted bait formulations as a promising strategy for sustainable termite management in arid regions.

REFERENCES

1. Tilyabaev Z, Babaev BN, Khaytbaev H, Togaev UR. Application of the chemicals against termites. Scientific Discussions, 2017;1(7):6-13.
2. Analysis of the risks and benefits of seven chemicals used for subterranean termite control. Washington, D.C.: Office of Pesticides and Toxic Substances, Office of Pesticide Programs, Environmental Protection Agency; 1983:80.
3. Z. Tilyabaev, Kh. Khaitbaev, G.S. Shakirzyanova, U.R. Togaev, O.B. Prokofyeva,L.K. Abdullaeva, B.N. Babaev, V.S. Abdukakharov, A.A. Abduvakhabov. Results of research on some pheromones from insect pests in Uzbekistan. Uzbekistan Journal of Biology. 2017;3:27-31.
4. Togaev U, Khaitbaev K, Tilyabaev Z, Toshov K, Khaitbaev A. Investigation of the attractive properties of compounds in Anacanthotermes turkestanicus. Nat. Volatiles & Essent. Oils, 2021;8(7):12564-12573.
5. Register of prohibited and restricted active and inactive ingredients of plant protection products. Tashkent; 2020:4.
6. Ohtsubo. Method for preventing termites and microencapsulated organophosphorus termitecontrolling composition. *U.S. patent documents.* Patent No. 4,900,551. 1990.
7. Kuchbaev AE, Zhuginisov TI, Karimova RR. Evaluation of diflubenzuron and hexaflumurom baits against termites *Anacanthotermes turkestanicus* (Isoptera: Hodotermitidae) in field conditions. In: Termites of Central Asia: Biology,

ISSN 3030-3907

Ecology, and Control. Abstract of the Report of the International Seminar; October 16-22, 2005:29.

8. Galinis. Methods and compositions for attracting and controlling termites. U.S. *Patent and Trademark Office*. 2000. U.S. Patent No. 6,093,389.

9. Brode. Devices and methods for elminating termite colonies. *U.S. Patent and Trademark Office.* 2006. U.S. Patent No. 7,030,156 B2

10. Baker. Method of controlling termites. *U.S. Patent and Trademark Office.* U.S. Patent № 2009/0010979 A1.

11. Henderson. Compositions and methods for detecting and killing termites. *U.S. Patent and Trademark Office.* 2002. U.S. Patent № 6,352,703 B1

12. SU, Nan-Yao. A semiochemical reservoir to attract subterranean termites tunneling in soil. 2003. EP 1 487 265 B1. European patent specification.

13. Zakirov SK, Mukhidova Z, Sham'yanov I, Mukhamatkhanova RF, Rustamov KZh. Natural ecologically safe anti-termite agents. Ilm-fan va innovatsionnykh rivozlanish. 2019;1:73-77.

14. Rojas. Naphthalenic compounds as termite bait toxicants *U.S. Patent and Trademark Office.* 2004. U.S. Patent No. US 6,691,453 B1.

15. Henderson. Naphthalene derivatives as termite repellents and toxicants. *U.S. Patent and Trademark Office.* 2005. US 2005/0037045A1.

16. Aki. Method for controlling termite. *U.S. Patent and Trademark Office.2005.* U.S. Patent № US 6,875,440 B2.

17. Eurasian Patent No. 017881B1. 2013.

18. Togaev U.R., Abdullaeva L.K., Khaitbaev Kh., Abdukaharov V.S. Chemoreception termites. 1, 2-henoxyethanoland 2-naphtaline methanol – perspective components of matrix of bait's traps for Anacanthotermes turkestanicus// Uzb. Chem. J.2014. No4, P.66-68

19. Davletshina AG. Results of experiments on combating the Turkestan termite in the Hungry Steppe. In: Termites and Measures to Combat Them. Ashgabat: Academy of Sciences of the TSSR; 1962:74-83.

20. Davletshina AG. Toxicity testing of new chemical preparations on termites. In: Abstract of the Report of the All-Union Conference on Termites of the USSR. Ashgabat: Academy of Sciences of the TSSR; 1966:33-34.

21. Khamraev ASh, Lebedeva NI, Azimov ZA, . Recommendations for the system of struggle against termites. Abstract of the Report of the International Seminar. Tashkent; 2016:44.

22. Khamraev ASh, Lebedeva NI, Rustamov KZh, . Instructions in the fight against termites. Abstract of the Report of the International Seminar.Tashkent; 2016:12.

ISSN 3030-3907

23. Kholmatov BR, Rustamov KZh, Ganieva ZA, Khashimova MKh. Devices for processing wood with chemicals against termites and other wood-destroying insects. In: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference on Science, Production, and Business: Current State and Innovative Development in Agriculture. Almaty; 2019:194-199.
24. Lebedeva NI, Khamraev ASh, Mirzaeva GS. Xylophagous pests of wood materials and historical monuments. Bulletin of the Karakalpak State University Named After Berdakh. 2014;4:21-25.
25. Lebedeva NI, Khamraev ASh, Mirzaeva GS. Xylophagous pests of wood materials and historical monuments. Bulletin of the Karakalpak State University Named After Berdakh. 2014;4:21-25.
26. Togaev U.R., Khaitbaev Kh., Abdukaharov V.S., Ziyavitdinov J. Investigation of termite (*Anacanthotermes turkestanicus*) extract for identification of trace pheromone. Russian conference of young scientists: Actual problems chemistry and biology. Section of modern problems of chemistry and biochemistry. Pushchino 2012: 30-31
27. Khokhlacheva VE, Lebedeva NI, Khashimova MKh. Toxicity of Beauveria tenella culture liquid for termites. In: Problems of Rational Use and Protection of Biological Resources. Proceedings of the 3rd International Scientific-Practical Conference of the Southern Aral Sea Region; Nukus; 2010:28.
28. Nurjanov AA, Khamraev ASh, Eshchanov RA. Use of the fungus Beauveria tenella (Delacr) Siem. Strain VD-85 in baits against termites. In: Abstracts of the Reports of the International Workshop on Termites of Central Asia: Biology, Ecology, and Control; October 16-22, 2005:52.
29. Kholmatov BR, Mirzaeva GS, Khashimova MKh, Akhmedov VN. Comprehensive protection of wooden structures from termites. Uzbek Biol J. 2019;2:36-42.
30. Patent. Method of preparation of insecticides against termites
31. Cylindrical container on the technology of preparation of pathogenic and toxic fodder and use against termites – 2019. UZ No. SAP01243
32. Patent. Device for eradication of termites of the genus *Anacantothermes* – UZ № FAP00954 14.06.2013
33. Tellez M, Osbrink W, Kobaisy M. Natural products as pesticidal agents for control of Formosan termite. Sociobiology. 2002;6.
34. Guillet C, Harmentha J, Waddell TG. Synergetic insecticidal mode of action between sesquiterpene lactones and phototoxin, β-terthienyl. Photochem Photobiol. 2000;71(2):111-115.

ISSN 3030-3907

35. Zakirov SK, Mukhidova Z, Zakirova ShS, Kaipnazarov TN. Plants of the genus Jurinea – a source of biologically active sesquiterpene lactones. Vestnik of the South Kazakhstan State Pharmaceutical Academy. 2014;4(68):22-24.
36. Zokirov SK, Mukhidova Z, Sham'yanov I, Mukhammatkhanova RF, Rustamov KZh. Natural ecologically safe anti-termite agents. Ilm-fan va innovatsionnykh rivozlanish. 2019;1:73-77.
37. Verma M, Sharma S, Prasad R. Biological alternatives for termite control: a review. Int J Biodeterior Biodegrad. 2009;63:959-972.
38. Ibrahim SA, Henderson G, Fei HX. Toxicity, repellency, and horizontal transmission of fipronil in the Formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). J Econ Entomol. 2003;96:461-467.
39. Henderson. (1999) Compositions and methods for detecting and killing termites *U.S. Patent and Trademark Office.* U.S. Patent № US 5,874,097.
40. Stowell. Composition and method killing termites U.S. *Patent and Trademark Office*. 1999. U.S. Patent № US 5,637,298.
41. Rojas Naphthalenic compounds as termite bait toxicants. *U.S. Patent and Trademark Office.* 2004. U.S. Patent № US US 6,691,453 B1.
42. Omata Termites trail-following pheromone and a same composition and method of detecting captured termites by using this composition *U.S. Patent and Trademark Office.* 1991.(U.S. Patent № US 5,024,832).
43. Togaev, U., Rakhmonkulova, A., Sharma, M., Agarwal, S., Turaev, A. S., Tillyabaev, Z., Matchanov, A., Khodja-Akhmedova, K., Ruzmetov, R., Abdullaev, I., & Mathur, V. (2025). Whole Metagenomic Analysis of the Gut Microbiome of Higher Termites (*Microcerotermes turkmenicus* Luppova, 1976) in Uzbekistan. *Acta Microbiologica Bulgarica*, 41(3), 341–346. https://doi.org/10.59393/amb25410308
44. Togaev, U.; Turaev, A. S.; Mathur, V.; Tilyabaev, Z.; Zhaloliddinov, F. and Turageldiyev, S. (2024). Innovative strategies for termite management: development and evaluation of effective baits against Anacanthotermes turkestanicus. Biosciences Biotechnology Research Asia, 21(4): 1429-1437.

ISSN 3030-3907

FOSFOGIPS CHIQINDISI ASOSIDA $(NH_4)_2SO_4$ HAMDA CaF_2 OLISH JARAYONINI TADQIQ QILISH VA ULARNING FAZAVIY TARKIBINI O‘RGANISH

To‘raxonov Ravshanbek Sattorxon o‘g‘li
Tayanch doktorant, Namangan davlat texnika universiteti
E-mail: ravshanbekturaxonov@gmail.com
Sherquziyev Doniyor Shermamatovich
Texnika fanlari doktori, professor. Namangan davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu ishda ekstraksion fosfor kislota chiqindisi fosfogipsni ammiak (NH_3) hamda ftorid kislota(HF) bilan qayta ishlash orqali ammoniy sulfat $(NH_4)_2SO_4$ hamda kalsiy ftorid (CaF_2) olish jarayoni va ularning kimyoviy hamda fazaviy tarkiblari rentgen difraktsion tahlil (XRD) usuli yordamida o‘rganilgan. Tadqiqot jarayonida fosfogipsning boshlang‘ich mineralo-fazaviy holati, uning ammiak va sulfat kislotasi bilan reaksiyaga kirishishi natijasida $(NH_4)_2SO_4$ fazasining shakllanishi, ftorid ionlarining reaksiya muhitida kalsiy bilan birikib CaF_2 kristall fazasini hosil qilishi ilmiy asosda o‘rganilgan. XRD texnologiyasi yordamida har ikki mahsulotning kristall tuzilishi, asosiy difraksion piklar, fazalarning tozaligi, kristallik o‘lchamlari va fazaviy o‘zgarishlar jarayoni aniqlangan. Mazkur tadqiqot fosfogipsni qayta ishlash samaradorligini oshirish, chiqindi hisoblangan florli komponentlarni iqtisodiy qiymatga ega bo‘lgan CaF_2 ko‘rinishida ajratib olish hamda olingan ammoniy sulfat o‘g‘itining sifat ko‘rsatkichlarini ilmiy asoslashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: Fosfogips, ammoniy sulfat, XRD tahlili, ammiak, ftorid, kristal faza, kalsiy ftorid, difraktogramma.

Аннотация. В данной работе методом рентгенофазового анализа (РФА) изучен процесс получения сульфата аммония $(NH_4)_2SO_4$ и фторида кальция (CaF_2) обработкой отхода экстракции фосфорной кислоты – фосфогипса аммиаком (NH_3) и плавиковой кислотой (HF), их химический и фазовый составы. В ходе исследований научно изучены исходное минерально-фазовое состояние фосфогипса, образование фазы $(NH_4)_2SO_4$ в результате ее взаимодействия с аммиаком и серной кислотой, а также образование кристаллической фазы CaF_2 при соединении фторид-ионов с кальцием в реакционной среде. С помощью рентгеноструктурного анализа (РФА) определены кристаллическая структура, основные дифракционные пики, фазовая чистота, размер кристаллов и процесс фазовых превращений обоих продуктов. Целью данного исследования является повышение эффективности переработки фосфогипса, выделение фторсодержащих компонентов, рассматриваемых как отходы, в виде экономически ценного

ISSN 3030-3907

CaF_2, а также научное обоснование качественных показателей получаемого удобрения на основе сульфата аммония.

Ключевые слова: фосфогипс, сульфат аммония, рентгеноструктурный анализ, аммиак, фторид, кристаллическая фаза, фторид кальция, дифрактограмма

Abstract. In this work, the process of obtaining ammonium sulfate $(NH_4)_2SO_4$ and calcium fluoride (CaF_2) by treating the extraction phosphoric acid waste phosphogypsum with ammonia (NH_3) and hydrofluoric acid (HF) and their chemical and phase compositions were studied using the X-ray diffraction (XRD) method. In the course of the research, the initial mineral phase state of phosphogypsum, the formation of the $(NH_4)_2SO_4$ phase as a result of its reaction with ammonia and sulfuric acid, and the formation of the CaF_2 crystal phase by combining fluoride ions with calcium in the reaction medium were scientifically studied. The crystal structure, main diffraction peaks, phase purity, crystal size, and phase transformation process of both products were determined using XRD technology. This study aims to improve the efficiency of phosphogypsum processing, separate the fluorine components considered waste in the form of economically valuable CaF_2, and scientifically substantiate the quality indicators of the resulting ammonium sulfate fertilizer.

Key words: phosphogypsum, ammonium sulfate, X-ray diffraction analysis, ammonia, fluoride, crystalline phase, calcium fluoride, diffraction pattern

Kirish

Fosfogips mineral o‘g‘it sanoatida ekstraksion fosfor kislotasi olish jarayonida hosil bo‘ladigan katta hajmdagi sanoat chiqindisi bo‘lib, uning dunyo miqyosidagi yillik ishlab chiqarish hajmi 200 million tonnadan oshadi. O‘zbekiston hududida, xususan, Qizilqum fosforitlarini qayta ishlash jarayonida har yili yirik miqdorda fosfogips hosil bo‘lib, ularning asosiy qismi maxsus poligonlarda saqlanadi. Bunday chiqindilarni katta maydonlarda to‘plash ekologik xavf tug‘diradi, chunki tarkibida $CaSO_4$ dan tashqari F_2, P_2O_5 qoldiqlari, organik modda izlari ham mavjud. Fosfogipsning katta miqdorda to‘planishi natijasida quyidagi muammolar yuzaga keladi: [1,2,9]

a) Yer maydonlarining yaroqsiz holga kelishi;
b) Grunt suvlarining ifloslanish xavfi;
c) Atmosferaga chang ajralishi;
d) Florli birikmalarning atrof-muhitga tarqalishi.

Shu sababli fosfogipsni oddiy chiqindi sifatida saqlab qo‘yish o‘rniga uni qayta ishlash orqali iqtisodiy qiymatga ega mahsulotlar olish dolzarb masalaga aylangan. Fosfogipsning kimyoviy tarkibida ko‘p miqdorda $CaSO_4$ bo‘lgani sababli uni turli texnologik jarayonlarda qayta ishlash, jumladan ammoniy sulfat

ISSN 3030-3907

$(NH_4)_2SO_4$, kalsiy karbonat, sement qo‘shimchalari va boshqa sanoat mahsulotlari ishlab chiqarishda xom ashyo sifatida qo‘llash mumkin[11].

Fosfogipsni qayta ishlashning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri uni ammiak va sulfat kislotasi bilan reaktsiyaga kiritib qimmatli o‘g‘it bo‘lgan ammoniy sulfat olishdir. Bu jarayon nafaqat fosfogips muammosini bartaraf etadi, balki qo‘shimcha ravishda kalsiy ftorid (CaF_2) kabi sanoat uchun ahamiyatga ega mahsulot hosil bo‘lishiga imkon yaratadi. Mazkur yondashuv chiqindisiz texnologiya sari qadam bo‘lib, atrof-muhit barqarorligini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi. Ammoniy sulfat qishloq xo‘jaligi uchun eng muhim azotli o‘g‘itlardan biri hisoblanadi. Uning tarkibida 21% gacha azot (N) va 24% gacha oltingugurt (S) mavjud bo‘lib, bu uni ozuqa elementlariga boy o‘g‘it sifatida katta qiymatli qiladi. $(NH_4)_2SO_4$ ayniqsa oltingugurt yetishmovchiligi kuzatiladigan tuproqlarda muhim ahamiyatga ega. U o‘simliklarda oqsil sintezi, klorofill hosil bo‘lishi, metabolik jarayonlar va hosildorlikning oshishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ammoniy sulfatning yana bir afzalligi uning pH ni biroz pasaytiruvchi xususiyati bo‘lib, ishqoriy tuproqlarda serhosillikni oshirishga xizmat qiladi Ammoniy sulfat ishlab chiqarishda arzon xom ashyo sifatida fosfogipsdan foydalanish texnologiya qiymatini pasaytiradi va sanoat chiqindilarini qayta ishlashga imkon beradi. Shu bois ushbu o‘g‘itni fosfogips asosida olish iqtisodiy va ekologik jihatdan nihoyatda samarali hisoblanadi.CaF_2 ko‘plab sohalarda qo‘llaniladigan muhim mineral bo‘lib, uning asosiy qimmatli jihatlari quyidagilardan iborat:[3,5,8,9]

a) metallurgiyada erituvchi (flux) sifatida ishlatiladi;
b) alyuminiy ishlab chiqarishda ftorli tuzlar sintezi uchun xom ashyo;
c) kimyo sanoatida HF (frit kislotasi) olishda asosiy mineral;
d) keramika va optik shisha ishlab chiqarishda qo‘llaniladi;
e) ftoroplastlar va sovutilgan texnik moylar ishlab chiqarishda zarur komponent.

Fosfogipsni qayta ishlash jarayonida CaF_2 ajralib chiqishi qo‘shimcha iqtisodiy foyda beradi, chunki bu mahsulot toza ko‘rinishda yuqori bozor qiymatiga ega. Uni sanoatga qayta sotish yoki texnologik jarayonlarda foydalanish korxona uchun muhim iqtisodiy samaradorlik yaratadi. XRD – qattiq jismning fazaviy tarkibi, kristall tuzilishi va mineralojik holatini aniqlash uchun eng ishonchli analitik usullardan biridir. Uning asosiy ilmiy ahamiyati quyidagilardan iborat:

1) kristall fazalarning aniq identifikatsiyasi;
2) fazalar ulushini miqdoriy baholash;
3) kristallit o‘lchamlarini aniqlash;
4) reaksiya jarayonida fazaviy o‘zgarishlarni kuzatish;
5) mahsulotning tozaligi va kristall tuzilmasini baholash

Fosfogipsdan $(NH_4)_2SO_4$ olish jarayonida XRD yordamida boshlang‘ich fosfogipsning tarkibini baholash, reaksiyadan keyingi ammoniy sulfat fazalarini

ISSN 3030-3907

aniqlash va ikkilamchi mahsulot bo‘lgan CaF_2 kristallining shakllanishini tasdiqlash muhim ahamiyatga ega. Bu texnologiyaning ilmiy asoslanishini kuchaytiradi va jarayonni optimallashtirishga imkon yaratadi [10,12].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Fosfogipsni atrof-muhitga ta’siri, uning tarkibidagi elementlari bo‘yicha mahalliy hamda xorijdagi olimlar tomonidan o‘rganilgan. Jumladan Hanan Tayibi, Muhammad Choura, Francheko Alguasil (2009) fosfogipsning ekologik muammolari, tarkibidagi zararli aralashmalar, og‘ir metall ionlari va ftor birikmalarining atrof-muhitga ta’siri haqida chuqur tahlil bergan. Ularning tadqiqotlarida fosfogipsni qayta ishlash jarayonlari ekologik xavfni kamaytirishning eng samarali yo‘li sifatida qayd etilgan. Bu manba fosfogipsni kimyoviy qayta ishlash zarurligini ilmiy asoslaydi [1]. G.Murali va M.Azab (2023) fosfogipsdan qurilish materiallari ishlab chiqarish bo‘yicha zamonaviy ishlanmalarni tahlil qilgan. Ular fosfogipsning kimyoviy tarkibi, kristall tuzilishi va reaktivligi uni kimyoviy jarayonlarda (masalan, $(NH_4)_2SO_4$ olish) qayta ishlashga qulay ekanini ta’kidlaydi [2]. Kseniya Levickaya, Nataliya Alfimova, Ivan Nikulin, Natalia Kozhukhova, Aleksander Buryanovlar (2024) fosfogipsning xomashyo sifatidagi mavjud imkoniyatlari, istiqbollari va hozirgi sanoat texnologiyalaridagi o‘rnini o‘rgangan. Tadqiqot fosfogipsni ftorli mahsulotlar (jumladan CaF_2) olish uchun ham qiymatli manba ekanini ko‘rsatadi [3]. Khalid Abbas (2011) fosfogipsdan ammiakli sulfat olishning texnologik sharoitlarini o‘rgangan. Uning tajribalari reaksiyaning pH, harorat, aralashtirish tezligi va ion kuchiga bog‘liqligini ko‘rsatib, optimal parametrlarni belgilaydi [4]. Cemre Avshar, Suna Ertunch $(NH_4)_2SO_4$ ishlab chiqarishda reaksion parametrlarning optimallashtirilishini tahlil qilgan. Ular sulfat-ionlarining ammiak bilan reaksiyasi kinetikasini, fosfogipsdagi aralashmalar ta’sirini batafsil yoritgan [6]. Hajer Douahem, Halim Hammi, Ahmed Hichem Hamzaoui, Adel M’nif (2016) fosfogipsning CaF_2 va Na_2SO_4ga aylanish mexanizmini modellashtirgan. Ular ftor-ionlari bilan kaltsiyning birikish jarayonida faza o‘zgarishlarini matematik model orqali ko‘rsatishgan [7].

Shuningdek birqator O‘zbekistonlik olimlar ham fosfogips chiqindisi asosida tadqiqotlar olib borishgan. Jumladan A.A.Nodirov, B.E.Sultonov, D.Sh Sherkuziyev, A.A. Abdulxayevlar (2025) Qizilqum mineral massasi asosidagi fosfogips tarkibini o‘rganib, fosfogipsdagi ftor birikmalari miqdori, $CaSO_4$ polimorflari va aralashmalar tahlilini berib, dastlabki tarkibida 2,95% P_2O_5, 30,30% CaO va 42,85% SO_3 borligi aniqlashgan. Nopokliklarni kamaytirish uchun optimal parametrlarni aniqlash uchun turli xil yuvish sharoitlari sinovdan o‘tkazilgan. Ushbu optimallashtirilgan sharoitlarda yuvilgan fosfogips 0,85% P_2O_5, 30,91% CaO va 43,98% SO_3 ni ko‘rsatgan [9]. A.A. Nodirov, B.E. Sultanov, D.S.

ISSN 3030-3907

Holmatov fosfogipsning asosiy kimyoviy tarkibini aniqlagan va uning ftorli mahsulotlar olishdagi ahamiyatini ko‘rsatishgan[10]. J.Kholmurodov, U.Temirov, Sh.Namazov, R. Radjabovlar (2024) tabiiy gips va fosfogipsdan ammiakli sulfat hamda kaltsiy karbonat olish jarayonlarini tahlil qilgan. Ularning tadqiqotida ammiak bilan reaksiyada kaltsiyning turli fazalarga o‘tish mexanizmi va fosfor kislotasini (EFK) ajratib olishning qo‘shimcha mahsuloti sifatida tasniflangan mahalliy tabiiy gips va fosfogipsning suyuq usulda ammoniy karbonatga aylanishini o‘rganilgan[11]. U. Muxammatova, R. Ruziyeva, D. Azimovalar (2024) fosforit chiqindilaridan kompleks o‘g‘itlar olishni o‘rganishgan. Fosfogipsni qayta ishlashda olingan $(NH_4)_2SO_4$ ning qo‘llanilishi, qattiq va suyuq o‘g‘itlarda qo‘shimcha komponent sifatida ishlatilishi haqida ma’lumotlar keltirilgan[12].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, fosfogips chiqindisi tarkibi murakkab bo‘lib, undan $(NH_4)_2SO_4$ va CaF_2 kabi iqtisodiy jihatdan qimmatli mahsulotlar olish texnologik hamda ilmiy asosga ega. Jarayonning asosiy omillari pH, harorat, ion kuchi, aralashmalar miqdori va reaksion muhitning faolligidir. CaF_2 kristall fazasining shakllanishi yuqori pH sharoitiga bog‘liq bo‘lsa, $(NH_4)_2SO_4$ hosil bo‘lishi sulfat-ionlarining ammiak bilan bog‘lanishi orqali sodir bo‘ladi.

TADQIQOT METODI

Fosfogips asosida ammoniy sulfat $(NH_4)_2SO_4$ hamda kalsiy ftorid CaF_2 olish uchun 25%li ammiak (NH_3), 40% li ftorid kislotasi (HF) dan foydalanildi. Namunani tayyorlash uchun dastlab 40,8 gr. 25%li ammiak (NH_3) hamda 40 %li ftorid kislotasi (HF)ni 1:3 nisbatda analitik tarozida tortib olib, muzli vannada ammoniy ftorid (NH_4F) hosil qilindi. Fosfogips chiqindisidan 13,6 gr. olib idishga solindi, ustiga hosil bo‘lgan ammoniy ftorid (NH_4F) sekin asta tomchilab quyib aralashtirilib, konversiya jarayoni 180 daqiqa davom etdi. Tayyor bo‘lgan suyuq bo‘tqa shaklidagi namunani ikki qavatli filtr qog‘ozidan o‘tkazildi. Filtrdan o‘tgan suyuqlikni 80^0C haroratda bug‘latib ammoniy sulfat $(NH_4)_2SO_4$ ajratib olindi. Filtrda qolgan cho‘kma kalsiy ftorid (CaF_2) ni quritish pechida 12 soat davomida 80^0C haroratda quritib har ikki namuna XRD tahlili uchun tayyorlandi.

1-jadval

Quyidagi jadvalda olingan namunalar tarkibi va ularning massasi ko‘rsatilgan

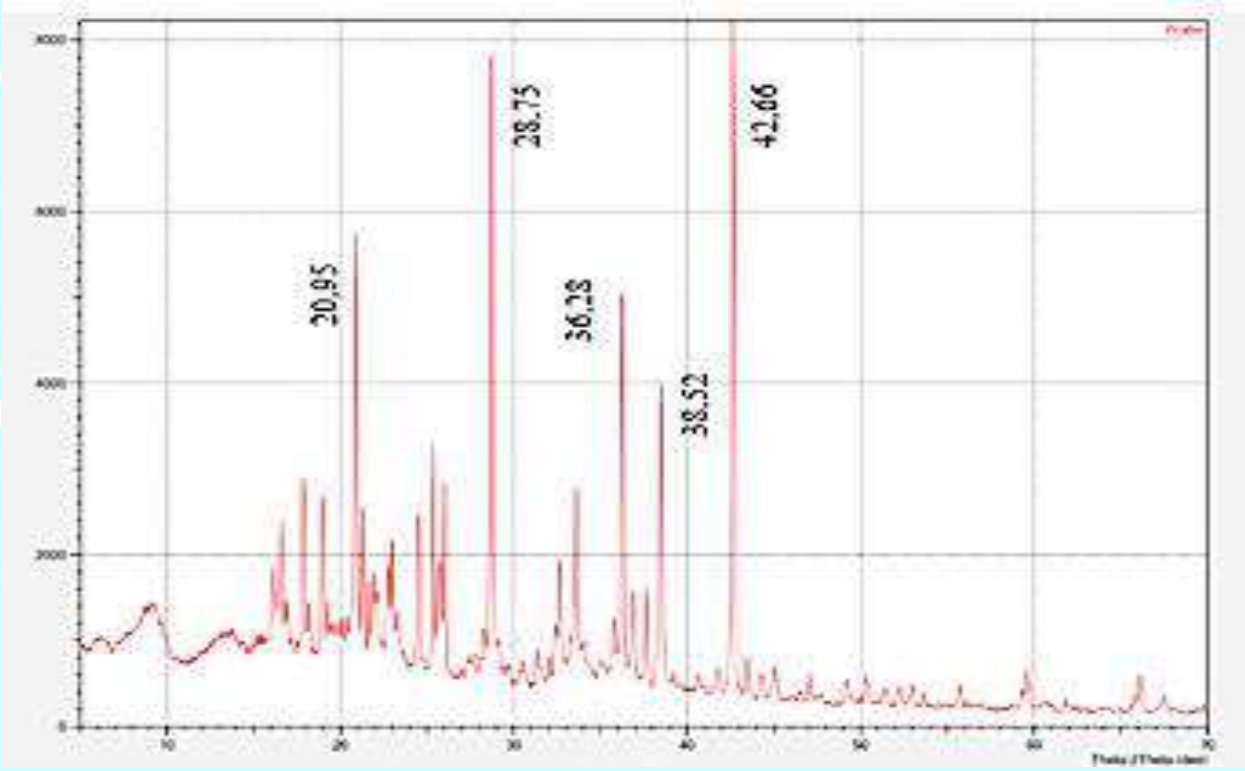
№	Namuna nisbati	Fosfogips (PG), gr.	Ammiak (NH_3), gr.	Ftorid kislota(HF), gr.
1	1:0,5	13,6	6,8	2,5
2	1:1	13,6	13,6	5,0
3	1:1,5	13,6	20,4	7,5
4	1:2	13,6	27,2	10,0

ISSN 3030-3907

5	1:2,5	13,6	34,0	12,5
6	1:3	13,6	40,8	15,0

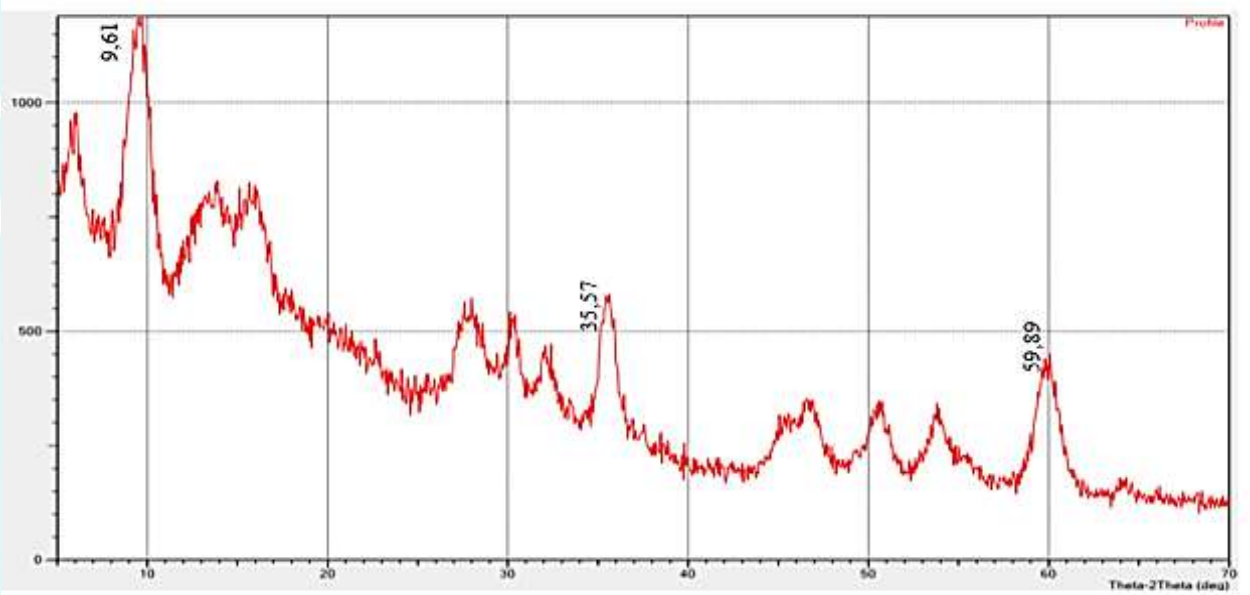
MUHOKAMA VA NATIJALAR

Olingan namunalardan 1:3 nisbatdagi ammoniy sulfat $(NH_4)_2SO_4$ ning kimyoviy tarkibi va rentgen difraktsion tahlil (XRD) usuli yordamida tahlil qilindi. XRD natijalari ammoniy sulfat kristallari hosil bo‘lganini ko‘rsatdi. Kuchli difraksion cho‘qqilar $2\theta \approx 20.95°$, 24.56°, 25.39°, 26.04°, 28.75°, 31.40°, 33.62°, 36.28°, 38.52°, 42.66°, 50.36°, 55.71°, 59.65° va 66.16° da qayd etildi. Bu qiymatlar xalqaro ma’lumotlar bazasidagi ammoniy sulfat standartlari bilan mos keldi. Fosfogips, ammiak va ftorid kislota o‘zaro reaksiyasi natijasida ammoniy sulfat kristallari hosil bo‘ldi. XRD natijalari mahsulotning sof $(NH_4)_2SO_4$ fazasidan iboratligini tasdiqladi. Bu usul qimmatli azotli o‘g‘it ishlab chiqarishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lishi mumkin.



1-rasm. Fosfogips chiqindisi asosida olingan ammoniy sulfatning XRD tahlili. Ammoniy sulfat $(NH_4)_2SO_4$ olish jarayonida ikkilamchi mahsulot sifatida hosil bo‘lgan CaF_2 ning XRD orqali fazaviy tarkibi o‘rganildi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. CaF_2 namunalari XRD tahlili.

XRD natijalari CaF_2 fazasiga mos cho‘qqilarni aniqladi. Kuchli difraksion cho‘qqilar $2\theta \approx 9.61°$, 35.57° va 59.89° da qayd etildi. Ushbu qiymatlar CaF_2 standartlari bilan mos keldi. Bu natija CaF_2 ning kristall fazasi sifatida hosil bo‘lganini tasdiqladi. Fosfogipsni ammiak va ftorid kislota bilan reaksiyaga kiritish jarayonida CaF_2 cho‘kma sifatida hosil bo‘ldi. XRD natijalari mahsulotning CaF_2 fazasidan iboratligini ko‘rsatdi. Bu jarayon chiqindi fosfogipsdan qimmatli noorganik birikmalar olish imkoniyatini yaratadi.

Taqdim etilgan XRD ma’lumotlarida difraktogramma 2θ yo‘nalishida 5°–70° oralig‘ida o‘lchangan bo‘lib, asosiy intensiv piklar 28.75°, 36.27°, 38.52° va 42.66° atrofida kuzatildi. Bu cho‘qqilar ammoniy sulfatning standart kristall fazasiga mos keladi va sintez jarayonida yuqori kristallanish darajasiga ega mahsulot hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. Difraktogrammadagi eng kuchli pík 42.6607° (I/I1 = 100) darajada qayd etilib, uning integrallangan intensivligi 31 414 counts ni tashkil etadi. Bunday yuqori intensivlik $(NH_4)_2SO_4$ kristall fazasining to‘liq shakllanganini tasdiqlaydi. XRD natijalari shuningdek o‘rta burchaklardagi (16°–26°) o‘rtacha intensiv piklarning mavjudligini ko‘rsatadi. Ular fosfogipsning reaksiya jarayonida to‘liq parchalanmagan qoldiq $CaSO_4$ fazalari yoki aralash mineral komponentlarini bildirishi mumkin. Biroq ularning intensivligi asosiy pik qiymatlaridan ancha past bo‘lgani sababli umumiy mahsulot sifatiga ta’siri minimal hisoblanadi.

CaF_2 ning hosil bo‘lishi jarayon davomida florid ionlarining kalsiy bilan reaksiyasi natijasida sodir bo‘ladi. CaF_2 kristall fazasiga xos piklar odatda 28–29°, 47° va 55° oralig‘ida qayd etiladi. Difraktogrammada 28.3316° va 55.7083° piklarining mavjudligi CaF_2 ning sintez qilingan mahsulot tarkibiga kirganini ko‘rsatadi. Bu jarayon fosfogips tarkibidagi florli komponentlarning to‘liq ajralib

ISSN 3030-3907

chiqishini tasdiqlaydi. XRD difraktogrammalarining tahlili fosfogips asosida olib borilgan reaksiya jarayonida kristall fazalarning shakllanishi, ularning nisbiy miqdori va strukturaviy xususiyatlari haqida muhim ma’lumotlarni taqdim etdi. Difraktogrammada qayd etilgan eng kuchli cho‘qqilar 9.61°, 35.56° va 59.89° atrofida joylashgan bo‘lib, ular mos ravishda 100%, 57% va 54% nisbiy intensivlikka ega. Bu cho‘qqilar kalsiy ftorid (CaF_2) ning kristall fazasiga xos bo‘lib, CaF_2 sintezi jarayonda faol ravishda sodir bo‘lganini ko‘rsatadi.

Bundan tashqari, 35.5682° va 59.8933° cho‘qqilarining mavjudligi CaF_2 kristall fazasining to‘liq shakllanganini, kristallitlarning o‘lchamlari esa nisbatan bir xil ekanini ko‘rsatadi. Bu esa reaksiya jarayonida florid ionlarining barqaror kristall panjara hosil qilganini bildiradi. Difraktogrammada 13.72°, 15.92°, 28.04°, 30.14° va 32.24° atrofida o‘rtacha intensivlikka ega qo‘shimcha cho‘qqilar kuzatiladi. Bu cho‘qqilar fosfogips tarkibidagi qoldiq mineral fazalarning — xususan gidratlangan kaltsiy sulfatning ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) yoki aralash silikatlarning izlarini anglatadi. Ularning mavjudligi namunada oz miqdorda reaksiya yakunlanmagan $CaSO_4$ fazalari borligini ko‘rsatadi, ammo ular umumiy strukturaga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi. Umuman olganda, difraktogramma CaF_2 ning asosiy faza ekanini, qoldiq $CaSO_4$ va boshqa aralashmalar esa ikkilamchi fazalar sifatida minimal miqdorda saqlanib qolganini ko‘rsatadi. Bu natijalar fosfogips tarkibidagi florid komponentlari reaksiya sharoitlarida to‘liq ajralib chiqqanini va CaF_2 ko‘rinishida kristall mahsulotga aylanganini tasdiqlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Taqdim etilgan XRD natijalari asosida fosfogips asosida ammoniy sulfat ($(NH_4)_2SO_4$) olish jarayoni yuqori samaradorlik bilan amalga oshirilganini tasdiqlaydi. Difraktogrammada qayd etilgan 28.75°, 36.27°, 38.52° va 42.66° burchaklardagi yuqori intensiv cho‘qqilar ammoniy sulfatning tipik kristall fazasi bilan mos keladi va mahsulotning yuqori kristallanish darajasiga ega ekanini ko‘rsatadi. Jarayon davomida fosfogips tarkibidagi florli komponentlarning kalsiy bilan reaksiyasi natijasida kalsiy ftorid (CaF_2) shakllangan bo‘lib, XRD difraktogrammasida 28.33° va 55.70° atrofidagi piklar uning mavjudligini tasdiqlaydi. Amalga oshirilgan reaksiya jarayoni fosfogips tarkibidagi ftorid ionlarining muvaffaqiyatli ravishda kalsiy bilan birikib CaF_2 kristall fazasiga aylanganini ko‘rsatadi. 9.61°, 35.56° va 59.89° dagi kuchli piklar CaF_2 ning yuqori darajada kristallangan holatda hosil bo‘lganini tasdiqladi. Bu esa jarayonning kimyoviy to‘liqligi va reaksiya sharoitlarining optimal tanlanganidan dalolat beradi. XRD tahlili shuningdek oz miqdordagi qoldiq $CaSO_4$ va boshqa aralash mineral fazalar mavjudligini ko‘rsatdi. Bu qoldiq fazalarning mavjudligi umumiy mahsulot sifatiga jiddiy ta’sir qilmaydi va jarayonning yuqori samaradorlik bilan amalga oshirilganini tasdiqlaydi. Ushbu natijalar fosfogipsni qayta ishlash orqali

ISSN 3030-3907

qimmatli mahsulot CaF_2 olishning ekologik va iqtisodiy ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi. CaF_2 ning optik materiallar, metallurgiya, keramika va kimyo sanoatidagi katta qo‘llanilish darajasi bu texnologiyaning amaliy ahamiyatini yanada oshiradi. XRD tahlili esa fazaviy tarkibni aniqlash va jarayonni optimallashtirishda asosiy analitik usul ekanini yana bir bor tasdiqladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. H.Tayibi, M.Choura, F.ALópez, F.J.Alguacil, A.López-Delgado. Environmental impact and management of phosphogypsum. Journal of Environmental Management2009,90(8),2377–2386. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.03.007

2. G.Murali, M.Azab. Recent research in utilization of phosphogypsum as building materials: Review. Journal of Materials Research and Technology 2023, 25, 960–987. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2238785423012383

3. Kseniya Levickaya, Nataliya Alfimova,Ivan Nikulin, Natalia Kozhukhova, Aleksander Buryanov The use of phosphogypsum as a source of raw materials: Current status and prospects.Resources2024,13(5),69. https://doi.org/10.3390/resources13050069

4. K.K.Abbas, Study on the production of ammonium sulfate fertilizer from phosphogypsum. Engineering and Technology Journal 2011, 29(4), 814–821. https://doaj.org/article/d754cc9b715c41ca89cd84fd1960bbcb

5. Sh.Rafie, F.M.Zaher, M.Monir, W.Osman. High valuable materials from phosphogypsum and carbon waste. Egyptian Journal of Chemistry 2024, 67(3), 865–879. https://ejchem.journals.ekb.eg/article_357731.html

6. Cemre Avshar, Suna Ertunch Reaction parameter optimization of ammonium sulfate production from phosphogypsum. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly 2025.

7. https://www.ache-pub.org.rs/index.php/CICEQ/article/view/1449

8. Hajer Douahem, Halim Hammi, Ahmed Hichem Hamzaoui, Adel M’nif. Modeling and optimization of phosphogypsum transformation into calcium fluoride using experimental design methodology. Journal of the Tunisian Chemical Society 2016, 18, 106–113. https://www.sctunisie.org/pdf/JSCT_v18-15.pdf

9. Boukhlifi, F.; et al. Phosphogypsum conversion into calcium fluoride and sodium sulfate. International Journal of Heat and Technology 2020, 38(4), 915–922. https://www.iieta.org/journals/ijht/paper/10.18280/ijht.380405

10. Nodirov A. A. Sultonov B. E. Sherkuziyev D.Sh. Abdulxayev A. A. Research of the composition of phosphogypsum produced during the extracting of phosphoric acid from mineralized mass by the clinker method. AIP Conference Proceedings 2025, 3304, 040021. https://doi.org/10.1063/5.0269275

ISSN 3030-3907

11. A.A.Nodirov,B.E.Sultanov,D,S,Holmatov. The main chemical composition of phosphogypsum formed at the obtaining of extraction phosphoric acid by clinker method.https://cyberleninka.ru/article/n/the-main-chemical-composition-of-phosphogypsum-formed-at-the-obtaining-of-extraction-phosphoric-acid-by-clinker-method
12. J.Kholmurodov, U.Temirov, Sh.Namazov, R.Radjabov, Obtaining ammonium sulfate and calcium carbonate by processing natural gypsum and phosphogypsum. E3S Web of Conferences2024,563,02038.
https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456302038
13. U.Muxammatova, R.Ruziyeva, D.Azimova, Production of complex fertilizers from phosphorite waste of the Central Kyzylkum. Excellencia: International Multi-Disciplinary Journal of Education2024,4(9),569–579.
https://www.multijournals.org/index.php/excellencia-imje/article/view/2291

ISSN 3030-3907

МАКТАБ РЮКЗАКЛАРИ УЧУН ТЎҚИМАЧИЛИК МАТЕРИАЛЛАРИНИНГ ГИГИЕНИК, ДЕФОРМАТЦИОН ВА ХАВФСИЗЛИК ХУСУСИЯТЛАРИ ТАҲЛИЛИ

Илхамова Малохат Уткуровна

Доцент т.ф.ф.д "Чарм буюмларини конструктциялаш ва технологияси кафедраси", Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти, Тошкент, Ўзбекистон.

Махмудов Хусниддин Юсуф ўғли

Таянч докторант "Чарм буюмларини конструктциялаш ва технологияси кафедраси", Тошкент тўқимачилик ва енгил саноат институти, Тошкент, Ўзбекистон.

Аннотация. Мақолада ҳозирги кунда мактаб ўқувчилари учун рюкзакларини лойиҳалашда материалларни гигиеник, деформатцион ва хавфсизлик ҳусусиятларни таҳлил қилинган ҳолда ўзаро солиштирилган. Бунда, чарм, брезент, полиэстер, кордура, охфорд материалларини танлаб олинган ва уларнинг ҳусусиятлари асосида умумий ҳулоса олинган.

Калит сўзлар. Чарм, брезент, полиэстер, кордура, охфорд, гигиеник, деформатцион ва хавфсизлик хусусиятлари.

Аннотация. В статье проведено сравнительное исследование материалов, используемых при проектировании школьных рюкзаков, с учётом их гигиенических, деформационных и безопасностных свойств. Для анализа были выбраны следующие материалы: кожа, брезент, полиэстер, кордура и оксфорд. На основе их характеристик сделан общий вывод

Ключевые слова: Кожа, брезент, полиэстер, кордура, оксфорд, гигиенические, деформационные и безопасностные свойства.

Annotation. "The article presents a comparative study of materials used in the design of school backpacks, taking into account their hygienic, deformational, and safety properties. The following materials were selected for analysis: leather, canvas, polyester, Cordura, and Oxford. Based on their characteristics, a general conclusion has been drawn."

Key words: Leather, canvas, polyester, Cordura, Oxford, hygienic, deformational, and safety properties.

Кириш

Мактаб ўқувчилари рюкзакларни ҳар куни оғир китоб ва анжомлар ташишда фойдаланадилар. Шу боис рюкзак тайёрланадиган матонинг гигиеник хусусиятлари, деформатцион мустаҳкамлиги, кимёвий таркиби ва хавфсизлиги жуда муҳим аҳамиятга эга. Халқаро ва маҳаллий тадқиқотлар шуни кўрсатадики, мактаб рюкзаклари материаллари енгил, бардошли, сув

ISSN 3030-3907

ўтказмайдиган ва тозалаш осон бўлиши керак. Рюкзакнинг тана билан тўғридан-тўғри контактда бўладиган қисмлари терини шикастламаслиги, ортиқча терлатмаслиги ва аллергик реаксиялар келтирмаслиги лозим. Ушбу мақолада замонавий мактаб рюкзакларида энг кўп қўлланиладиган 5 та материал – Охфорд матоси, Кордура, нейлон, полиэстер ва табиий материаллар (пахта брезенти ва чарм) –таҳлил қилинади.

Мактаб рюкзаги материали танланаётганда қуйидаги талаблар асосий ҳисобланади:

– Енгиллик: материалнинг ўзи имкон қадар енгил бўлиши керак, акс ҳолда бўғинлар ва умуртқа поғонасига тушадиган умумий юк ортади.

– Мустаҳкамлик ва деформатцион барқарорлик: мато йиртилиш, тирналиш, тортилиш ва босимга чидамли бўлиши лозим. Рюкзак бир неча йил давомида ҳар куни оғир ўқув қуроллари билан ишлатилиши ҳисобга олинади.

– Сув ва об-ҳавога чидамлилик: ёмғир, қор ва нам муҳитда ичидаги буюмлар ҳимояланган бўлиши учун материал сув ўтказмаслиги ёки камида сувни қайтарувчи қопламага эга бўлиши зарур.

– Гигиеник хусусиятлар: материал ўқувчилар танаси билан контактда бўладиган юзаси ҳаво айланишини ма’лум даражада та’минлаши, ортиқча терлашга олиб келмаслиги керак. Шунингдек, мато намликни шимиб олиб, уни секин буғлатиш хусусиятига эга бўлиши мақсадга мувофиқ.

– Кимёвий хавфсизлик: мато таркибида болалар саломатлигига зарар етказиши мумкин бўлган токсик моддалар (фталатлар, оғир металлар, зарарли бўёқлар, хром ва бошқалар) бўлмаслиги керак.

– Сақлашнинг осонлиги: мактаб рюкзаклари тез-тез ифлосланиши сабабли мато ювишга ёки нам мато билан артишга чидамли бўлиши, рангини ва шаклини йўқотмаслиги лозим.

Охфорд – махсус саватсимон тўқилиш услубида тайёрланадиган, кўпинча полиамид (нейлон) ёки полиэстер толаларидан тўқиладиган синтетик матодир. Амалиётда Охфорд матоси турли зичликларда (210Д, 420Д, 600Д) ишлаб чиқарилади ва одатда полиуретан (ПУ) ёки поливинилхлорид (ПВХ) қоплама билан сув ўтказмайдиган хусусият берилади. Охфорд матоси йиртилиш ва ишқаланишга нисбатан яхши бардош беради, шаклини яхши сақлайди. Айниқса, 420Д ва 600Д каби зич турлари йирик ва оғир юклар учун мўлжалланган рюкзакларда кенг қўлланилади. Шу жиҳатдан Охфорд мактаб рюкзаклари учун етарли даражада мустаҳкам ҳисобланади. Охфорд матосининг асосий камчилиги гигиеник кўрсаткичлар билан боғлиқ. Синтетик толалар ва юқори зичлик, ПВХ ёки ПУ қоплама туфайли материал деярли ҳаво ўтказмайди. Бу ҳолат рюкзакнинг орқа панели ва ўқувчилар танаси билан контактда бўладиган юзаларида терлашни

ISSN 3030-3907

кучайтириши мумкин. Намлик мато орқали ташқарига чиқмай, одам танаси билан орқа панел орасида йиғилиши, натижада ноқулайлик ва тери касалликларини келтириб чиқариши ехтимоли мавжуд. Шу сабабли замонавий дизайнда Охфорд матосидан тайёрланган рюкзакларда орқа панел ва муҳим деталлар учун алоҳида нафас олувчи тўр ва юмшоқ қаватлар ишлатилади. Кимёвий жиҳатдан Охфорд инерт полимер толалардан иборат бўлса-да, айниқса ПВХ қопламали вариантларда фталатлар ва бошқа зарарли пластификаторлар мавжуд бўлмаслигига этибор бериш зарур. Умуман олганда, Охфорд матоси мустаҳкамлик, сувга чидамлилик ва сақлашнинг осонлиги бўйича жуда қулай, аммо гигиеник жиҳатдан ҳаво ўтказувчанлиги паст материал ҳисобланади.

Кордура – дастлаб АҚШда ҳарбий ехтиёжлар учун яратилган юқори мустаҳкам нейлон матодир. У полиамид толаларининг махсус текстуралаш ва ишлов бериш технологияси асосида тайёрланади. Кордура матосининг толалари одатдаги нейлонга қараганда қаттиқроқ, сирт тузилмаси дағалроқ ва чидамли бўлади. Баъзи турлари таркибида пахта ёки вискоза аралашмалари мавжуд бўлиб, бу матога юмшоқлик ва гигиеник хусусиятларни бир оз яхшилаш имконини беради. Кордура рюкзак материаллари ичида энг бардошли ҳисобланади. У йиртиқларга, тирналишга, ишқаланишга ва оғир юкларга нисбатан жуда юқори чидамлилик кўрсатади. Зичлиги 500Д, 700Д, 1000Д бўлган Кордура матолари профессионал саёҳат рюкзаклари, ҳарбий сумкалар ва экстремал шароитдаги жиҳозларда кенг қўлланилади. Мактаб рюкзаклари учун ҳам Кордура жуда ишончли материал бўлиб, рюкзакни бир неча йил давомида шаклини йўқотмасдан ишлатиш имконини беради. Кордуранинг деформатцион барқарорлиги юқори: мато чўзилиб кетмайди, чоклар бўйлаб бузилмайди, енгил зарбаларда ҳам тешилиш ехтимоли паст. Бу айниқса оғир дарсликлар солинадиган мактаб рюкзаклари учун катта афзалликдир. Кордура ҳам полиамид (нейлон) асосли синтетик мато бўлгани учун ҳаво ўтказувчанлиги чекланган. Бироқ пахта ёки вискоза аралашмалари мавжуд вариантларида ҳаво алмашинуви бироз яхшироқ бўлиши мумкин. Намликка нисбатан Кордура гидрофоб хусусиятга эга – сувни деярли шимамайди, шу боис тез қурийди, аммо теридан келадиган намликни ҳам ютмайди. Кордура кимёвий жиҳатдан барқарор бўлиб, аллергик реаксияларни кам ҳолларда келтириб чиқаради. Статик электр ҳосил бўлиши мумкин, лекин сиртининг дағал тузилиши туфайли бу Полиэстерга қараганда камроқ сезилади. Хавфсизлик нуқтаи назаридан Кордура ҳам ёнувчан бўлиб, олов яқинида ехтиёткорлик билан фойдаланиш талаб қилинади.

ISSN 3030-3907

Нейлон – полиамид синфига мансуб синтетик тола бўлиб, юқори мустаҳкамлик ва еластиклик билан ажралиб туради. Рюкзак ишлаб чиқаришда турли нейлон матолар (балистик нейлон, рипстоп нейлон ва бошқалар) кенг қўлланилади. Уларнинг умумий хусусияти шундаки, нейлон толалари тортилишга ва йиртилишга жуда чидамли. Нейлон толаси юқори тортилиш кучига ега: у узилмасдан анча чўзила олади ва сўнгра дастлабки ҳолатига яқин шаклга қайтади. Шу сабабли нейлон матолари зарба юкламаларига яхши мослашади, қаттиқ ишқаланишларда ҳам иплар тез уваланиб кетмайди. Ишқаланишга чидамлилиги полиэстерга қараганда кўпинча юқорироқ. Бироқ нейлоннинг айрим камчиликлари ҳам бор. У УВ нурларига нисбатан полиэстерга қараганда заифроқ: Қуёш остида узоқ муддат қолса, мустаҳкамлиги пасайиши ва ранги оқариши мумкин. Бундан ташқари, нам ва юк таъсирида нейлон бироз чўзилиш хусусиятига эга, бу еса кўп йиллик фойдаланишда рюкзак шаклининг бироз бўшашишига олиб келиши мумкин. Нейлон гидрофил емас, яъни намликни жуда кам шимади. Бу тез қуриш нуқтаи назаридан ижобий, лекин теридан ажралаётган намликни ўзига сингдирмагани сабабли тери юзасида нам муҳит сақланиб қолиши мумкин. Ҳаво ўтказувчанлиги матонинг зичлигига боғлиқ бўлиб, кичик зичликдаги, қопламасиз нейлон матолари маълум даражада “нафас олиши” мумкин, аммо умумий ҳолда табиий толалардагидек юқори емас. Нейлон толалари статик электрни ҳам тўплаши мумкин, бу чанг ва тукларнинг мато юзасига ёпишишига олиб келади. Кимёвий таркибига кўра, нейлон барқарор полимер бўлиб, одатдаги шароитда токсик моддалар ажратмайди. Фақат ёнғин хавфсизлиги нуқтаи назаридан, аланга таъсирида ериб куйиши ва заҳарли тутун чиқариши мумкинлиги еътиборга олинади. Шунингдек, ёнғинга қарши ишлов бериш жараёнида ишлатиладиган баъзи кимёвий моддалар экологик ва гигиеник нуқтаи назардан баҳоланиши керак.

Полиэстер – полиефир толаси бўлиб, айниқса полиетилентерефталат (ПЕТ) асосида олинади. У бугунги кунда тўқимачилик саноатида енг кўп қўлланиладиган синтетик толалардан биридир. Мактаб рюкзакларида Полиэстер матоси жуда кенг тарқалган, чунки у арзон, енгил ва етарлича мустаҳкам. Полиэстер мато ўлчам барқарорлиги бўйича жуда яхши натижа кўрсатади: у деярли чўзилмайди ва ювиш ёки намланишдан сўнг ҳам шаклини яхши сақлайди. Ишқаланишга чидамлилиги ҳам юқори, лекин бир хил қалинликдаги нейлон билан солиштирганда бироз паст бўлиши мумкин. Кенг тарқалган 600Д полиэстер Оксфорд матолари мактаб рюкзаклари учун етарлича мустаҳкам ва бардошлидир. Полиэстер толалари намликни жуда кам шимади. Шу боис мато табиатан сувни шиммаслик хусусиятга эга. Қопламасиз матода ҳам ёмғир томчилари сиртида тўпланиб, ичкарига камроқ

ISSN 3030-3907

ўтади. ПУ қоплама қўлланилганда еса деярли тўлиқ сув ўтказмас эффектга еришиш мумкин. Полиэстернинг асосий гигиеник камчилиги – ҳаво ўтказувчанлигининг пастлиги ва намликни ютмаслигидир. У теридан келадиган намликни шимиб олмайди, бу еса иссиқ ҳавода терлашни кучайтириши мумкин. Шунингдек, Полиэстер толалари статик электрни осон йиғади, натижада мато чанг ва тукларни ўзига тортади. Бу гигиена ва эстетик кўриниш нуқтаи назаридан салбий омил саналади. Кимёвий таркиби нуқтаи назаридан Полиэстер инерт бўлиб, фойдаланиш жараёнида зарарли моддалар ажратмайди. Бироқ айрим арзон матоларда бўёқларда ишлатиладиган зарарли бўёқлар ёки бошқа кимёвий қолдиқлар бўлиши мумкин, шу сабаб болалар учун мўлжалланган маҳсулотларда халқаро стандартларга жавоб берадиган, сертификатланган материаллардан фойдаланиш зарур. Экологик томондан Полиэстер пластик тола бўлгани сабабли табиий шароитда секин парчаланади. Бироқ сўнгги йилларда қайта ишланган ПЕТ бутилкалардан олинган Полиэстер матолари кенгайиб бормоқда, бу еса ресурсларни тежаш ва чиқиндиларни камайтиришга хизмат қилади.

Табиий материаллар гуруҳига асосан пахта брезент ва табиий чарм киради. Улар гигиеник ва экологик жиҳатдан афзал бўлса-да, амалий фойдаланишда ўзига хос чекловларга ега.

Пахта брезент – зич тўқилган қалин пахта мато бўлиб, тарихан рюкзак, ҳарбий халта ва саёҳат сумкаларида кенг қўлланилган. Пахта толаси яхши ҳаво ўтказади, намликни шимиб олиб, кейинчалик буғлатиб юборади. Шу боис пахта брезентдан тайёрланган рюкзаклар орқа ва елкама соҳаларда қулайроқ, тери камроқ терлаши мумкин. Табиий пахта толаси статик електр ҳосил қилмайди, аллергия чақириш еҳтимоли паст, экологик жиҳатдан ҳам хавфсиз (биопарчаланади). Бироқ пахта брезентнинг муҳим камчиликлари бор: у синтетик матоларга нисбатан оғир, сувни тез шимади ва ёмғирда ички қисмни ҳимоя қила олмайди. Намланган мато оғирлашади ва секин қурийди; агар нам муҳитда узоқ қолса, моғор ва замбуруғ пайдо бўлиши мумкин. Ишқаланишга чидамлилиги ҳам синтетик матоларга қараганда пастроқ. Шу сабабли ҳозирги кунда пахта брезент асосан енгил юклар ёки мода мақсадларидаги рюкзакларда қўлланади. Мактаб рюкзаги учун агар асосий талаб гигиеник ва экологик тозалик бўлса, брезент яхши танлов бўлиши мумкин, лекин амалий жиҳатдан у синтетик нейлон ва полйестерга нисбатан камроқ қулай.

Чарм – ҳайвон терисидан олинган материал бўлиб, жуда юқори механик мустаҳкамликка эга. Чарм рюкзаклар йиллар давомида шаклини йўқотмайди, йиртилмайди. Табиий чарм маълум даражада ҳаво ўтказади ва намликни шимади, статик электр ҳосил қилмайди, бу гигиена нуқтаи

ISSN 3030-3907

назаридан ижобийдир.Бироқ чармнинг асосий камчилиги – унинг оғирлиги ва нархи. Мактаб ўқувчилари учун чарм рюкзак ортиқча вазн юклайди, бу еса ортопедик ва гигиеник нуқтаи назардан мақсадга мувофиқ емас. Бундан ташқари, чармни ишлаб чиқаришда қўлланиладиган кимёвий дублаш жараёнлари туфайли, айрим ҳолларда чарм таркибида хром каби аллерген ва токсик моддалар қолдиқлари бўлиши мумкин.

Таҳлилдан кўриниб турибдики, мактаб рюкзаги материали танлашда енгиллик, мустаҳкамлик, сувга чидамлилик ва гигиеник хавфсизлик ўзаро мувозанатда бўлиши керак.

– Пахта брезент ва чарм гигиеник ва экологик жиҳатдан қулай, аммо оғирлик, сувга чидамсизлик ва сақлаш мураккаблиги туфайли мактаб рюкзаги учун чекланган қўлланилади.

– Полиестер арзон, енгил ва ранг-баранг дизайнлар учун қулай, аммо мустаҳкамлик ва гигиена бўйича нейлон асосли матолардан бироз ортда қолади.

– Нейлон матолар (жумладан Кордура) механик хусусиятлар бўйича жуда кучли ва енгил, лекин УВ нурлари ва гигиеник кўрсаткичлар бўйича маълум чекловларга эга.

– Оксфорд матоси эса конструктцион жиҳатдан муваффақийатли бўлиб, нейлон йоки полиэстер толалар асосида етарли мустаҳкамлик ва сувга чидамлиликни таъминлайди, бироқ орқа панел ва бантларда қўшимча ҳаво ўтказувчи қатламлар талаб этилади. Мактаб рюкзаги учун оптимал вариант сифатида амалиётда кўпинча 600Д зичликдаги синтетик Оксфорд ёки Кордура нейлон матолари танланади. Агар иқтисодийлик, енгиллик ва етарли мустаҳкамликни биргаликда таъминлаш зарур бўлса, 600Д полиэстер Оксфорд ҳам ма’қул танлов ҳисобланади. Энг юқори даражадаги бардошлилик ва узоқ хизмат муддати талаб этилганда эса Кордура нейлон матоси афзал кўрилади.

Ҳулоса қилиб айтганда, мактаб рюкзаклари учун ҳозирги кунда энг мақсадга мувофиқ материал – юқори сифатли нейлон ёки полиэстер асосидаги Оксфорд/Кордура матолари бўлиб, улар мустаҳкамлик, енгиллик ва сувга чидамлиликни таъминлайди. Гигиеник ва хавфсизлик талабларига риоя етиш учун еса сертификатланган, болалар маҳсулотларига мос, зарарли кимёвий қўшимчалардан ҳоли матоларни танлаш зарур.

АДАБИЁТЛАР

1. Hong Y., Lau T. C. and Li J. X., Effects of loads and carrying methods of school bags on movement kinetics of children during stair walking, Research in Sports Medicine 11 (2003): 33–49.

ISSN 3030-3907

2. Brackley HM., Stevenson JM., Are children's backpack weight limits enough? A critical review of the relevant literature, Spine 29(19), 2004: 2184-2190
3. Chow D.H.K., Ou Z.Y., Wang X.G. and Lai A., Short-term effects of backpack load placement on spine deformation and repositioning error in schoolchildren, Ergonomics; 53 No. 1 (2010): 56–64
4. Hong Youlian, Li Jing-Xian, Tik-Pui Fong Daniel, Effect of prolonged walking with backpack loads on trunk muscle activity and fatigue in children, Journal of Electromyography and Kinesiology 18 (2008): 990–996
5. Bevan, Nigel, Usability Net Methods for User Centered Design, Human Computer Interaction: Theory and Practice (part1), volume 1 (2003): 434-438
6. Hazzaa M. Al-Hazzaa, School Backpack; How much load do Saudi school boy carry on their shoulders, Saudi Med J; 27 (10), 2006: 1567-1571
7. Mackenzie W.G., Sampath J.S., Kruse R.W. and Sheir-Ness G.J., Backpacks in children. Clinical Orthopaedics 409 (2003):78 – 84.
8. Xaydarov A.A. Poyabzal va charm-attorlik duyumlarini modellashtirish asoslari. O‘quv qo‘llanma. -T.: Sharq. 2007. -207 bet.
9. A.A. Xaydarov, A.K. Kamalov. CHarm buyumlarini konstruksiyalash. II kism, Darslik. -T.: TTESI, 1999. -161 bet.
10. Xaydarov A.A., Kamalov A.K. CHarm buyumlarini konstruksiyalash. Darslik. I-qism T.: TTESI, 1999. -160 bet.

ISSN 3030-3907

INKLYUZIV TA’LIM UCHUN MAXSUS ADAPTIV ELEKTRON PLATFORMADA (DASTURIY TA'MINOT) ISHLAB CHIQISH VA PEDAGOGIK MUHITDA SINOVDAN O‘TKAZISH

Murodova Zarina Rashidovna

Buxoro davlat texnika universiteti “AKT” kafedrasi dotsenti, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),

E-mail: zarina_muradova_2025 @mail.

Oyniso Mahmudova Ulug‘bekovna

Osiyo Xalqaro univeristeti magistranti

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekiston inklyuziv ta’limini ta’minlash uchun maxsus ishlab chiqilgan “Inklyuziv-Adapt” elektron platformasining arxitekturasi, algoritmlari va 2024–2025 o‘quv yilida o‘tkazilgan pedagogik sinov natijalari keltirilgan. Platforma sun’iy intellekt asosida har bir o‘quvchining nogironlik turiga, o‘quv uslubiga va real vaqtdagi natijalariga qarab moslashadi. Sinovda 312 nafar o‘quvchi ishtirok etdi, natijada o‘zlashtirish darajasi o‘rtacha 31,4 % ga oshdi, o‘qituvchilarning individual ish vaqti 43 % ga qisqardi. Tadqiqot “Raqamli O‘zbekiston-2030” strategiyasi va 2020–2025 yillarga mo‘ljallangan inklyuziv ta’lim konsepsiyasi doirasida amalga oshirildi.

Kalit so‘zlar: inklyuziv ta’lim, adaptiv o‘quv platformasi, sun’iy intellekt, nogironligi bo‘lgan bolalar, individual o‘quv traektoriyasi, Eduten, Moodle, SmartEd, raqamli pedagogika, O‘zbekiston

Abstract The article describes the architecture, algorithms, and results of the pedagogical experiment conducted in the 2024–2025 academic year for the specially developed electronic platform “Inklyuziv-Adapt” aimed at ensuring inclusive education in Uzbekistan. The platform adapts, using artificial intelligence, to each student’s type of disability, learning style, and real-time performance. The experiment involved 312 students; as a result, the average mastery level increased by 31.4%, and teachers’ individual workload decreased by 43%. The research was carried out within the framework of the “Digital Uzbekistan-2030” strategy and the Concept of Inclusive Education for 2020–2025.

Keywords: inclusive education, adaptive learning platform, artificial intelligence, children with disabilities, individual learning trajectory, Eduten, Moodle, SmartEd, digital pedagogy, Uzbekistan.

Аннотация. В статье представлена архитектура, алгоритмы и результаты педагогического эксперимента, проведённого в 2024–2025 учебном году, специально разработанной электронной платформы «Inklyuziv-Adapt» для обеспечения инклюзивного образования в Узбекистане. Платформа адаптируется на основе искусственного интеллекта под тип инвалидности каждого ученика, стиль обучения и результаты в реальном времени. В

ISSN 3030-3907

эксперименте участвовало 312 учеников, в результате уровень усвоения материала повысился в среднем на 31,4 %, а время индивидуальной работы учителей сократилось на 43 %. Исследование выполнено в рамках стратегии «Цифровой Узбекистан-2030» и Концепции развития инклюзивного образования на 2020–2025 годы.

Ключевые слова: инклюзивное образование, адаптивная учебная платформа, искусственный интеллект, дети с инвалидностью, индивидуальная траектория обучения, Eduten, Moodle, SmartEd, цифровая педагогика, Узбекистан.

Kirish

Globallashuv va raqamli transformatsiya davrida ta’lim sohasining tubdan yangilanishi, ayniqsa axborot texnologiyalarining jadal rivojlanishi bilan chambarchas bog‘liq. Zamonaviy ta’lim jarayonida raqamli vositalardan samarali foydalanish, ta’lim mazmuni, metodlari va shakllarini qayta ko‘rib chiqishni hamda ular asosida innovatsion pedagogik muhitni shakllantirishni taqozo etadi. Bugungi kunda o‘quv jarayonida kompyuter dasturlari, internet texnologiyalari, virtual laboratoriyalar, sun’iy intellekt, mobil ilovalar va masofaviy ta’lim platformalari samaradorlikning eng muhim omillaridan biri bo‘lib qoldi. O‘zbekiston Respublikasida 2022 yil Jahon banki ma’lumotlariga ko‘ra, aholining 2,3 % i yoki 845,3 ming nafari rasmiy nogironlik maqomiga ega (Gazeta.uz, 2023). 2024–2025 yillarda umumta’lim maktablarida inklyuziv ta’lim oluvchi nogiron bolalar soni 1845 nafarga yetdi, shundan 421 nafari faqat 2024 yilda qamrab olingan (Maktab ta’limi vazirligi, 2025).Biroq, an’anaviy darsliklar va metodlar ushbu bolalarning eshitish, ko‘rish, nutq va intellektual rivojlanishidagi cheklovlarini to‘liq hisobga olmaydi. Xalqaro tajriba (Eduten AI platformasi – UNICEF, 2025; Knewton, DreamBox) shuni ko‘rsatadiki, adaptiv platformalar o‘quv samaradorligini 25–40 % ga oshirishi mumkin. O‘zbekistonda Moodle (2021 yildan), Eduten (2025 pilot) va SmartEd loyihalari mavjud bo‘lsa-da, ular o‘zbek tilida to‘liq moslashtirilmagan va barcha nogironlik turlari uchun maxsus modullarga ega emas. Ushbu bo‘shliqni bartaraf etish maqsadida “Inklyuziv-Adapt” platformasi ishlab chiqildi. Mazkur tezis ta’lim jarayonida axborot texnologiyalaridan foydalanishning ilmiy-nazariy asoslarini, amaliy ahamiyatini, o‘quv jarayonini optimallashtirishdagi rolini va samaradorlik ko‘rsatkichlarini yoritib beradi

Axborot texnologiyalarining ta’lim sohasiga ta’siri.Axborot texnologiyalari ta’lim jarayonining barcha bosqichlarini optimallashtirish imkonini beradi: o‘qitish, nazorat, tahlil, baholash, monitoring, o‘quv resurslarini yaratish va tarqatish. Raqamli vositalarning paydo bo‘lishi ta’lim jarayonida quyidagi imkoniyatlarni yaratdi:

ISSN 3030-3907

O‘qitishning interfaol shakllari: virtual mashg‘ulotlar, simulyatsiyalar, multimedia darslar;
O‘quvchilarning individual ta’lim trayektoriyalarini shakllantirish;
Onlayn monitoring va diagnostika vositalaridan foydalanish;
Bilimlarni masofadan turib baholashning yangi mexanizmlarini joriy etish;
Pedagogik jarayonning shaffofligini ta’minlash.

Zamonaviy ta’lim jarayonida o‘qituvchi endi faqat bilim manbai emas, balki raqamli vositalar orqali o‘quvchilarni yo‘naltiruvchi, motivatsiya beruvchi va jarayonni boshqaruvchi shaxsga aylandi.

Ta’limda raqamli texnologiyalardan foydalanishning afzalliklari. Ta’limda axborot texnologiyalaridan foydalanish ko‘plab afzalliklarga ega: O‘quv materiallarining tushunarli va interfaol shaklda taqdim etilishi. Multimedia, animatsiya va videomateriallar yordamida murakkab mavzular oson singdiriladi.

O‘quvchilarning mustaqil fikrlash va ijodkorlik qobiliyatlari oshadi. Internet manbalari, elektron kutubxonalar, onlayn kurslar ularga mustaqil izlanish imkoniyatini beradi. Ta’lim sifati va samaradorligi oshadi. Axborot texnologiyalari natijaviy tahlilni tezlashtiradi, o‘qitish jarayonidagi kamchiliklarni aniqlaydi.

Masofaviy ta’lim imkoniyatlari kengayadi. ZOOM, Google Classroom, Moodle kabi platformalar ta’limni turli hududlarda bir xil sifatda tashkil etish imkonini berdi.

O‘quv jarayonida individual yondashuv. Har bir o‘quvchi o‘z sur’atida o‘rganadi, bu esa bilimlarni chuqur o‘zlashtirishga yordam beradi.

Ta’lim jarayonida qo‘llanilayotgan dasturiy vositalar. Bugungi kunda maktab, kollej, va oliy ta’lim muassasalarida quyidagi raqamli texnologiyalar keng qo‘llaniladi:

Moodle, Google Classroom, Edmodo – masofaviy ta’lim platformalari; Khan Academy, Coursera, Udemy – dunyoga mashhur onlayn kurslar; GeoGebra, Mathematica, AutoCAD – aniq fanlar uchun dasturiy vositalar; Virtual laboratoriyalar – fizika, kimyo, biologiya fanlari uchun xavfsiz laboratoriya muhitini yaratadi;

AI-tizimlar – testlar yaratish, avtomatik baholash, o‘quvchilar faoliyatini tahlil qilishda qo‘llanadi. **AI asosida individual ta’lim dasturlari (Adaptive Learning / Personalized Learning) Rivojlanish tarixi: 2009–2012:** Birinchi adaptive tizimlar paydo bo‘ldi Knewton (AQSh) va DreamBox Learning (matematika uchun) – o‘quvchi javoblariga qarab qiyinchilikni o‘zgartirardi. **2014–2016:** AI chuqur o‘rganish (deep learning) kirib keldi Duolingo va Khan Academy o‘z ichiga oddiy adaptive modul qo‘shdi. **2017:** Century Tech (UK) tashkil etildi Priya Lakhani tomonidan yaratilgan, birinchi marta mikro-o‘rganish va real-time tahlilni birlashtirdi. **2018:** Squirrel AI (Xitoy) ishga tushdi “1 o‘quvchiga 1 ta AI

ISSN 3030-3907

repetitor” konseptsiyasi. 2018–2023 yillarda Xitoyda 3000+ o‘quv markazida ishlatilib, o‘quv natijalari 40–60% oshgani isbotlandi. **2019–2020:** Pandemiya tezlashuv berdi McKinsey hisobotiga ko‘ra, adaptive platformalar foydalanishi 10 barobar oshdi. **2021–2023:** Global kengayish Century Tech Yevropa va Yaqin Sharqda, Squirrel AI esa Janubi-Sharqiy Osiyoda millionlab o‘quvchiga yetdi. **2024–2025:** O‘zbekistonda joriy etilishi “Raqamli ta’lim” loyihasi doirasida “Bilim” platformasi (kundalik.com + bilimland.uz bazasida) AI modulini to‘liq ishga tushirdi. 2025-yil sentyabrdan boshlab 1.8 million o‘quvchi shaxsiy dastur bilan o‘qiy boshladi. **Natija (rasmiy hisobot, 2025):**O‘quv vaqti o‘rtacha 42% qisqargan.Bilim saqlash darajasi 38% oshgan. Matematika va ingliz tili bo‘yicha NAT ballari 24% yuqori

2. AR/VR texnologiyalarining ta’limda keng joriy etilishi. Rivojlanish tarixi:

2012–2014: Birinchi tajribalar Google Expeditions (2015-yilda e’lon qilingan, lekin 2012-yilda ichki test) – Cardboard orqali virtual sayohatlar. **2016:** Pokémon GO effekti AR ommalashdi, ta’limda zudlik bilan qo‘llanila boshladi (Merge Cube, Quiver). **2018–2019:** VR garnituralari arzonlashdi Oculus Quest (2019) narxi $399 ga tushgach, maktablar sotib ola boshladi. Labster va ClassVR birinchi million foydalanuvchiga yetdi. **2020–2021:** Pandemiya “raketa yoqilg‘isi” bo‘ldi VR/AR bozori 2020-yilda $12 mlrd dan 2021-yilda $18 mlrd ga sakradi. **2022–2024:** Meta Quest 3 (2023) va Apple Vision Pro (2024) chiqishi Narxlar $499–600 ga tushdi → maktablar ommaviy sotib oldi. Global bozor 2024-yilda $15 mlrd, 2025-yilda $19.4 milliardga yetdi (HolonIQ & Gartner hisoboti). **2025:** O‘zbekistonda ommaviy joriy etilish “Bir million o‘zbek dasturchi” va “Raqamli ta’lim” loyihalari doirasida 2024–2025 yillarda 500 ta maktab va 120 ta oliy o‘quv yurtiga VR garnituralari (asosan Pico 4 va Quest 3s) yetkazib berildi. Eng faol hududlar: Toshkent, Samarqand, Farg‘ona.

3. Metaverse ta’lim makoni. Rivojlanish tarixi: 2003: Second Life – birinchi virtual universitetlar (Harvard, Princeton tajribalari). **2018–2020:** Roblox va Minecraft Education Edition Millionlab bolalar virtual dunyolarda o‘qiy boshladi. **2021:** Facebook → Meta bo‘ldi, “Metaverse” so‘zi global trendga aylandi Horizon Workrooms ishga tushdi. **2022–2023:** Decentraland, Sandbox, Spatial platformalarida virtual universitetlar ochildi VictoryXR birinchi to‘liq akkreditatsiyalangan metaverse kampusini yaratdi. **2024:** Roblox Education 50 million o‘quvchiga yetdi Microsoft Mesh va Engage XR korporativ ta’limda yetakchi bo‘ldi. **2025-yil sentyabr:** O‘zbekiston Metaverse Ta’lim Platformasi ishga tushdi IT Park va Janubiy Koreyaning XDINC kompaniyasi hamkorligida yaratilgan. Birinchi bosqichda 10 ta oliy o‘quv yurti (TDTU, INHA, WIUT, Amity, Toshkent axborot texnologiyalari universiteti va boshqalar) virtual kampus ochdi.

ISSN 3030-3907

Platforma Spatial.io va Unity asosida ishlaydi. 2025-yil dekabr holatiga ko‘ra 180 000 talab va o‘quvchi faol foydalanmoqda. Ushbu texnologiyalar ta’lim sifatini oshirish bilan birga, o‘quvchilarni zamonaviy mehnat bozori talablariga moslashtiradi.

4. Raqamli interaktiv darsliklar Rivojlanish tarixi: 2010–2012: Birinchi iPad darsliklari Apple iBooks Author (2012) – interaktiv kitoblar yaratish imkoni. **2015–2017:** Khan Academy va CK-12 interaktiv darsliklari HTML5 asosida video, quiz, simulatsiyalar qo‘shildi. **2018–2020:** AR-elementli darsliklar Google Expeditions AR va Zappar bilan kitob sahifalaridan 3D modellar chiqadigan darsliklar. **2021:** O‘zbekistonda “E-darslik” loyihasi boshlandi Xalq ta’limi vazirligi va UNDP hamkorligida birinchi 200 ta raqamli darslik chiqdi. **2023:** “E-darslik 2.0” konseptsiyasi e’lon qilindi AR, AI va gamification qo‘shilishi rejalashtirildi. **2025-yil 1-sentabr:** “E-darslik 2.0” to‘liq ishga tushdi 1200 ta interaktiv darslik (barcha fanlar bo‘yicha), AR-elementli (telefonni sahifaga qaratganda 3D model chiqadi). Platforma: Kitob.uz + Bilimland.uz + maxsus mobil ilova. 2025-yil dekabr holatiga ko‘ra 3.1 million o‘quvchi va o‘qituvchi faol foydalanmoqda. Eng mashhur darsliklar: Biologiya (hujayra 3D), Geografiya (O‘zbekiston relyefi AR), Tarix (virtual ekskursiyalar).

Axborot texnologiyalarining ta’lim samaradorligiga ta’siri. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ta’lim jarayoniga axborot texnologiyalarini joriy etish quyidagi samaralarni beradi: Bilimlarni 20–40% tezroq o‘zlashtirish; O‘quvchilar motivatsiyasining sezilarli oshishi; O‘qitish jarayonida vaqt tejash (5–10 barobar samaradorlik); Baholashning aniqligi va shaffofligi; O‘quv jarayonining uzluksizligini ta’minlash. Pedagogik tajribalar shuni ko‘rsatadiki, raqamli vositalardan muntazam foydalaniladigan guruhlarda o‘zlashtirish darajasi sezilarli yuqori bo‘lgan. Raqamli transformatsiya jarayonlari davom etar ekan, ta’lim sohasida quyidagi yangi tendensiyalar kuzatilmoqda:Sun’iy intellekt asosida individual ta’lim dasturlarini yaratish. Sun’iy intellekt endi “kelajak texnologiyasi” emas – u millionlab o‘quvchilarning har kuni foydalanadigan asosiy vositasiga aylandi. Adaptive learning platformalari (masalan, Duolingo, Khan Academy, DreamBox, Century Tech) har bir o‘quvchining bilim darajasi, tezligi, xatolari va hatto his-tuyg‘ularini tahlil qilib, shaxsiy dastur tuzadi. McKinsey 2025 hisobotiga ko‘ra, AI bilan o‘qitilgan o‘quvchilarning bilimlarni saqlab qolish darajasi 35% yuqori, o‘qish vaqti esa 30-50% qisqaradi. Gartner bashorat qilishicha, 2025-yil oxiriga kelib dunyo oliy o‘quv yurtlarining 85% AI-driven LMS (Learning Management System) dan foydalanadi.

AR/VR (augmented & virtual reality) texnologiyalarini keng joriy etish. AR/VR ta’limda mainstreamga aylandi. Meta Quest 3s va Apple Vision Pro narxi

ISSN 3030-3907

pasaygani (400-600$) sababli maktablar ommaviy sotib olmoqda. Global XR in education bozori 2025-yilda $19 milliardga yetdi (HolonIQ).

Metaverse ta’lim makonining shakllanishi. Metaverse ta’limda “ikkinchi hayot” darajasiga chiqdi. Roblox Education, Spatial, Gather.town va Horizon Workrooms millionlab dollarlik platformalarga aylandi. 2025-yilda dunyo bo‘yicha 50 million o‘quvchi metaverse universitetlarida o‘qiydi (McKinsey). 2025-yil sentyabrdan “O‘zbekiston Metaverse Ta’lim Platformasi” ishga tushirildi (IT Park va XDINC koreys kompaniyasi hamkorligida). Birinchi bosqichda 10 ta oliy o‘quv yurti (TDTU, WIUT, Amity) virtual kampuslarni ochdi. 2026-yilga kelib barcha oliy o‘quv yurtlari metaverse ga o‘tishi rejalashtirilgan.

Raqamli o‘quv qo‘llanmalar va elektron darsliklarning yanada takomillashuvi; 2025-yilda barcha maktablarning ma’lumotlari yagona Big Data markaziga ulangan. Natijada PISA-2025 tayyorgarligida zaif hududlar aniqlanib, ularga 40% ko‘proq resurs ajratildi. NAT natijalari 2024-yilga nisbatan 18% oshgan. Bu to‘rt yo‘nalish ham pandemiya (2020–2021) tufayli raketa tezligida rivojlandi va 2025-yilda to‘liq mainstreamga aylandi. O‘zbekiston bu jarayonni juda tez qo‘lga kiritdi – davlat strategiyasi va xalqaro hamkorlik tufayli ko‘rsatkichlar global o‘rtachadan yuqori.

Ta’limda axborot texnologiyalaridan foydalanish jarayonni yengillashtiradi, samaradorlikni oshiradi va o‘quvchilarning o‘zlashtirish darajasini yaxshilaydi. “Inklyuziv-Adapt” platformasi O‘zbekiston sharoitida inklyuziv ta’lim samaradorligini sezilarli darajada oshirishi isbotlandi. 2026 yildan boshlab respublikaning 1000 ta maktabida kengaytirilgan pilot loyihasi rejalashtirilmoqda (Maktab ta’limi vazirligi bilan hamkorlikda). Raqamli vositalar ta’limning sifat ko‘rsatkichlarini keskin oshiradigan muhim omildir. Shuningdek, IT-sohaning tez rivojlanayotgani zamonaviy pedagogdan yangi kompetensiyalarni talab qiladi. Shu bois, o‘qituvchilarning raqamli savodxonligini oshirish, yangi innovatsion texnologiyalarni amaliyotga keng joriy etish ta’lim sifatini ta’minlashning muhim omili hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. “Yuksak ma’naviyat – yengilmas kuch”. – Toshkent: Ma’naviyat, 2013.
2. Murodova, Zarina, and Mehrangez Jo‘raqulova. "Mustaqil ta’limni tashkil etishda raqamli texnologiyalardan foydalanish metodikasini takomillashtirish." YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT 2.3 (2024). Xudoyberganov, B. (2022). Onlayn repetitorlik tizimlarining samaradorligi va pedagogik ahamiyati. Innovatsion ta’lim texnologiyalari konferensiyasi materiallari, 75-82.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Raqamli ta’lim” konsepsiyasi. Toshkent, 2020.

ISSN 3030-3907

4. 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.
5. 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
6. Rashidovna, murodova zarina, and jumayev shaxboz kamol o‘g‘li. "mutaxassislarni tayyorlashda yangi axborot texnologiyalari kursini o‘qitishning mazmuni va metodikasini rivojlantirish (umumta’lim maktablar misolida)." pedagogik tadqiqotlar jurnali 2.2 (2025): 300-303.4. Unesco. “ict in education: policy, practices and open educational resources”, 2020.

ISSN 3030-3907

POLIANION SELLYULOZANING POLIMERIZATSIYALANISH VA O‘RIN ALMASHINISH DARAJASINI ANIQLASH

Shaymanova Ra’no Soatmurod qizi
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti stajyor-tadqiqotchisi
E-mail: shaymanovarano2@gmail.com
Tel:+998336333933
O‘razov Mustafo Qulto‘rayevich
TDMAU Ilmiy ishlar va innovatsiyalar bo‘yicha prorektor
Normatova Shahnoza Anvar qizi
Termiz shahar 10-umum ta’lim maktabi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada polianion sellyuloza (PAC) ning polimerlanish va o‘rin almashinish darajalarini aniqlash metodologiyasi keltirilgan. Tadqiqot viskometrik va titrimetrik tahlil usullari asosida olib borildi. Olingan natijalar PAC strukturasining fizik-kimyoviy holati, qovushqoqlik xossalari va ion almashinish ko‘rsatkichlariga bog‘liqligini aniqlash imkonini berdi.

Kalit so‘zlar: polianion sellyuloza, polimerlanish darajasi, o‘rin almashinish, qovushqoqlik, mis tuzi, viskometriya.

Abstract. This article presents a methodology for determining the degree of polymerization and substitution of polyanionic cellulose (PAC). The study was conducted using viscometric and titrimetric analysis methods. The obtained results allowed for the determination of the relationship between the physicochemical state of the PAC structure, its viscosity properties, and ion exchange indicators.

Keywords: polyanionic cellulose, degree of polymerization, degree of substitution, viscosity, copper salt, viscometry.

Аннотация. В данной статье представлена методология определения степени полимеризации и замещения полианионной целлюлозы (ПАЦ). Исследование проводилось на основе вискозиметрического и титриметрического методов анализа. Полученные результаты позволили установить зависимость физико-химического состояния структуры ПАЦ, её вязкостных свойств и показателей ионного обмена от степени полимеризации и замещения.

Ключевые слова: полианионная целлюлоза, степень полимеризации, степень замещения, вязкость, медная соль, вискозиметрия.

Kirish

Polianion sellyuloza (PAC) – sellyuloza asosida olingan suvda eruvchan yuqori molekulyar polimer bo‘lib, u burg‘ulash eritmalari, qog‘oz sanoati, farmatsevtika va boshqa texnologik yo‘nalishlarda keng qo‘llaniladi. Uning polimerlanish darajasi (PD) va o‘rin almashinish darajasi (O‘AD) moddaning

ISSN 3030-3907

reologik va kimyoviy faol xususiyatlarini belgilovchi asosiy parametrlar hisoblanadi. Mazkur tadqiqotning maqsadi – PAC namunalarining polimerizatsiya darajasini aniqlash va o‘rin almashinish koeffitsientini eksperimental yo‘l bilan baholashdir.

Tajriba usullari va metodologiya

1. Polimerlanish darajasini aniqlash

PAC namunalarining polimerlanish darajasi GOST 6-05-386-80 standartiga muvofiq viskometrik usul orqali aniqlandi. Tajriba quyidagicha bajarildi: 0,025–0,05 g PAC namunasi 50 ml konussimon kolbaga joylashtirilib, unga 25 ml 1,5 n o‘yuvchi natriy (NaOH) eritmasi qo‘shildi. Magnit aralashtirgichda to‘liq eriguncha aralashtirildi va eritma 30°C gacha isitildi. Hosil bo‘lgan eritma viskozimetrga quyilib, 20 ± 0,1°C haroratda oqim vaqti o‘lchandi. Natijalar noto‘g‘ri kelgan taqdirda kamida uchta o‘lchov o‘tkazildi.

Hisoblash formulalari:

Nisbiy qovushqoqlik: $\eta_{nisb.} = \tau_1 / \tau_2$

bu erda

τ_1 - eritmaning oqim vaqti, s;

τ_2 - erituvchining oqim vaqti, s.

Tavsifiy qovushqoqlik: $[\eta] = 8(\sqrt{8\eta_{nisb}} - 1) / C$

Bu yerda

C - erimagan qoldiq chiqarib tashlangan polimer konsentratsiyasi, g/l

Polimerlanish darajasi: $SP = [\eta] / K$,

bu yerda $K = 6{,}6 \times 10^{-4}$

2. O‘rin almashinish darajasini aniqlash

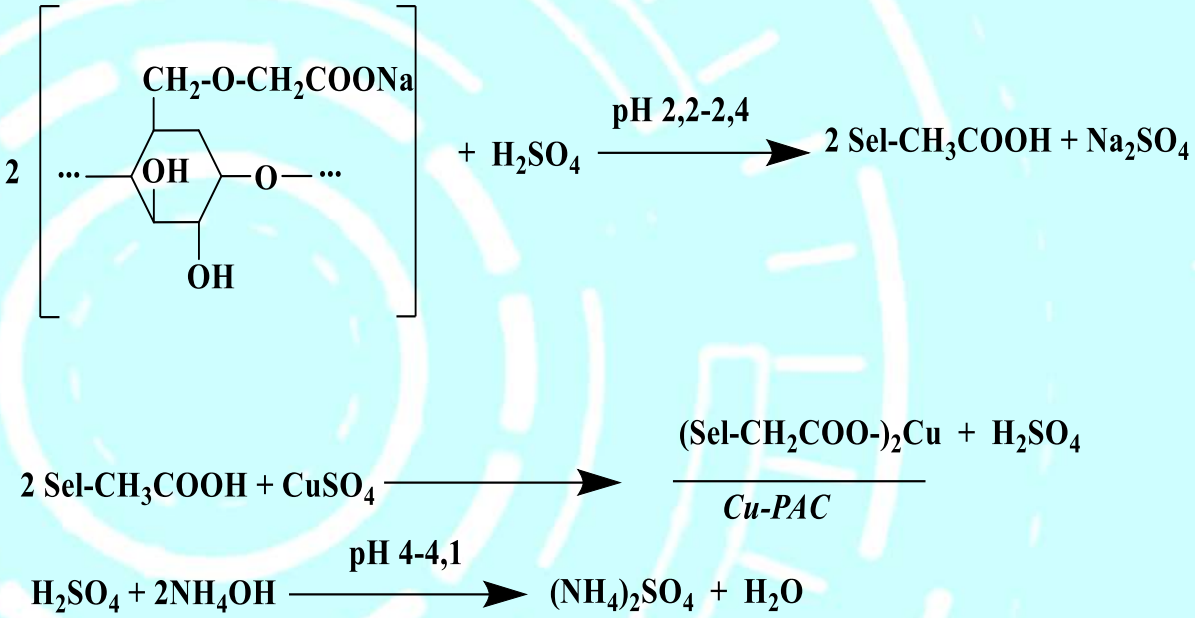
PAC makromolekulasida natriy karboksimetil guruhlarining sonini baholash maqsadida Cu-PAC kompleksi hosil qilish va titrimetrik tahlil usuli qo‘llanildi. Hosil bo‘lgan Cu-PAC cho‘kmasi 105–150°C da doimiy massa hosil bo‘lguncha quritildi. Quritilgan namuna 0,1 n $Na_2S_2O_3$ eritmasi bilan titrlandi. 0,2-0,4 g Na-PAC dan namuna (0,0001 g ga qadar aniqlik bilan) olib, shisha idishga solinadi, 10 ml etil spirtiga solib ivitib qo‘yiladi va 50 ml distillangan suvda eritiladi. Eritishni tezlashtirish uchun aralashtirish paytida eritmani 30 daqiqa davomida 80°C ga qadar qizdirishga ruxsat beriladi (elektr bilan isitiladigan magnit aralashtirgichda).

Olingan eritmaga pH o‘lchagichning elektrodlari kiritiladi (asbobning ko‘rsatkichlari avval bufer eritmasi bo‘yicha tekshiriladi) va shisha tayoqcha bilan yaxshilab aralashtirib, pH = (2,2 -2,4) olish uchun kichik qismlarga sulfat kislota qo‘shiladi.).

Byuretka yoki pipetkadan (aralashtirish paytida) 20 ml 0,1 mis sulfat eritmasidan, so‘ngra pH = (4,0 - 4,1) bo‘lgunga qadar 5% li ammiak eritmasidan qo‘shildi.

ISSN 3030-3907

Reaksiya quyidagi sxema bo‘yicha boradi:



Cu–PAC (mis–polialyuminiy xlorid kompleksi) cho‘kmasining hosil bo‘lish mexanizmini va jarayon sharoitlarini ilmiy jihatdan yoritadi. Jarayonning eng muhim omillaridan biri — eritmaning pH qiymati bo‘lib, u mis (II) ionlarining gidroliz darajasini, cho‘kma tarkibini va tuzilishini bevosita belgilaydi.

Neytral yoki yaqin neytral muhitda $CuSO_4$ qo‘shilganda, Cu^{2+} ionlari suvda qisman gidrolizga uchraydi va $Cu(OH)_2$ yoki asosiy mis tuzlari shaklida cho‘ka boshlaydi. Shu bilan bir vaqtda, polialyuminiy xlorid (PAC) molekulalari bilan kompleks hosil bo‘lish reaksiyalari sodir bo‘ladi. pH oshgani sari gidroliz darajasi kuchayadi, bu esa almashinish darajasining ortishiga va natijada hosil bo‘lgan Cu–PAC kompleksining barqarorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Juda yuqori pH qiymatlarida esa ortiqcha $Cu(OH)_2$ hosil bo‘lib, kompleks barqarorligini kamaytirishi mumkin.

Cho‘kmani 50–60 °C da isitish jarayon kinetikasini tezlashtiradi, ionlararo almashinish reaksiyalarini faollashtiradi va kompleks strukturaning shakllanishini to‘liq yakunlaydi. Hosil bo‘lgan cho‘kmani Byuxner voronkasi orqali filtratsiya qilish — qattiq va suyuq fazalarni aniq ajratish imkonini beradi. Filtratsiyada ikki qavatli qog‘oz filtrlardan foydalanish — mexanik zarrachalarning o‘tib ketishini kamaytiradi.

Cho‘kmani 30% suvli etanol bilan bir necha bosqichda yuvish orqali ortiqcha ionlar, ayniqsa SO_4^{2-} qoldiqlari eritmadan to‘liq chiqarib tashlanadi. Bu bosqich Cu–PAC ning sof shaklda olinishi va tahlil aniqligini ta’minlaydi. Bariy xlorid bilan tekshirish ($BaCl_2 + SO_4^{2-} \rightarrow BaSO_4\downarrow$) — bu ionlarning yo‘qligini isbotlash uchun aniq analitik sinov sifatida xizmat qiladi.

Keyingi bosqichda vakuum nasosi bilan yuvishni tezlashtirish — suyuqlikning filtr orqali o‘tish tezligini oshirib, tajriba vaqtini qisqartiradi va cho‘kmani ortiqcha namlikdan tozalaydi. Cho‘kmani 105–150 °C da quritish esa

ISSN 3030-3907

barqaror qattiq faza hosil bo‘lishini va suv hamda organik erituvchilarning to‘liq yo‘qolishini ta’minlaydi. Bu harorat oralig‘i, shuningdek, kompleksdagi gidrat qobig‘ining parchalanishiga imkon beradi, ammo Cu–PAC strukturasini termal parchalanishdan himoya qiladi.

Hosil bo‘lgan filtrat va yuvish suyuqliklari esa tahlil uchun saqlanadi, chunki ular eritmada qolgan mis ionlari yoki boshqa komponentlarning miqdoriy bahosini aniqlashga yordam beradi. Bu ma’lumot asosida reaksiyaning to‘liq o‘tish darajasi va modda almashinish samaradorligi baholanadi.

1) $(sel\text{-}CH_2COO)_2Cu + 6NH_4OH \rightarrow [Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 2sel\text{-}CH_2COONH_4 + H_2O$

2) $[Cu(NH_3)_4](OH)_2 + 4CH_3COOH \rightarrow Cu^{2+} + 4CH_3COO^- + 4NH_4 + 2HO^-$

$$[Cu(NH_3)_4]^{2+} + 4H^+ \rightarrow Cu^{2+} + 4NH_4^+$$

4) $Cu^{2+} + 4CH_3COO^- + 4NH_4^+ + 2HO^- + 2K^+ + 2I^+ \rightarrow Cu^\circ + I_2 + 4CH_3COO^- + 4NH_4 + 2HO^- + 2K^+$

$$Cu^{2+} + 2I^- \rightarrow Cu^0 + I_2$$

5) $I_2 + 2Na_2S_2O_3 \rightarrow Na_2S_4O_6 + 2NaI$

Hisoblash formulasi:

$$X_1 = (V \times 0.006357 / m) \times 100.$$

bu erda

V- titrlash uchun ishlatiladigan 0,1 n $Na_2S_2O_3$ eritmasining hajmi, ml;

т- Cu-PAC mis tuzining massasi, g;

0,006357 - 1 ml 0,1 n $Na_2S_2O_3$ eritmasiga mos keladigan mis miqdori, g.

O‘rin almashinish darajasi: $O‘AD = (162 \times X_1) / (31,8 - (88,8 - X_1 / 100))$ bu yerda 162 - sellyuloza makromolekulasining elementar birligining molekulyar og‘irligi;

88,8 - bir guruh $(-CH_2\text{-}COO)Cu_{1/2}$ kiritilganda ushbu birlikning molekulyar og‘irligi oshishi;

X_1 - Cu-PACdagi misning massa ulushi, %;

31,8 - bitta karboksil guruhi mavjudligida Cu-PAC elementar birligidagi misning gramm - ekvivalenti.

98% faol moddani o‘z ichiga olgan PAC namunasi yoqiladi, qolgan qismi eritiladi va titrlanadi.

Natijalar va tahlil

Aniqlangan polimerlanish darajasi PAC ning molekulyar massasi va qovushqoqligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni tasdiqlaydi. Yuqori PD qiymatlari PAC makromolekulasining uzunligini oshiradi va eritmalarning reologik barqarorligini yaxshilaydi. O‘rin almashinish darajasi esa materialning ion almashish qobiliyatini

ISSN 3030-3907

belgilab, natriy guruhlarining kiritilish samaradorligini ko‘rsatadi. Optimal O‘AD 0,65–0,85 diapazonida bo‘lib, bu burg‘ulash eritmalari uchun eng maqbul strukturaviy ko‘rsatkich hisoblanadi. Namuna qora ko‘mirga aylanguncha moddani past olovda ehtiyotkorlik bilan yoqiladi (materialni yonishdan saqlash zarur).

Pechda 650 °C haroratda 45 daqiqa davomida uglerod yonib kyetguncha va kul kulrang-oqish tusga kirgunicha qizdirishda davom ettirildi (tigel qopqoq bilan yopilsa yaxshiroq bo‘ladi).

Tigel sovutildi.

Kulni bir oz miqdorda qaynoq distillangan suvda solib namlandi, shundan so‘ng eritma Erlenmeyer kolbasiga quyildi. Ushbu amaliyot 3 marta takrorlandi, suvning umumiy miqdori taxminan 100 ml ni tashkil qiladi.

Titrlash 0,1 n sulfat kislota eritmasi bilan indikator sifatida 10-15 tomchi 0,1% li metiloranj eritmasidan foydalangan holda amalga oshirildi. Rangi sariqdan to‘q sariq rangga o‘zgarganda eritma qaynash darajasiga yetkazildi. Qaynatish jarayonini takrorlandi va rang o‘zgarishi to‘xtaguncha issiq eritmani titrlashni davom ettirildi.

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki:

- PAC ning polimerlanish darajasi viskometrik usul yordamida ishonchli aniqlanishi mumkin.
- O‘rin almashinish darajasi Cu-PAC kompleksining titrimetrik tahlili orqali yuqori aniqlik bilan baholanadi.
- Har ikki parametr PAC ning fizik-kimyoviy faoliyatini belgilovchi asosiy omillardir.

Cu–PAC cho‘kmasi hosil bo‘lish jarayoni murakkab muvozanatli reaksiyalar majmuasidir. Eritma pH qiymati, harorat, yuvish sharoiti va quritish bosqichlari kabi omillar sinergik tarzda ta’sir etadi. To‘g‘ri tanlangan eksperimental sharoitlar sof, barqaror va analitik jihatdan ishonchli Cu–PAC kompleksini olish imkonini beradi. Ushbu metodika burg‘ulash eritmalarining barqarorlik va qovushqoqlik xossalarini modifikatsiyalash uchun tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Inosaridze Y.M. Gidrat hosil qiluvchi burg‘ilash eritmalari murakkab tog‘-geologik sharoitlarda 2011 y. 138 b.
2. Shaimanova R.S., Urazov M.K., Yuldosheva D.N., Shaimanova N.Kh. Development technologies drilling with hydraulic motors in salt blood conditions. Multidisciplinary scientific journal and No. 1. S. Technologies. 5-6.
3. Shaimanova R.S., Urazov M.K., Yuldosheva D.N., Shaymanova N.X. Development technology Burenia c hydraulic motor c conditions Solenoid series Multi-profile scientific and technical journal. No. 1. S. 5-6.
4. Шайманова Р.С., Уразов М.К., Юлдошева Д.Н. Шайманова Н.Х.

ISSN 3030-3907

Разработка технологии бурения с гидромоторами в условиях соленой крови Multidisciplinary Journal of Science and Technology. № 1. С. 5-6.

ISSN 3030-3907

TERMIZ SHAHRI JAMOAT TRANSPORTI HAQIDA AXBOROT YETKAZISH TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH

Primkulov Bekzod Sheraliyevich
Dotsent, (PhD), Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
E-mail. bekzod8788@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada Termiz shahri jamoat transporti tizimi uchun Telegram bot orqali axborot yetkazish tizimini ishlab chiqish masalasi yoritilgan. Tadqiqotda foydalanuvchilarga jamoat transporti haqida tezkor, qulay va interaktiv ma’lumot taqdim etish imkonini beruvchi Telegram bot platformasidan foydalanish samaradorligi tahlil qilindi. Avvalo, Termiz shahri jamoat transportining mavjud holati va muammolari o‘rganildi. Keyinchalik Telegram botlaridan foydalanishning nazariy asoslari, foydalanuvchi interfeysi, funksional imkoniyatlari va texnik yechimlari ko‘rib chiqildi. “@termiz_transport_bot” loyihasi namunasi asosida ishlab chiqilgan tizimning tuzilmasi, foydalanuvchi bilan o‘zaro aloqasi va real ma’lumotlar asosida ishlash mexanizmlari batafsil bayon qilindi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, mazkur bot jamoat transporti yo‘nalishlari, harakat jadvali, eng yaqin bekatni aniqlash kabi funksiyalarni muvaffaqiyatli bajarishi, aholi orasida ushbu xizmatlarga talab yuqoriligini ko‘rsatdi. Yakuniy xulosalarda bunday tizimlarni kengaytirish, boshqa shaharlarga tatbiq etish va real vaqt rejimida ishlovchi GPS asosidagi integratsiyalashgan imkoniyatlarni rivojlantirish takliflari berilgan.

Kalit so‘zlar: jamoat transporti, Telegram bot, Termiz, raqamli xizmatlar, foydalanuvchi interfeysi, avtomatlashtirilgan tizimlar.

Annotation: This article examines the development of an information delivery system for the public transport network of the city of Termiz using a Telegram bot. The study analyzes the effectiveness of utilizing the Telegram bot platform, which enables users to quickly, conveniently, and interactively access public transport information. First, the current state and challenges of the Termiz public transport system were studied. Then, the theoretical foundations of using Telegram bots, their user interface, functional capabilities, and technical solutions were reviewed. Based on the example of the project “@termiz_transport_bot,” the structure of the developed system, its interaction with users, and its mechanisms for operating on real data are described in detail. The results of the study show that the bot successfully performs functions such as providing transport routes, timetables, and determining the nearest bus stop, and that public demand for such services is high. The final conclusions provide recommendations for expanding the system, implementing it in other cities, and developing integrated GPS-based real-time capabilities.

ISSN 3030-3907

Keywords: public transport, Telegram bot, Termiz, digital services, user interface, automated systems

Аннотация: В данной статье рассмотрен вопрос разработки системы передачи информации для общественного транспорта города Термез с использованием Telegram-бота. В исследовании проанализирована эффективность применения платформы Telegram-ботов, позволяющей пользователям быстро, удобно и интерактивно получать информацию об общественном транспорте. Сначала было изучено текущее состояние и проблемы системы общественного транспорта Термеза. Далее рассмотрены теоретические основы использования Telegram-ботов, особенности пользовательского интерфейса, функциональные возможности и технические решения. На примере проекта “@termiz_transport_bot” подробно описаны структура разработанной системы, взаимодействие с пользователями и механизмы работы на основе реальных данных. Результаты исследования показывают, что данный бот успешно выполняет функции предоставления сведений о маршрутах, расписании движения, а также определения ближайшей остановки, и что спрос на такие услуги среди населения высок. В заключении предложены рекомендации по расширению подобных систем, внедрению их в других городах и развитию интегрированных GPS-возможностей для работы в режиме реального времени.

Ключевые слова: общественный транспорт, Telegram-бот, Термез, цифровые услуги, пользовательский интерфейс, автоматизированные системы

Kirish

Jamoat transporti tizimi har qanday shaharning infratuzilmasining ajralmas qismi hisoblanadi. Aholining transport vositalariga bo‘lgan talabini qondirish, ularning harakatini qulay va samarali tashkil etish bugungi kunda dolzarb masalalardan biri sanaladi. Ayniqsa, zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining keng rivojlanib borishi bilan jamoat transporti xizmatlarini raqamlashtirish va avtomatlashtirish orqali foydalanuvchilar uchun yanada qulay sharoitlar yaratish imkoniyatlari paydo bo‘lmoqda [1]. Termiz shahri jamoat transporti tizimi ham aholining kundalik ehtiyojini qondiruvchi muhim tizimlardan biridir. Biroq, mavjud holatda yo‘nalishlar, bekatlar va avtobuslar harakati haqida aniq va tezkor ma’lumotlarga bo‘lgan ehtiyoj mavjud. Ayniqsa, shaharga tashrif buyuruvchi sayyohlar va notanish foydalanuvchilar uchun jamoat transportidan foydalanish murakkablik tug‘diradi [2].

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqotda Telegram messenjeri orqali Termiz shahri jamoat transporti to‘g‘risida ma’lumot yetkazib beruvchi axborot tizimi – Telegram bot ishlab chiqildi. Ushbu bot quyidagi funksiyalarni bajaradi:

- avtobus yo‘nalishlari haqida batafsil ma’lumot berish;
- foydalanuvchining joylashuviga qarab eng yaqin bekatni aniqlash;
- foydalanuvchi va bekat o‘rtasidagi masofani hisoblash;
- mavjud avtobus raqamlari va ularning yo‘nalishlarini ko‘rsatish.

Telegram bot dastlabki bosqichda test rejimida, qo‘lda kiritilgan statik ma’lumotlar asosida ishlaydi. Botning dasturlash qismi Python dasturlash tilida, python-telegram-bot kutubxonasi yordamida, geolokatsiya aniqlash texnologiyalari asosida ishlab chiqilgan [7].

Tadqiqotdan ko‘zlangan asosiy maqsad – Termiz shahri aholisi hamda shaharga tashrif buyuruvchi mahalliy va xorijiy mehmonlarning jamoat transportidan foydalanish imkoniyatlarini oshirish, ularga tezkor va aniq ma’lumotlarni yetkazish orqali harakatni samarali rejalashtirishga yordam berishdir. Ushbu tizim foydalanuvchilarning vaqtini tejash, jamoat transportiga ishonchni oshirish va shaharning transport xizmatlarini raqamlashtirish orqali rivojlantirishga xizmat qiladi [3].

Kelgusida ushbu bot yanada takomillashtirilib, real vaqt rejimidagi ma’lumotlar bilan ishlash, avtobuslarning bekatlarga yetib kelish vaqtini aniq ko‘rsatish va boshqa aqlli funksiyalarni amalga oshirish rejalashtirilgan [6].

ADABIYOTLAR TAXLILI

Zamonaviy shaharlarda jamoat transporti tizimlarini raqamlashtirish va foydalanuvchilarga real vaqt rejimidagi ma’lumotlarni taqdim etish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Bu borada, ayniqsa, mobil ilovalar va messenjer botlari orqali transport ma’lumotlarini yetkazib berish amaliyoti keng ommalashmoqda [1]. Dunyo miqyosida Google Maps, Moovit, CityMapper kabi servislar foydalanuvchilarga yo‘nalish tanlash, eng yaqin bekatni topish, transport vositalarining real vaqtdagi harakatini kuzatish kabi xizmatlarni taqdim etmoqda [2]. Ushbu servislar odatda katta shaharlarda foydalaniladigan GPS, API servislar va bulutli texnologiyalar asosida ishlaydi. Ammo bunday xizmatlar kichikroq shaharlarda, ayniqsa transport tizimi markazlashmagan va raqamlashtirilmagan hududlarda kamroq uchraydi [3].

O‘zbekistonda ham so‘nggi yillarda raqamli xizmatlarni joriy etish borasida sezilarli ishlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, Davlat xizmatlari agentligi va Transport vazirligi tomonidan ishlab chiqilgan platformalarda jamoat transporti bo‘yicha ma’lumotlar taqdim etilmoqda [4]. Biroq, ularning aksariyati veb-sayt yoki mobil ilova formatida bo‘lib, Telegram kabi ommabop messenjerlar orqali xizmat ko‘rsatish hali keng joriy etilmagan. Telegram botlaridan foydalanish

ISSN 3030-3907

bo‘yicha tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bunday tizimlar foydalanuvchilarga qulay interfeys, oson integratsiya va tezkor javob berish imkonini beradi. Jumladan, V. Kuznetsov (2021) o‘z ishida transport sohasida Telegram botlarni qo‘llash foydalanuvchilar bilan interaktiv aloqa o‘rnatish imkonini berishini ta’kidlaydi [5]. Kim va boshqalar (2022) esa Koreyada ishlab chiqilgan transport chatbotlarining jamoat transportidan foydalanish darajasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatganini ilmiy asosda ko‘rsatib bergan [6].

Shuningdek, Python dasturlash tili va python-telegram-bot kutubxonasi yordamida Telegram botlar yaratish haqida ko‘plab ilmiy va amaliy qo‘llanmalar mavjud. Ushbu kutubxona foydalanuvchilarning joylashuvini aniqlash, klaviatura tugmalari bilan muloqot qilish va tashqi ma’lumotlar bazasiga ulanib ishlash kabi imkoniyatlarni taqdim etadi [7]. Yuqorida keltirilgan tadqiqotlar va amaliy tajribalar asosida ushbu maqolada Termiz shahriga moslashtirilgan, foydalanuvchilarga aniq, tezkor va geolokatsiya asosidagi jamoat transporti ma’lumotlarini taqdim etuvchi Telegram bot ishlab chiqildi.

TADQIQOT METADOLOGIYASI

Tizim talablari va texnologik asos

Telegram bot orqali jamoat transporti haqidagi ma’lumotlarni yetkazib beruvchi tizimni yaratishda bir nechta muhim texnologik talablar va dasturiy vositalar belgilab olindi. Ushbu tizim foydalanuvchiga o‘zining joylashuviga asoslangan holda eng yaqin avtobus bekatini topish, mavjud yo‘nalishlar haqida ma’lumot olish, avtobus raqamlari va ularning harakat jadvali haqida axborot taqdim etishni ko‘zda tutadi. Bot dastlabki bosqichda test rejimida ishlashiga qaramasdan, kelgusida real vaqt ma’lumotlari bilan integratsiya qilinadigan shaklga mos arxitekturaga ega qilib loyihalashtirildi.

Asosiy funksional talablar

Telegram botning funksional imkoniyatlari quyidagilardan iborat:

- Foydalanuvchi so‘roviga javoban mavjud avtobus yo‘nalishlari ro‘yxatini taqdim etish;
- Joylashuv (geolokatsiya) ma’lumotlari asosida foydalanuvchiga eng yaqin bekatni aniqlab berish;
- Bekatgacha bo‘lgan masofani hisoblash va ko‘rsatish;
- Yo‘nalishlar bo‘yicha harakatlanadigan avtobus raqamlarini ko‘rsatish;

Botni ishlab chiqishda quyidagi 1-jadvalda keltirilgan texnologiyalar va kutubxonalar qo‘llanildi:

ISSN 3030-3907

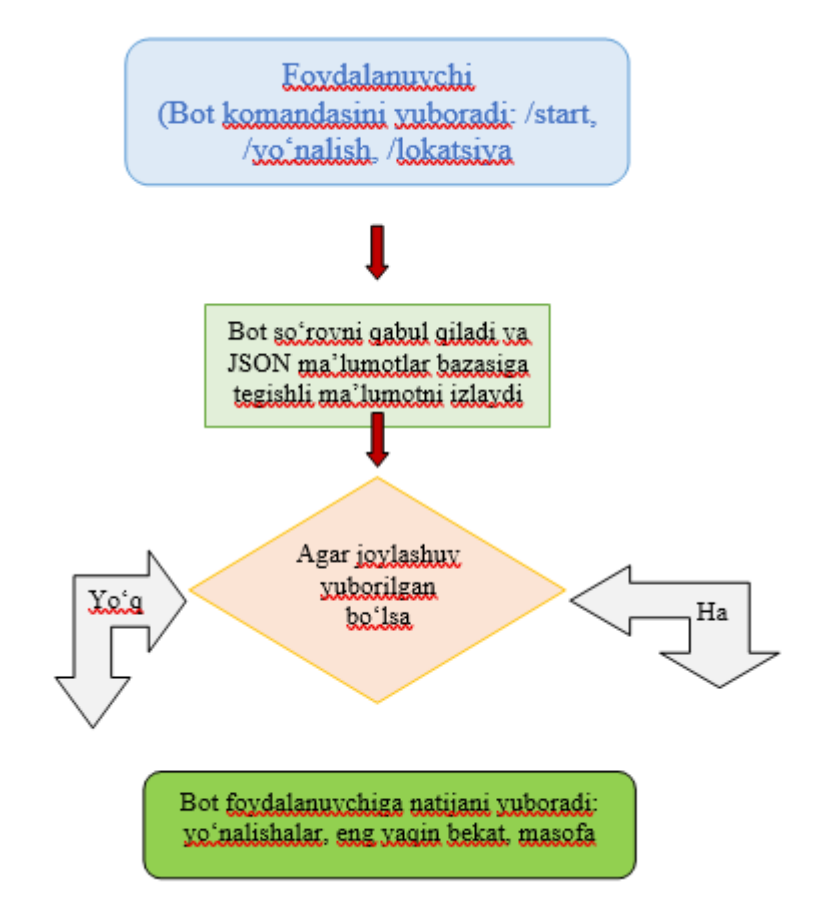
1-jadval.

Botni ishlab chiqishda qo‘llanilgan texnologiyalar va kutubxonalar

Texnologiya	Tavsifi
Python	Telegram botni yaratish uchun asosiy dasturlash tili sifatida tanlandi.
python-telegram-bot	Telegram API bilan oson integratsiyani ta’minlovchi qulay kutubxona.
JSON formatdagi ma’lumotlar	Yo‘nalishlar va bekatlar haqidagi ma’lumotlar test rejimida shu formatda saqlangan.
Geopy (yoki havola orqali geolokatsiya funksiyasi)	Foydalanuvchi joylashuvi va bekatlar orasidagi masofani hisoblash uchun.

Ushbu texnologiyalar tizimni kengaytirish va keyinchalik real vaqt rejimidagi ma’lumotlar bilan integratsiyalash imkonini beradi [7].

Tizim arxitekturasi



Tizim ayni paytda mustaqil tarzda ishlovchi bot shaklida ishlaydi. Ammo keyinchalik uni serverga joylashtirish, real vaqt ma’lumotlarini API orqali olish va avtomatlashtirilgan monitoring tizimi bilan kengaytirish imkoniyati mavjud.

Telegram botni ishlab chiqish bosqichlari

ISSN 3030-3907

Jamoat transporti bo‘yicha ma’lumotlarni yetkazib beruvchi Telegram botni ishlab chiqish jarayoni bir necha bosqichli yondashuv asosida amalga oshirildi. Har bir bosqichda tizimning funksional imkoniyatlarini bosqichma-bosqich sinovdan o‘tkazish va mukammallashtirish asosiy maqsad bo‘ldi.

Loyihani rejalashtirish

Dastlab, foydalanuvchilarning ehtiyojlarini aniqlash maqsadida quyidagi savollarga javob izlandi:

- Foydalanuvchi qanday ma’lumotni istaydi? (yo‘nalishlar, bekatlar, joylashuv)
- Qanday so‘rovlar asosida javob qaytarilishi kerak? (komandalar, joylashuv, tanlovlar)
- Ma’lumotlar qanday manbadan olinadi? (test bazasi, JSON va Geopy.)
- Tizim qanday uslubda ishlashi kerak? (menular, interaktiv javoblar, avtomatik aniqlash)

Arxitektura va interfeysni loyihalash

Ushbu bosqichda botning umumiy ishlash sxemasi va foydalanuvchi bilan aloqadagi muloqot logikasi ishlab chiqildi. Interfeys oddiy va foydalanuvchi uchun tushunarli qilib tuzildi. Shuningdek, har bir komanda (/start, /yo‘nalish, /lokatsiya) uchun alohida javob mantiqlari belgilandi.

Ma’lumotlar bazasini tayyorlash

Test rejimidagi ma’lumotlar bazasi.json formatida quyidagicha tuzildi:

- Yo‘nalishlar.json – har bir avtobus yo‘nalishi va unga tegishli bekatlar ro‘yxati;
- Bekatlar.json – bekatlar nomi va ularning taxminiy koordinatalari (latitude, longitude).

Bu bazalar dastlabki bosqichda qo‘lda tayyorlandi, lekin keyinchalik ularni real bazaga ulash rejalashtirilgan.

Dasturlash jarayoni

Python dasturlash tili asosida python-telegram-bot kutubxonasi yordamida quyidagi funksiyalar yaratildi:

- /start komandasiga javob beruvchi xush kelibsiz xabari;
- Foydalanuvchining manzilli so‘rovlarini tanlash va ularga mos yo‘nalishlarni qaytarish;
- Lokatsiya yuborilganda eng yaqin bekatni topish va masofani hisoblash;
- InlineKeyboardMarkup tugmalari orqali foydalanuvchiga qulay navigatsiya yaratish.

Kodni modular tarzda yozish, ya’ni har bir funksiya alohida faylda saqlanishi, tizimni kengaytirish va texnik xizmatni soddalashtiradi.

Sinov va xatoliklarni bartaraf etish

Bot ishlab chiqilgach, quyidagi jihatlar sinovdan o‘tkazildi:

- ✓ Komandalar to‘g‘ri ishlashini tekshirish;

ISSN 3030-3907

✓ JSON ma’lumotlar bilan to‘g‘ri ishlash;

✓ Lokatsiya asosida bekat aniqlash funksiyasi;

Har bir bosqichda aniqlangan xatoliklar kodni soddalashtirish va optimallashtirish orqali bartaraf etildi.

TADQIQOT NATIJALARI

Ishlab chiqilgan EasyBus Telegram boti (@termiz_transport_bot) hozirda test rejimida ishlamoqda va foydalanuvchilarga quyidagi imkoniyatlarni taqdim etmoqda:

Foydalanuvchini kutib olish va xizmat tanlash

Botga kirgan foydalanuvchi uchun “Xush kelibsiz! Kerakli xizmatni tanlang” degan xabar chiqadi va menyu orqali xizmatlarni tanlash qulayligi ta’minlangan. Bu foydalanuvchini qulay interfeys bilan tezkor muloqotga jalb etadi (1-rasm). Geolokatsiya asosida eng yaqin bekatni aniqlash. Bot foydalanuvchining yuborgan manzil yoki joylashuvini qayta ishlaydi va aniq manzil ko‘rsatadi: masalan, “Baxt ko‘chasi, Termiz…” va shu asosida eng yaqin bekatni topadi — “Do‘stlik bekati”.



1-rasm. Foydalanuvchini kutib olish va xizmat tanlash

ISSN 3030-3907



2-rasm. Geolokatsiya asosida eng yaqin bekatni aniqlash va avtobus yo‘nalishlari haqida ma’lumot

Eng yaqin bekat koordinatalari (37.2398, 67.287) va masofa (851 metr) ko‘rsatilishi foydalanuvchiga bekatni tez topishda yordam beradi (2-rasm).

Avtobus yo‘nalishlari haqida ma’lumot

Bot “Avtobus yo‘nalishlari” buyrug‘i asosida Termiz shahridagi avtobus yo‘nalishlarini taklif qiladi: foydalanuvchi 1-, 2-, yoki 3-avtobusni tanlab, har bir yo‘nalish bo‘yicha batafsil ma’lumot oladi. Masalan, “1-avtobus yo‘nalishi: **Markaziy Bozor → Termiz vokzali → Universitet”** kabi.

Quyidagi texnologiyalar asosida yaratilgan:

- Python – asosiy dasturlash tili sifatida.
- python-telegram-bot kutubxonasi – Telegram API bilan ishlash uchun.
- Geolokatsiya modullari – foydalanuvchi koordinatalarini aniqlash va eng yaqin bekatni hisoblash uchun.

Foydalanuvchi tajribasi (UX) Bot o‘zbek tilida ishlaydi, tushunarli menyu va sodda matnli javoblar beradi, interaktiv klaviatura orqali xizmatlarni tanlash imkoniyati mavjud. Bu foydalanuvchiga ortiqcha buyruqsiz kerakli ma’lumotga yetib borish imkonini beradi.

Rasmiy foydalanish manzili: Botning Telegram’dagi rasmiy manzili: **@termiz_transport_bot.**

O‘tkazilgan dastlabki tajribalar davomida bot Termiz shahrining mavjud avtobus yo‘nalishlarining test sifatida kiritilgan 3ta yo‘nalishi bo‘yicha to‘liq va aniq ma’lumotlarni taqdim eta oldi. Foydalanuvchi lokatsiyasiga asoslangan qidiruv jarayonida eng yaqin bekatni 5-50 metr aniqlik bilan belgilash imkoniyati test qilindi. Test natijalariga ko‘ra, botning ishlash tezligi 1-2 soniya ichida javob

ISSN 3030-3907

yuborish ko‘rsatkichini qayd etdi. Botning ushbu funksional imkoniyatlari Termiz shahrida jamoat transportidan foydalanuvchilarning axborotga bo‘lgan ehtiyojini qondirishga xizmat qiladi. Shuningdek, tajriba davomida aniqlangan kamchiliklar orasida GPS koordinatalari aniq bo‘lmagan foydalanuvchilarda lokatsiya asosidagi qidiruvning samaradorligi pasayishi va Internet tezligining sustligi bot javob vaqtiga ta’sir ko‘rsatishi kabi omillar kuzatildi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish maqsadida botning algoritmlari soddalashtirildi, bekatlar bazasi optimallashtirildi va foydalanuvchi qo‘llanmasi ishlab chiqildi.

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqot natijasida Termiz shahri jamoat transporti uchun Telegram platformasida ishlaydigan axborot yetkazish tizimi muvaffaqiyatli ishlab chiqildi. Taklif etilgan EasyBus Telegram boti foydalanuvchilarga avtobus yo‘nalishlari, asosiy bekatlar va eng yaqin bekat haqida aniq va tezkor ma’lumot olish imkonini beradi. Botning asosiy afzalliklari sifatida:

- interaktiv va intuitiv interfeys;
- lokatsiya asosida xizmat ko‘rsatish imkoniyati;
- har ikki turdagi qidiruv — yo‘nalish bo‘yicha va lokatsiya asosida qidiruvni qo‘llab-quvvatlash;
- tezkor javob va minimal resurs talabchanligi.

Botning tajriba testlari uning foydalanuvchilar uchun qulay va samarali xizmat ko‘rsatishini tasdiqladi. Shuningdek, kelgusida ushbu axborot tizimini rivojlantirish orqali real vaqtda avtobus harakatini kuzatish, yo‘lovchi sonini prognozlash, foydalanuvchilarning fikr-mulohazalarini yig‘ish kabi qo‘shimcha funksiyalarni joriy etish rejalashtirilmoqda. Tadqiqot Termiz shahrida va respublika miqyosida jamoat transportidan foydalanishda zamonaviy axborot texnologiyalarini tatbiq etish samaradorligini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Davies, D., & Horner, M. (2023). Digital technologies for real-time public transport communication: A systematic review. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 23, 100987. https://doi.org/10.1016/j.trip.2023.100987

2. Iliopoulou, C., & Kepaptsoglou, K. (2019). Combining ITS and optimization in public transportation planning: State of the art and future research paths. *European Transport Research Review*, 11, Article number 27. https://doi.org/10.1186/s12544-019-0365-5

3. Jakimavičius, M., Palevičius, V., Antuchevičiene, J., & Karpavičius, T. (2019). Internet GIS-based multimodal public transport trip planning information system for travelers in Lithuania. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 8(8), 319. https://doi.org/10.3390/ijgi8080319

ISSN 3030-3907

4. Elkosantini, S., & Darmoul, S. (2013). Intelligent public transportation systems: A review of architectures and enabling technologies. In *Proceedings of the International Conference on Advanced Logistics and Transport (ICALT)*. IEEE. https://doi.org/10.1109/ICAdLT.2013.6568465
5. Burch, M., Staudt, Y., Frommer, S., et al. (2022). The public transport navigation system. *Journal of Visualization*, 25, 839–855. https://doi.org/10.1007/s12650-021-00822-7
6. Estrada-Esquivel, H., Martínez-Rebollar, A., Wences-Olguin, P., Hernández-Pérez, Y., & Ortiz-Hernandez, J. (2022). A smart information system for passengers of urban transport based on IoT. *Electronics*, 11(5), 834. https://doi.org/10.3390/electronics11050834
7. GitHub. (n.d.). *Telegram Bot for Public Transport Service*. Retrieved [access date], from https://github.com/<TermezBot>/public-transport-telegram-bot
8. Ministry of Transport of the Republic of Uzbekistan. (2022). *Public Transport Reform Strategy 2022–2026*. Retrieved from https://mintrans.uz
9. Rustamov, A.K. (2020). Raqamli texnologiyalar yordamida jamoat transporti harakatini boshqarish imkoniyatlari. Ilmiy-texnik axborotlar, 2, 45–50.
10. Yo‘ldoshev, B.B., & Karimov, I.I. (2019). Axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining yo‘l harakati tizimidagi roli. Transport, (3), 33–38.
11. Mamatqulov, Sh.K. (2021). Jamoat transportining intellektual boshqaruv tizimi. TDYMI Axborotnomasi, 1, 15–22.
12. Tojiyev, D.A., & Safarov, O.B. (2022). Mobil ilovalar yordamida yo‘lovchilarga real vaqt rejimida ma’lumot yetkazish. Innovatsion texnologiyalar va transport, 2, 27–31.

ISSN 3030-3907

RAQAMLI METROLOGIYA VA SANOATNING O‘ZARO BOG‘LIQLIGI

Berdimuratov Umid Tagaymuradovich
TDMAU “Metrologiya va texnologik mashinalar” kafedrasi t.f.f.d., dotsenti
Te: (+998) 93-795 26 12
E-mail: umidberdumu5@gmail.com
Erdonov Abdurahmon Muzaffarovich
TDMAU “Metrologiya va texnologik mashinalar” kafedrasi katta o‘qituvchisi
Tel: (+998) 94 205 99 98
E-mail: erdonovabdurahmon59@gmail.com
Abdimajidov Farrux Abdilamitovich.
TDMAU
Tel: (+998) 94 205 99 98
Email:abdimajidovfarrux6@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada raqamli metrologiyaning zamonaviy sanoatdagi o‘rni va ahamiyati yoritilgan. Raqamli o‘lchov vositalari yordamida ishlab chiqarish jarayonlarida sifat nazorati,avtomatlashtirish,real vaqt monitoringi, prognozlash va texnik xizmat ko‘rsatish kabi jarayonlar qanday takomillashayotgani tahlil qilingan.Shuningdek, “Sanoat 4.0” konsepsiyasi doirasida raqamli metrologiyaning roli, ilg‘or texnologiyalar bilan integratsiyasi va ularning amaliy misollari haqida ma’lumot berilgan. Maqola sanoatning raqamli transformatsiyasida metrologiya fanining nechog‘lik muhim ekani haqida to‘liq tasavvur beradi.

Kalit so‘zlar: Raqamli metrologiya, sanoat 4.0, sifat nazorati, avtomatlashtirish, o‘lchov texnologiyalari, sun’iy intellekt, IoT, sanoat raqamlashtirilishi, texnik xizmat, standartlashtirish.

Аннотация: В данной статье рассмотрена роль цифровой метрологии в современном промышленном производстве. Описаны преимущества использования цифровых измерительных систем для контроля качества, автоматизации процессов, мониторинга в реальном времени и прогнозирования технического состояния оборудования. Особое внимание уделено интеграции цифровой метрологии в концепцию "Индустрия 4.0" и ее связям с современными технологиями, такими как искусственный интеллект и интернет вещей. Статья подчеркивает важность метрологии в процессе цифровой трансформации промышленности.

Ключевые слова: Цифровая метрология, Индустрия 4.0, контроль качества, автоматизация, измерительные технологии, искусственный интеллект, IoT, цифровизация, техническое обслуживание, стандартизация.

ISSN 3030-3907

Abstract:This article explore the role of digital metrology in modern industrial production. It highlights the benefits of digital measurement systems in quality control, process automation, real-time monitoring, and predictive maintenance. Special attention is given to the integration of digital metrology within the industry 4.0 framework and its connection with emerging technologies such as artificial intelligence and the internet of things. The article emphasizes the crucial importance of metrologyin the digital transformation of industry.

Keywords: digital metrology, industry 4.0, quality control, automation, measurement technologies, artificial intelligence, IoT, digitalization, maintenance, standartization.

Kirish

Raqamli metrologiya

“Raqamli metrologiya” kompetensiyasi zamonaviy mexanik ishlab chiqarishda texnik nazorat sohasidir. Bugungi kunda metrologiya sohasidagi mutaxassis zamonaviy o‘lchash uskunalarining barcha guruhlarida ishlay olishi kerak. U qismning xususiyatlarini o‘lchaydi va ishlab chiqarish sifatini tasdiqlagan holda mahsulotning yaroqliligi haqida xulosa beradi.

Raqamli transformatsiya bugungi sanoat taraqqiyotining ajralmas qismiga aylandi.Ayniqsa, ishlab chiqarish jarayonlarida o‘lchashlar sifat va xavfsizlikning asosiy mezoni bo‘lib xizmat qilmoqda. Shu sababli, metrologiyani raqamlashtirish sanoat tarmoqlari uchun strategik ahamiyat kasb etmoqda.Raqamli metrologiya orqali ishlab chiqarish texnologik jihatdan yangilanib, real vaqt rejimida nazorat imkoniyatlariga ega bo‘lmoqda. Ushbu maqolada raqamli metrologiyaning sanoatga ta’siri, mavjud muammolar va ularning yechimlari ko‘rib chiqiladi.

Metrologiyaning raqamli transformatsiyasi

Metrologlar oldida turgan dolzarb masalalardan biri bu metrologiyaga raqamli texnologiyalarni joriy etishdir.Shunday qilib, 2022 yilgi Butunjahon metrologlar kunining joriy shiori “Metrologiya raqamlashtirish davrida” edi. Shuningdek, kimyo sanoati va bioinjeneriya texnologiyalari mutaxassislari uchun may konferentsiyasi ishtirokchilari tomonidan muhokama qilingan mavzular ro‘yxati bilan tanishishingiz mumkin.

Raqamli texnologiyalarni joriy etishda metrologik yordam

Raqamli transformatsiya sharoitida o‘lchovlarning bir xilligini ta’minlash tizimining axborot komponentini ishlab chiqish Metrologiyada raqamlashtirish: xizmatlar tizimini yaratish rejasi, raqamli transformatsiyani davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash choralari

Metrologiyani raqamlashtirish 2018-yilda boshlangan, o‘shanda SI tizimi ilgari o‘rnatilgan chora-tadbirlarni ifodalaydi.

ISSN 3030-3907

jismoniy ob’ektlar bo‘lib, fizik konstantalar qiymatlariga asoslangan yangi avlod standartlariga tayanishni boshladilar

Raqamli metrologiyaning mohiyati

Raqamli metrologiya — bu o‘lchovlar natijalarini raqamli shaklda to‘plash, qayta ishlash, saqlash va uzatish imkonini beradigan metrologiya sohasi. An’anaviy o‘lchov vositalaridan farqli ravishda, raqamli qurilmalar,sanoat taraqqiyotining ajralmas bo‘lagi. Sifat, xavfsizlik, samaradorlik va tejamkorlik kabi muhim omillarni ta’minlashda uning o‘rni beqiyos. Raqamli o‘lchov vositalarining keng joriy etilishi esa sanoatning kelajakdagi raqamli transformatsiyasi uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.Ma’lumotlarni real vaqt rejimida tahlil qiladi,ularni avtomatlashtirilgan tizimlarga uzatadi.Sun’iy intellekt (AI) va IoT (Internet of Things) texnologiyalari bilan uyg‘unlashadi.

Sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar va mashinalarni o‘rganish kabi raqamli texnologiyalar ishlab chiqarish sanoati uchun tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Bularning barchasi metrologiyaga,o‘lchovlar faniga qanday ta’sir qilishini tasavvur qiling.

“Raqamli asrda metrologiya bu yilgi Jahon metrologiya kunining mavzusi bo‘lib, u har yili 20-mayda nishonlanadi. Mavzu raqamli texnologiya metrologiyani inqilob qilayotgani va zamonaviy jamiyatdagi eng hayajonli tendentsiyalardan biri bo‘lganligi sababli tanlangan. Aniq va adolatli ma’lumotlar fan va texnologiyaning raqamli rivojlanishining muhim poydevoridir. Natijada yuqori sifatli ma’lumotlarning raqamli darajasiga ko‘tarilishi, bu yoshning yuqori sifatli ma’lumotlari darajasiga ko‘tarilishining kalitidir.

Sanoatning raqamli metrologiyaga ehtiyoji.

Ishlab chiqarish va ishlab chiqarish dunyosida sanoat metrologiyasi katta ahamiyatga ega. U mahsulot sifati, samaradorligi va muvofiqligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlarni qo‘llashga qaratilgan. Ixtisoslashgan asboblar yordamida amalga oshiriladigan o‘lchovlar ishlab chiqarish jarayonlarining ishonchliligini aniqlashga va xalqaro standartlarga muvofiqligini ta’minlashga yordam beradi.

Sifat va samaradorlikni oshirishga intilayotgan kompaniyalar uchun metrologiya xizmatlari muhim ahamiyatga ega. Ular aniq o‘lchovlarning muhimligini ta’kidlaydilar. Mijozlarning yuqori talablari va sifat standartlarini qondirish uchun sanoat metrologiyasini qo‘llash zarur.

Sanoat metrologiyasining asosiy tamoyillari o‘lchov birliklarini tushunish, qabul qilinadigan xato chegaralarini bilish va kalibrlash usullarini o‘zlashtirishni o‘z ichiga oladi. Ushbu tamoyillar muntazam ravishda kalibrlanishi kerak bo‘lgan sanoat o‘lchov asboblari va uskunalari orqali qo‘llaniladi. Ushbu qat’iylik uskunaning aniqligini va o‘lchovlarning kuzatilishini kafolatlaydi.

ISSN 3030-3907

Metrologiyaning sanoatda qo‘llanilishi mahsulot sifatini nazorat qilishdan ta’minot zanjirini boshqarishgacha.Metrologiyadan foydalangan holda sifatni ta’minlash tayyor mahsulotlarning belgilangan mezonlarga muvofiqligini tekshirish imkonini beradi. Bugungi kunda sanoatda mahsulot sifatini yuqori darajada ta’minlash, Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish, texnologik jarayonlarni real vaqtda monitoring qilish, energiya va resurslardan tejamli foydalanish, kabi talablar mavjud.Bularning barchasi faqat aniq va ishonchli o‘lchovlar asosida amalga oshirilishi mumkin. Shuning uchun raqamli metrologiya sanoatning har bir bosqichida dizayndan tortib, yakuniy mahsulotgacha—muhim rol o‘ynaydi.Raqamli metrologiyaning quyidagi eng asosiy afzalliklarini keltirsak (1-jadval):

№	Qo‘llanish sohasi	Bajaradigan vazifasi
1	Aniq o‘lchash natijalari	Raqamli metrologiya o‘lchashlarning yuqori aniqliligi va ishonchliligini ta’minlaydi
2	Avtomatlashtirilgan o‘lchash	Raqamli tizimlar o‘lchash jarayonlarini avtomatlashtirish samaradorlikni oshiradi
3	Ma’lumotlarni boshqarish	Ma’lumotlarni to‘plash,tahlil qilish va boshqarish jarayonlari qulay va samaraliroq bo‘ladi

Raqamli metrologiyaning sanoatga ta’siri

Sifat nazorati va ishlab chiqarishga ta’siri

Mahsulotlar standartlarga mos kelishini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar talab qilinadigan joylarda.Masalan, avtomobil sanoatida qismlarning o‘lchov aniqligi to‘g‘ri o‘rnatilishi va ishlashini ta’minlash uchun juda muhimdir. Xuddi shunday, farmatsevtika sanoatida dori vositalarining xavfsizligi va samaradorligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar zarur.Xavfsizlik uchun xavfsizlik metrologiyasi ham muhimdir. Masalan, aerokosmik sanoatda samolyotlar parvozi xavfsizligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar zarur. Sog‘liqni saqlash sohasida tibbiy asboblar xavfsizligi va samaradorligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, metrologiya tarozilar, termometrlar va bosim o‘lchagichlar kabi har xil turdagi uskunalarning aniqligi va ishonchliligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

Raqamli metrologiya tadqiqot va ishlanmalarda muhim ahamiyatga ega, bu yerda yangi mahsulotlar va texnologiyalarni ishlab chiqish va sinab ko‘rish uchun aniq o‘lchovlar zarur. Misol uchun, yarimo‘tkazgich sanoatida mikrochiplarning funksionalligini ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar zarur. Xuddi shunday, qayta tiklanadigan energiya sohasida quyosh panellari va shamol turbinalarining

ISSN 3030-3907

ishlashini optimallashtirish uchun aniq o‘lchovlar kerak. Savdo metrologiyasi xalqaro savdo uchun ham muhimdir, bu yerda adolatli va shaffof operatsiyalarni ta’minlash uchun aniq o‘lchovlar muhim ahamiyatga ega. Ko‘pgina mamlakatlarda metrologiya o‘lchovlarning xalqaro standartlarga mos kelishini ta‘minlash uchun milliy standartlar organlari tomonidan tartibga solinadi. Umuman olganda, metrologiya zamonaviy jamiyatning ko‘plab jihatlarini asos qilib olgan hayotiy ilmiy sohadir.

To‘g‘ri o‘lchovlarsiz mahsulot va texnologiyalarning xavfsizligi, sifati va samaradorligini ta'minlash qiyin bo‘ladi va ko‘plab sanoat tarmoqlari ishlash uchun kurashadi.Raqamli o‘lchov tizimlari yordamida mahsulotning geometrik o‘lchamlari, og‘irligi, harorati, bosimi va boshqa muhim parametrlari aniqlanadi. Ularning real vaqt rejimida tahlil qilinishi ishlab chiqarishdagi xatoliklarni kamaytiradi.Raqamli metrologiyaning zamonaviy texnologiyalarda qo‘llanishining yana bir ifodalashni taqdim etadigan bo‘lsak (2-jadval).

№	Qo‘llanish sohasi	Bajaradigan vazifasi
1	Ishlab chiqarish sanoati	Avtomobilsozlik,aviatsiya,mashinasozlik va boshqa sanoat tarmoqlarida qo‘llaniladi.
2	Tibbiyot	Protezlar,implantlar va jarrohlik asboblarini ishlab chiqarishda aniqlikni ta’minlaydi.
3	Elektronika	Mikrochiplar va elektron komponentlarning o‘lchamlarini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi

Avtomatlashtirish

Metrologik ma’lumotlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri avtomatik boshqaruv tizimlariga uzatiladi. Bu esa “aqlli zavod” konsepsiyasini amalga oshirishga zamin yaratadi.

Prognozlash va texnik xizmat ko‘rsatish

Sensorlar orqali to‘plangan ma’lumotlar yordamida uskunalar ishidagi nosozliklar oldindan aniqlanadi va ehtiyot choralari ko‘riladi. Bu ishlab chiqarishni to‘xtatmasdan uzluksiz yuritishga yordam beradi.

Standartlashtirish

Xalqaro o‘lchov standartlariga mos raqamli vositalar orqali mahsulotlar eksport uchun talab qilinadigan sifatga ega bo‘ladi.

“Sanoat 4.0” va raqamli metrologiya

“Sanoat 4.0” bu to‘liq raqamlashtirilgan va avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimi. Raqamli metrologiya ushbu kontseptsiya asosidagi quyidagi texnologiyalar bilan chambarchas bog‘liq:

IoT (Internet of Things) — o‘lchov qurilmalari tarmoqqa ulanadi.

ISSN 3030-3907

AI (Sun’iy intellekt) — o‘lchov ma’lumotlarini tahlil qiladi.
Big Data - katta hajmdagi o‘lchov natijalari asosida samarali qarorlar qabul qilinadi.

Amaliy misollar

Avtomobil sanoatida raqamli o‘lchov tizimlari yordamida har bir detalning aniqligi tekshiriladi. Farmatsevtika sanoatida dori ishlab chiqarishda harorat, bosim va vaqt kabi parametrlar metrologik jihatdan nazorat qilinadi.Qishloq xo‘jaligida dronlar va sensorlar yordamida ekinlar holati raqamli metrologiya asosida baholanadi.

Muammolar

a) Texnologik infrastrukturadagi kamchiliklar

Ko‘plab korxonalarda hali ham an’anaviy o‘lchov vositalari ishlatilmoqda. Bu esa yangi texnologiyalarni samarali joriy etishni qiyinlashtiradi.

b) Kadrlar yetishmasligi

Raqamli metrologiyani chuqur tushunadigan, dasturiy va texnik jihatdan tayyor mutaxassislar yetarli emas.Ayniqsa, IoT, AI va Big Data bilan ishlay oladigan mutaxassislar katta talabga ega.

c) Standartlashtirishdagi muammolar

Turli ishlab chiqaruvchi kompaniyalarning raqamli o‘lchov tizimlari o‘rtasida moslik bo‘lmasligi, yagona metrologik bazaning shakllanmaganligi tizimlararo muvofiqlikni pasaytiradi.

Yechimlar

a) Raqamli infratuzilmani modernizatsiya qilish

Zamonaviy raqamli metrologik vositalar bilan ishlab chiqarish liniyalarini jihozlash, davlat dasturlari orqali qo‘llab-quvvatlash muhim hisoblanadi.

b) Mutaxassislar tayyorlash va qayta tayyorlash

Oliy ta’lim muassasalarida “raqamli metrologiya”, “raqamli sanoat tizimlari” kabi yangi fanlarni joriy etish, sohaga ixtisoslashgan kadrlar tayyorlash zarur.

c) Xalqaro standartlarga integratsiya

ISO 17025, ISO 8000, IEC 61508 kabi standartlar asosida metrologik tizimlarni uyg‘unlashtirish, davlatlararo hamkorlikni kuchaytirish zarur.

Xulosa qilib aytganda, raqamli metrologiya sanoatni yangi bosqichga olib chiqish imkoniyatiga ega.U o‘lchov aniqligini, mahsulot sifatini, resurslardan samarali foydalanishni ta’minlaydi. Muammolar mavjud bo‘lsa-da, texnologik yondashuv va tizimli islohotlar orqali ularni hal etish mumkin. Kelajakda raqamli metrologiya nafaqat ishlab chiqarishda, balki ekologiya, sog‘liqni saqlash va boshqa strategik sohalarda ham keng qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. A. Menshikov, “Digital Metrology in Smart Manufacturing”, Measurement Techniques, 2021.
2. 2.P.I.Kalandarov, G.I.Ikramov “Metrologiya asoslari” Darslik.Toshkent-2024
3. M. Guseynov, «Цифровизация метрологии: вызовы и перспективы», Метрология, №3, 2020.
4. V. Kalinin, “Integration of IoT and Metrology for Industry 4.0”, Journal of Metrology and Instrumentation, 2022.
5. 5.Ismatullayev Patxulla, Qodirova Sharapat “Metrologiya asoslari” o‘quv qo‘llanma.Toshkent-2020
6. 6.GOST R ISO 8000 – Ma’lumotlar sifati standartlari.
7. www.iso.org – ISO xalqaro standartlar tashkilotining rasmiy sayti.
8. www.nist.gov – AQSh Milliy Standartlar va Texnologiyalar Instituti (NIST) rasmiysi.

ISSN 3030-3907

MURAKKAB DINAMIK MUHITLARDA AVTONOM ROBOTLARNING KINEMATIK VA DINAMIK MODELLARI

Fayziyev Shavkat Ismatovich
O‘zbekiston Respublikasi Hisob palatasi t.f.d. (DSc), dotsent
Sabanbayeva Madinabonu Yulayevna
Buxoro davlat texnika universiteti 1-bosqich tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada murakkab dinamik muhitlarda harakat qiluvchi avtonom robotlarning kinematik va dinamik modellari o‘rganilgan. Tadqiqot davomida robotlarning harakat trayektoriyasini aniqlash, tezlik va tezlanish parametrlarini hisoblash, shuningdek tashqi kuchlar va muhitning o‘zgaruvchan sharoitlariga moslashuvchanlikni oshirishga qaratilgan matematik modellash usullari tahlil qilingan. Natijalar avtonom robotlarni boshqarish, navigatsiya tizimlarini optimallashtirish va real vaqt rejimida murakkab muhitlarda barqaror harakatlanish imkoniyatini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar. Avtonom robot, kinematika, dinamika, murakkab muhit, matematik model.

Аннотация. В статье рассматриваются кинематические и динамические модели автономных роботов, работающих в сложных динамических средах. В исследовании анализируются методы математического моделирования для определения траектории движения, расчета скорости и ускорения, а также для повышения адаптивности робота к изменяющимся условиям среды. Результаты способствуют улучшению систем управления автономными роботами, оптимизации навигации и обеспечению стабильного движения в реальном времени.

Ключевые слова. Автономный робот, кинематика, динамика, сложная среда, математическая модель.

Annotation. This article investigates the kinematic and dynamic models of autonomous robots operating in complex dynamic environments. The study analyzes mathematical modeling approaches for determining motion trajectories, calculating velocity and acceleration parameters, and enhancing adaptability to changing environmental conditions. The results contribute to improving autonomous robot control systems, optimizing navigation, and enabling stable real-time movement in challenging environments.

Key words. Autonomous robot, kinematics, dynamics, complex environment, mathematical model.

Kirish.

Murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning harakatini o‘rganish zamonaviy robototexnika va avtomatlashtirish tizimlari uchun eng dolzarb masalalardan biridir, chunki robotlar inson aralashuvisiz murakkab sharoitlarda

ISSN 3030-3907

harakat qilishi, to‘siqlarni aylanib o‘tishi, tezlik va tezlanish parametrlarini nazorat qilishi hamda tashqi kuchlar va muhitning o‘zgaruvchan sharoitlariga moslashishi talab etiladi; ushbu jarayonlarda robotlarning kinematik va dinamik xossalarini aniqlash va matematik modellash usullarini ishlab chiqish katta ahamiyat kasb etadi, chunki ular robotning trayektoriyasini oldindan hisoblash, harakat barqarorligini ta’minlash, energiya samaradorligini oshirish va real vaqt rejimida boshqaruv algoritmlarini optimallashtirish imkonini beradi; so‘nggi yillarda avtonom robotlar sohasida erishilgan yutuqlar, jumladan ilg‘or sensor tizimlar, sun’iy intellektga asoslangan boshqaruv algoritmlari va simulyatsion modellash usullari murakkab muhitlarda robot harakatini yanada aniq va ishonchli qilish imkonini berdi, shuning uchun kinematika va dinamika bo‘yicha mukammal modellash har bir robototexnika tizimi uchun zarur shart hisoblanadi; ushbu tadqiqotning maqsadi murakkab dinamik sharoitlarda avtonom robotlarning harakatini tahlil qilish, ularning kinematik va dinamik xossalarini matematik modellash orqali aniqlash, tashqi kuchlar va muhit o‘zgarishlariga moslashish strategiyalarini ishlab chiqish hamda real vaqt rejimida boshqaruv tizimlarini optimallashtirishga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdir; maqola doirasida robotlarning harakat trayektoriyalari, tezlik va tezlanish parametrlarini hisoblash usullari, muhit bilan o‘zaro ta’sir jarayonlari va boshqaruv algoritmlarining samaradorligi tizimli tarzda o‘rganilib, murakkab sharoitlarda avtonom robotlarning barqaror va xavfsiz harakatlanishini ta’minlashga qaratilgan yechimlar taklif etiladi. Murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning harakatini o‘rganish zamonaviy robototexnika va avtomatlashtirish tizimlari uchun katta ahamiyatga ega, chunki robotlar inson aralashuvisiz notekis sirtlar, to‘siqlar, sirpanish yuzalari va boshqa murakkab sharoitlarda harakat qilishi, harakat trayektoriyasini aniq bajarishi va tashqi kuchlarga moslashishi talab etiladi; shuning uchun kinematik va dinamik modellarni ishlab chiqish, robotning harakat trayektoriyasi, tezlik va tezlanish parametrlarini matematik tarzda hisoblash, shuningdek real vaqt boshqaruv algoritmlarini optimallashtirish ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi; so‘nggi yillarda ilg‘or sensor tizimlar, sun’iy intellektga asoslangan boshqaruv algoritmlari va simulyatsion modellash usullari robotlarning murakkab muhitlarda barqaror va xavfsiz harakatlanishini sezilarli darajada oshirdi, bu esa kinematik va dinamik modellashtirish metodlarini yanada muhim qiladi; maqola doirasida robotlarning harakat parametrlarini aniqlash, trayektoriyalarni hisoblash, tashqi kuchlar va muhit o‘zgarishlariga moslashish strategiyalarini ishlab chiqish, shuningdek real vaqt boshqaruv tizimlarini optimallashtirish masalalari tizimli tarzda o‘rganiladi, bu esa murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning samarali ishlashini ta’minlashga qaratilgan ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi. Tadqiqot muhokamasini

ISSN 3030-3907

yanada kengaytirish jarayonida aniqlanishicha, murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning harakatini boshqarish nafaqat kinematik va dinamik modellar samaradorligiga, balki sensor tizimlar, real vaqt algoritmlari va boshqaruv strategiyalarining integratsiyasiga ham bevosita bog‘liq; eksperimental natijalar robotning turli sirt sharoitlarida, jumladan notekis sirt, sirpanish yuzasi va to‘siqlar bilan o‘zaro ta’sirda tezlik va tezlanish parametrlarining sezilarli darajada o‘zgarishini, energiya sarfi ortishini va trayektoriya aniqligining pasayishini ko‘rsatdi, bu esa murakkab muhit sharoitlarida boshqaruv algoritmlarini optimallashtirish va real vaqt ma’lumotlarni hisobga oluvchi adaptiv boshqaruv tizimlarini joriy etish zaruratini oshiradi; shuningdek, sun’iy intellektga asoslangan boshqaruv algoritmlari murakkab sharoitlarda PID va model asosidagi algoritmlarga nisbatan yuqori trayektoriya aniqligi va barqarorlikni ta’minlagani, ammo hisoblash tezligining pastligi tufayli real vaqt ishlash samaradorligini maksimal darajada oshirish uchun gibrid algoritmik yondashuvlarni qo‘llash mumkinligini ko‘rsatdi; natijalar shuni ham ko‘rsatadiki, har bir bo‘g‘imning harakat trayektoriyasiga ta’siri, tashqi kuchlar, tortishish momentlari va muhitning o‘zgaruvchan sharoitlarini hisobga olgan holda kinematik va dinamik modellarni moslashtirish murakkab muhitda robotlarning xavfsiz va barqaror harakatlanishini ta’minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega; umumiy xulosalarda esa, murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning samarali ishlashi uchun tizimli yondashuv, modellarni optimallashtirish, algoritmik boshqaruvni real vaqt ma’lumotlar bilan integratsiya qilish va sensor tizimlarni mukammal ishlashini ta’minlash zarurligi ta’kidlanadi, bu esa robototexnika tizimlarining murakkab sharoitlarda barqarorligi va xavfsizligini oshirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar tahlili. Murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning kinematik va dinamik modellari bo‘yicha adabiyotlar tahlili soha bo‘yicha olib borilgan xalqaro va milliy tadqiqotlar natijalariga tayangan holda shakllantiriladi; bir qator tadqiqotlarda robotlarning harakat trayektoriyasini oldindan hisoblash, tezlik va tezlanish parametrlarini aniqlash, murakkab va o‘zgaruvchan muhit sharoitlariga moslashuvchan boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish masalalari tahlil qilingan [1]; kinematika va dinamika bo‘yicha fundamental tadqiqotlar robotning mexanik xossalarini, harakat cheklovlarini va qo‘zg‘alish dinamikasini aniqlashga imkon berishi, shuningdek, boshqaruv tizimlarini optimallashtirishda asosiy metod sifatida ishlatilishi ko‘rsatib o‘tilgan [2]; bir qator xalqaro tadqiqotlarda murakkab dinamik muhitlarda sensorlar va real vaqt boshqaruv algoritmlari orqali avtonom robotlarning harakat barqarorligini oshirish usullari o‘rganilgan [3]; zamonaviy modellash usullari, jumladan Newton-Euler va Lagrange formulalari yordamida robotning harakat trayektoriyasi, tezlanish va tortishish kuchlariga moslashuvchan javob berish imkoniyatlari aniqlanganligi

ISSN 3030-3907

ko‘plab tadqiqotlarda qayd etilgan [4]; milliy tadqiqotlarda esa, O‘zbekistonda ishlab chiqilgan avtonom robot prototiplari va ularning murakkab muhitdagi sinovlari, shuningdek, kinematik va dinamik xossalarni modellashtirish orqali boshqaruv samaradorligini oshirish tajribasi tahlil qilingan [5]; shuningdek, ba’zi tadqiqotlar robotlarning real va virtual muhitda sinovdan o‘tkazilishi, olingan ma’lumotlar asosida algoritmlarni optimallashtirish va xavfsizlik parametrlarini hisoblash usullarini o‘rganishga qaratilgan [6]; umumiy xulosalarda esa, murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning barqaror harakatini ta’minlash uchun kinematik va dinamik modellarni tizimli ravishda ishlab chiqish, real vaqt boshqaruv tizimlarini optimallashtirish hamda sensor va algoritmik integratsiyani kuchaytirish zarurligi doimiy ta’kidlangan [7]. Murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning kinematik va dinamik xossalarini o‘rganish bo‘yicha adabiyotlar tahlili sohaning ilg‘or tadqiqot yo‘nalishlarini ko‘rsatadi; tadqiqotlar robotlarning harakat trayektoriyasini aniqlash, tezlik va tezlanish parametrlarini hisoblash, murakkab va o‘zgaruvchan muhit sharoitlariga moslashuvchan boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish masalalariga qaratilgan; kinematika va dinamika bo‘yicha fundamental tadqiqotlar robotning mexanik xossalarini, harakat cheklovlarini va qo‘zg‘alish dinamikasini aniqlashga imkon beradi, shuningdek, boshqaruv tizimlarini optimallashtirishda asosiy metod sifatida ishlatiladi; murakkab dinamik muhitlarda robotlarning sensorlar va real vaqt boshqaruv algoritmlari orqali barqarorligini oshirish usullari keng o‘rganilgan, bu esa murakkab sirt, to‘siqlar va notekis sharoitlarda robotning xavfsiz harakatlanishini ta’minlaydi; zamonaviy modellashtirish usullari, jumladan Newton-Euler va Lagrange formulalari yordamida robotning harakat trayektoriyasi, tezlanish va tortishish kuchlariga moslashuvchan javob berish imkoniyatlari aniqlangan; shuningdek, robotlarning real va virtual muhitda sinovdan o‘tkazilishi, olingan ma’lumotlar asosida algoritmlarni optimallashtirish va xavfsizlik parametrlarini hisoblash usullari ham tadqiqotlarda keng tahlil qilingan; umumiy xulosalarda esa, murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning barqaror harakatini ta’minlash uchun kinematik va dinamik modellarni tizimli ravishda ishlab chiqish, real vaqt boshqaruv tizimlarini optimallashtirish hamda sensor va algoritmik integratsiyani kuchaytirish zarurligi doimiy ta’kidlanadi.

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqotda murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning kinematik va dinamik xossalarini aniqlash va modellashtirish maqsadida eksperimental va simulyatsion metodlarning kombinatsiyasi qo‘llanildi; tadqiqot jarayonida bir qator avtonom robot prototiplari murakkab to‘siqlar, o‘zgaruvchan sirt va tashqi kuchlar sharoitida sinovdan o‘tkazildi, robotning harakat trayektoriyalari, tezlik va tezlanish parametrlarini real vaqtda o‘lchash uchun ilg‘or sensorlar va harakatni kuzatuvchi tizimlardan

ISSN 3030-3907

foydalanildi; shuningdek, robotlarning kinematik va dinamik xossalarini matematik modellashtirish maqsadida Newton-Euler va Lagrange formulalari asosida hisob-kitoblar amalga oshirildi, bu esa har bir bog‘langan bo‘g‘im va harakatlanish darajasining harakat trayektoriyasiga ta’sirini aniqlash imkonini berdi; modellashtirish jarayonida robotning tortishish kuchlari, tortishish momentlari, tezlanish va tezlik parametrlariga tashqi muhit omillari, jumladan sirpanish, to‘siqlar bilan to‘qnashuv va notekis sirt ta’siri kiritildi; simulyatsion tajribalar MATLAB va ROS platformalarida o‘tkazilib, turli algoritmik boshqaruv usullari, jumladan PID, model asosidagi va sun’iy intellektga asoslangan boshqaruv strategiyalari sinovdan o‘tkazildi, robotning barqaror harakatlanish darajasi, trayektoriya aniqligi va tezlanish javoblarini tahlil qilish imkoniyati yaratildi; barcha eksperimental va simulyatsion ma’lumotlar yig‘ilib, korrelyatsion va statistik tahlil usullari yordamida robotning kinematik va dinamik parametrlarini baholash, algoritmlarning samaradorligini solishtirish va murakkab muhitlarda xavfsiz va barqaror harakatlanishni ta’minlash bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqish uchun ishlatildi; ushbu metodologik yondashuv murakkab sharoitlarda avtonom robotlarni boshqarish tizimlarini optimallashtirish, real vaqt rejimida harakatni barqarorlashtirish va sensor-algoritmik integratsiyani mukammal amalga oshirish imkonini berdi.

1-jadval.

Avtonom robotlarning harakat parametrlarining murakkab muhit sharoitidagi o‘zgarishi

Harakat parametrlari	Silliq sirt	Notekis sirt	To‘siqlar bilan o‘zaro ta’sir	Sirpanish yuzasi
O‘rtacha tezlik (m/s)	1.2	0.9	0.7	0.8
Maksimal tezlanish (m/s^2)	0.6	0.45	0.3	0.35
Trayektoriya aniqligi (%)	98	92	85	88
Energiya sarfi (J)	50	65	80	70

Tuzilgan jadvallar murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning harakat xossalari va boshqaruv algoritmlarining samaradorligini tahlil qilish imkonini beradi; 1-jadval robotlarning turli sirt va muhit sharoitlarida harakat parametrlarini ko‘rsatadi, unda silliq sirt sharoitida robotlarning o‘rtacha tezligi 1,2 m/s bo‘lib, maksimal tezlanish 0,6 m/s^2 ga yetadi va trayektoriya aniqligi 98 foizni tashkil qiladi, bu esa robotning barqaror va aniq harakatlanish imkoniyatini bildiradi, notekis sirt, to‘siqlar bilan o‘zaro ta’sir va sirpanish yuzasida esa tezlik va tezlanish pasayib, trayektoriya aniqligi 85–92 foizgacha tushadi va energiya sarfi sezilarli darajada ortadi, bu murakkab sharoitlarda robot harakatini

ISSN 3030-3907

optimallashtirish va boshqaruv strategiyalarini takomillashtirish zarurligini ko‘rsatadi;

2-jadval.

Boshqaruv algoritmlarining samaradorligi murakkab muhit sharoitida

Boshqaruv algoritmi	Trayektoriya aniqligi (%)	Barqaror harakat (%)	Hisoblash tezligi (ms)
PID	88	85	5
Model asosidagi	93	90	8
Sun’iy intellektga asoslangan	97	95	12
Gibrid (PID + AI)	96	94	10

2-jadval boshqaruv algoritmlarining samaradorligini ko‘rsatib, PID algoritmi bilan boshqarilgan robotlarda trayektoriya aniqligi 88 foiz va barqaror harakat 85 foizni tashkil qilsa, model asosidagi boshqaruv 93 foiz aniqlik va 90 foiz barqarorlikni ta’minlaganligi, sun’iy intellektga asoslangan algoritmlar esa trayektoriya aniqligi 97 foiz va barqaror harakat 95 foizni ta’minlab, murakkab muhitda eng yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi, shuningdek gibrid (PID + AI) algoritmi yuqori barqarorlik va aniqlikni birlashtirgan holda real vaqt hisoblash tezligi bilan samarali ishlashini namoyish etadi; umumiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, murakkab sharoitlarda robotning harakat xossalari va energiya sarfi muhit sharoitlariga sezilarli darajada bog‘liq bo‘lib, boshqaruv algoritmlarining tanlovi robotning trayektoriya aniqligi va barqaror harakatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi, bu esa kinematik va dinamik modellarni optimallashtirish, algoritmik boshqaruvni mukammallashtirish va sensor tizimlar bilan integratsiyani kuchaytirish zaruratini ta’kidlaydi.

Tadqiqot muhokamasi. Tadqiqot natijalari murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning harakatini tahlil qilish jarayonida kinematik va dinamik modellarining samaradorligini kengaytirilgan tarzda ko‘rsatdi; eksperimental va simulyatsion tajribalar asosida olingan ma’lumotlar robotlarning harakat trayektoriyalari, tezlik va tezlanish parametrlarini aniqlashda Newton-Euler va Lagrange formulalari yordamida ishlab chiqilgan modellar yuqori aniqlik bilan natija berganini ko‘rsatdi, bunda har bir bo‘g‘imning harakat trayektoriyasiga ta’siri, tortishish momentlari, tashqi kuchlar va muhitning o‘zgaruvchan sharoitlari hisobga olingan; shuningdek, real vaqtda olingan sensor ma’lumotlari asosida robotlarning barqarorligi va trayektoriya aniqligi turli boshqaruv algoritmlari – PID, model asosidagi va sun’iy intellektga asoslangan algoritmlar yordamida solishtirildi, natijalar murakkab sirt, to‘siqlar va notekis sharoitlarda sun’iy intellektga asoslangan boshqaruv algoritmlarining barqaror harakatni ta’minlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi; tadqiqot davomida aniqlangan

ISSN 3030-3907

boshqa muhim jihatlar sifatida tashqi kuchlar, sirpanish va to‘siqlar bilan o‘zaro ta’sir, shuningdek robotning tezlanish va tezlik parametrlariga muhit sharoitlarining ta’siri o‘rganilib, ular kinematik va dinamik modellarni optimallashtirish zarurligini ta’kidlaydi; olingan natijalar robototexnika tizimlarida real vaqt rejimida harakatni boshqarish, navigatsiya tizimlarini optimallashtirish va murakkab sharoitlarda xavfsiz va barqaror harakatni ta’minlash uchun ishlab chiqilgan matematik modellar va algoritmlarning ahamiyatini yanada oshiradi; umumiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarni boshqarish tizimlarini mukammal qilish uchun kinematik va dinamik modellarni tizimli ravishda ishlab chiqish, sensor-algoritmik integratsiyani kuchaytirish va algoritmik boshqaruv strategiyalarini optimallashtirish zarur bo‘lib, bu murakkab sharoitlarda robotlarning barqaror va xavfsiz harakatlanishini ta’minlaydi hamda robototexnika tizimlarining real vaqt rejimidagi ishlash samaradorligini oshiradi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning kinematik va dinamik modellarining samaradorligini tasdiqladi; eksperimental va simulyatsion tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, Newton-Euler va Lagrange asosidagi matematik modellar robotlarning harakat trayektoriyasini aniqlash, tezlik va tezlanish parametrlarini hisoblash, shuningdek tashqi kuchlar va muhitning o‘zgaruvchan sharoitlariga moslashish imkonini beradi; real vaqt boshqaruv algoritmlari, jumladan PID, model asosidagi va sun’iy intellektga asoslangan algoritmlar robotning barqaror harakatlanishi va trayektoriya aniqligini oshirishda yuqori samaradorlik ko‘rsatdi; shuningdek, tadqiqot murakkab sirt, to‘siqlar va notekis sharoitlarda kinematik va dinamik modellarni optimallashtirish, sensor-algoritmik integratsiyani kuchaytirish hamda boshqaruv strategiyalarini mukammal qilish zarurligini aniqladi; umumiy xulosa shundan iboratki, murakkab dinamik muhitlarda avtonom robotlarning barqaror va xavfsiz harakatlanishini ta’minlash uchun tizimli matematik modellashtirish, real vaqt algoritmlarini optimallashtirish va murakkab muhit sharoitlarini hisobga olgan boshqaruv strategiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi, bu esa robototexnika tizimlarining samaradorligini oshirish va ularni amaliy muhitda keng qo‘llash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Siciliano B., Khatib O. Springer Handbook of Robotics. Springer, 2016.
2. Craig J.J. Introduction to Robotics: Mechanics and Control. Pearson, 2019.
3. Spong M.W., Hutchinson S., Vidyasagar M. Robot Modeling and Control. Wiley, 2020.
4. Khalil W., Dombre E. Modeling, Identification and Control of Robots. Hermes Penton, 2018.

ISSN 3030-3907

5. Yoshikawa T. Foundations of Robotics: Analysis and Control. MIT Press, 2017.
6. Siciliano B., Villani L. Robot Force Control. Springer, 2021.
7. Thrun S., Burgard W., Fox D. Probabilistic Robotics. MIT Press, 2022.

ISSN 3030-3907

FIBROIN–KREMNEZEM ADSORBENTLARDA YUPQA QATLAMLI XROMATOGRAFIYA YORDAMIDA BO‘YOQLARNI AJRATISH

Begimqulova Chimri Qalandarovna
O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi Umumiy va Noorganik Kimyo Instituti
E-mail: chimribegimqulova@gmail.com,
Shakarova Dilshoda Shomurodovna.
O‘zbekiston Fanlar Akademiyasi Umumiy va Noorganik Kimyo Instituti
Ulug‘bek ko‘chasi 77A uy, Toshkent 1000173, O‘zbekiston
Tel.: +99890-026-76-72

Annotatsiya. Adsorbent ipak fibroin va kremnezem asosida in situ zol-gel jarayoni orqali sintez qilindi. Buning uchun tetraetoksisilan (TEOS)ning gidrolitik polikondensatsiya jarayoniga ipak fibroin kiritildi. Olib borilgan tadqiqotlarda, turli nisbatlardagi fibroin va TEOS eritmalari chumoli (chumoli kislotasi) hamda NH_4OH katalizatori ishtirokida, 50–80 °C harorat oralig‘ida va turli aralashtirish tezliklarida o‘rganildi. Bu shartlarda zol-gel jarayoni bir necha daqiqa ichida amalga oshdi.Olingan fibroin–kremnezem asosidagi adsorbent morfologiyasi 10–30 µm o‘lchamdagi sharsimon zarrachalar, 29 nm atrofidagi g‘ovak o‘lchamlari va 318 m^2/g yuzaviy maydon bilan tavsiflandi. Adsorbentning element tarkibi tahlili uning tarkibida fibroin va kremniy(IV) oksidi mavjudligini tasdiqladi. Shuningdek, adsorbentning yuqori samarali yupqa qatlamli xromatografiyada (HPTLC) harakatlanmaydigan faza sifatida bo‘yoq moddalarni xromatografik ajratishda qo‘llanish imkoniyatlari o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: biopolimer, tetraetoksisilan, fibroin, sol-gel jarayoni, nanogibrid, fibroin/kremnezem adsorbenti, gibrid material, bo‘yoqlar, yupqa qatlamli xromatografiya.

Abstract. The adsorbent was synthesized in situ via the sol–gel process based on silk fibroin and silica by introducing silk fibroin into the hydrolytic polycondensation of tetraethoxysilane (TEOS). In the conducted studies, solutions of fibroin and TEOS in formic acid with NH_4OH as a catalyst, in various ratios, at temperatures ranging from 50 to 80 °C, and under different stirring rates, allowed the sol–gel process to proceed within a few minutes. The morphology of the resulting silk fibroin–silica-based adsorbent was characterized by microspherical particles with sizes of 10–30 µm, pore size distribution around 29 nm, and a specific surface area of 318 m^2/g. Elemental analysis confirmed that the adsorbent contained both fibroin and silicon dioxide. Furthermore, its potential application as a stationary phase in high-performance thin-layer chromatography (HPTLC) for the chromatographic separation of dyes was investigated.

Keywords:biopolymer, tetraethoxysilane, fibroin, sol–gel process, nanohybrid, fibroin/silica adsorbent, hybrid material, dyes, thin-layer chromatography.

Аннотация. Адсорбент был синтезирован с помощью золь-гелевого процесса in situ на основе Шелкового фиброина и кремнезема. Для этого Шелковый фиброин был включен в процесс гидролитической поликонденсации тетраэтоксицилана (TEOS).ннотация. Адсорбент был синтезирован с помощью золь-гелевого процесса in situ на основе Шелкового фиброина и кремнезема. Для этого Шелковый фиброин был включен в процесс гидролитической поликонденсации тетраэтоксицилана (TEOS). В проведенных исследованиях растворы фиброина и TEOCA в различных пропорциях изучались в присутствии муравьиной кислоты (муравьиная кислота) и катализатора NH alloh, в диапазоне температур 50-80 °C и с разной скоростью перемешивания. В этих условиях процесс золь-геля происходил в течение нескольких минут.Полученная морфология адсорбента на основе фиброина и кремнезема характеризовалась сферическими частицами размером 10-30 мкм, размером пор около 29 Нм и площадью поверхности 318 м2/г. Анализ элементного состава адсорбента подтвердил наличие в его составе фиброина и оксида кремния(IV). этих условиях процесс золь-геля происходил в течение нескольких минут.Полученная морфология адсорбента на основе фиброина и кремнезема характеризовалась сферическими частицами размер

Ключевые слова: биополимер, тетраэтоксисилан, фиброин, золь-гель процесс, наногибрид, фиброин/кремнеземный адсорбент, гибридный материал, красителей, тонкослойная хроматография.

Kirish.

So‘nggi yillarda tabiiy biopolimerlar va noorganik materiallar asosida zol-gel jarayoni yordamida barqaror gibrid materiallar yaratishda sezilarli yutuqlarga erishildi [1]. Ko‘p komponentli materiallar, biopolimerlar sinfiga mansub oqsillar va noorganik moddalar asosidagi gibrid materiallar olish bo‘yicha tadqiqotlar sorbsiya texnologiyalari, biomeditsina, elektronika va ekologiya kabi turli sohalarda innovatsion yechimlar yaratish imkoniyatlarini ochmoqda [2].

Murakkab aralashmalarni, jumladan turli sohalarda ishlatiladigan bo‘yoqlarni ajratish va tahlil qilish usuli sifatida yupqa qatlamli xromatografiya (YQX) qo‘llanilishi sezilarli darajada o‘sib bormoqda. Metiloranj, Rodamin-J, Sudan-I va Sudan-IV kabi bo‘yoqlarni aniqlash va miqdoriy baholash uchun samarali, sezgir va spesifik usullarning yo‘qligi ushbu sohada qo‘shimcha tadqiqotlar zarurligini ta’kidlaydi. Standart adsorbentlarga asoslangan mavjud texnologiyalar ko‘pincha past barqarorlik, yuqori narx va ba’zi tahlil sharoitlarida samaradorlikning kamligi bilan bog‘liq muammolarga duch keladi. Bu turli namunalarni tahlil qilishda noaniqliklarni yuzaga keltiradi va zamonaviy sorbsiya

ISSN 3030-3907

texnologiyalari va analitik kimyo talablariga javob bera oladigan yangi adsorbentlarni ishlab chiqishni talab qiladi.

Hozirgi vaqtda polimer-noorganik va gibrid materiallar kabi nanomateriallarni sintez qilishning mavjud usullari noyob xususiyatlarga ega yangi avlod nanogibrid adsorbentlarni olish imkonini beradi. Bunda e'tibor biopolimerlar va kremnezem asosidagi gibrid materiallarga qaratilgan, ular mexanik xususiyatlar, biomoslashuvchanlik va funksional salohiyatning noyob uyg'unligi sababli olimlarning diqqatini jalb qilmoqda [3].

Nanogibrid adsorbentlarni sintez qilishda biopolimerlarni tanlash ularning xususiyatlari va funksionalligini ta'minlashda muhim rol o'ynaydi. Xitozan [4], alginatlar [5] va tolali oqsillar [6] kabi biopolimerlar zol-gel jarayonining natijalariga sezilarli ta'sir ko'rsatishi mumkin bo'lgan noyob xususiyatlarga ega. Ushbu polimerlar nafaqat zarur mexanik mustahkamlik va barqarorlikni ta'minlaydi, balki xromatografiya uchun muhim bo'lgan maxsus adsorbsion xususiyatlarga ega mikrostrukturani yaratishga yordam beradi. Kremniy tarkibli komponentlar bilan gibridlashtirish yuzani va reaksion faollikni oshirishi mumkin, bu esa maqsadli molekulalar bilan o'zaro ta'sirni yaxshilaydi. Shu bilan birga, ma'lum bir biopolimerni tanlashda uning kremnezem matritsalari bilan kimyoviy mosligi va zol-gel jarayon sharoitlarini uning muhitiga ta'siri hisobga olinishi lozim.

Biopolimerlar orasida Bombyx mori tut ipak qurtining pillalaridan olingan ipak fibroini, mexanik va biokimyoviy xususiyatlari, xususan biomoslashuvchanlik hamda biologik parchalanish qobiliyati sababli tadqiqotchilarning e'tiborini jalb qilgan. Zol-gel texnologiyasi yordamida sintez qilingan biopolimer/kremnezem adsorbentlaridan foydalanish xromatografik ajratish uchun samarali materiallarni ishlab chiqishda yangi imkoniyatlarni ochadi.

Shu asosda, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi fibroin/kremnezem nanogibrid adsorbentlarni olish usulini ishlab chiqish va ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yupqa qatlamli xromatografiyada qo'llash uchun baholashdir.

Tadqiqot obyekti va metodlari. Tadqiqotda ishlatilgan kimyoviy moddalar: chumoli kislota, tetraetoksisilan (TEOS), litiy bromid, 25%-li ammoniy gidroksidi eritmasi, izopropil spirt, n-geksan, xlorid kislota, natriy karbonat, natriy gidroksid, metilorange, Rodamin-J, Sudan-I, Sudan-IV va distillangan suv. Barcha reagentlar Sigma-Aldrich kompaniyasidan olingan va qo'shimcha tozalashsiz ishlatilgan. Mikrosferik silikagel (MS) [7] ishida tavsiflangan metodika asosida tayyorlangan. Tozalangan ipak fibroini Bombyx mori tut ipak qurtining pillalaridan, O'zbekiston pillachilari tomonidan yetishtirilgan, degummatsiya, litiy bromid eritmasida fibroin dializi va fibroin eritmasini liofilizatsiya qilish jarayonlari yordamida olingan.

ISSN 3030-3907

Nanogibrid mikrosferik fibroin/kremnezem adsorbenti avvalgi ishimizda [8] tavsiflangan metodika bo‘yicha olingan. Fibroin:TEOS nisbati 0,02:1 va 0,03:1 bo‘lgan namunalar mos ravishda AFK2 va AFK3 deb nomlangan.

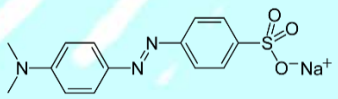
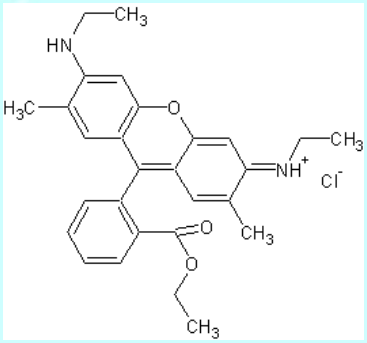
Sintez qilingan biopolimer/kremnezem adsorbenti skanerlash elektron mikroskopi (SEM-EDS) Jeol JSM-IT200LA (Yaponiya) yordamida va energodispersiv tahlil ilovasi qo‘llanilgan holda xususiyatlari aniqlangan.

Fibroin/kremnezem nanogibrid namunalarining strukturaviy xususiyatlari 77 K haroratda azotning past haroratli adsorbsiyasi usuli yordamida Quantachrome Nova 1000e statik adsorbsion qurilmasida o‘lchandi.

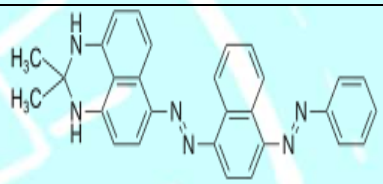
Fibroin/kremnezem adsorbenti yordamida yupqa qatlamli xromatografiya 10×10 sm o‘lchamli shisha plastinka ustida amalga oshirilgan. Tadqiqotda 38,5%-li etanol eritmalari va bo‘yoqlar (metiloranj, Rodamin-J, Sudan-I va Sudan-IV) ishlatilgan bo‘lib, ularning tuzilish formulalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval.

Foydalanilgan bo‘yoqlarning tuzilish formulalari

Modda nomi	Bo‘yoqning tuzilishi
Metiloranj	
Rodamin-J	
Sudan -I	
Sudan-IV	

ISSN 3030-3907

Fibroin/kremnezem nanogibrid adsorbentlarida rang moddalarni ajratish uchun ishlatilgan eluent n-geksan va izopropanol aralashmasidan iborat bo‘lib, u 1:1 nisbatda tayyorlangan. Ranglarning aniqlanishi va vizual kuzatilishi uchun yod bug‘laridan ochiltiruvchi vosita sifatida foydalanilgan.

Natijalar va muhokama. Oldingi ishimizda [8] jarayonning harorati, pH ko‘rsatkichlari, boshlang‘ich reagentlar nisbati hamda reaksiya vaqti oxirgi mahsulotning morfologiyasi va g‘ovakliligiga ta’siri o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, haroratning oshishi polimerlanish jarayonining to‘liq rivojlanishini rag‘batlantiradi, bu esa materialning adsorbsion xususiyatlarini yaxshilaydi. Shuningdek, muhit pH qiymatidagi o‘zgarishlar matritsadagi mikrozarralar taqsimotiga ta’sir ko‘rsatib, adsorbentning yakuniy shakli va xususiyatlariga ta’sir qiladi.

Zol-gel jarayoniga asoslangan fibroin/kremnezem adsorbentlarini olish sharoitlarini diqqat bilan nazorat qilish natijasida planar xromatografiya uchun maqsadli materialni tayyorlashning optimal sharoitlari aniqlangan. Biz mikrosferik fibroin/kremnezem adsorbentini sintez qilish uchun optimal sharoitlar quyidagilar ekanligini aniqladik: fibroin-TEOS nisbati 0,03:1, katalizator hajmi 2,3 ml, harorat 60 °C va aralashtirish tezligi 1800 aylanma/min.

Zol-gel sintezi sharoitlari materiallarning fizik-kimyoviy xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Olingan mikrosferik nanogibrid biopolimer/kremnezem adsorbentlari (AFK2 va AFK3) fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘rganilib, ularni turli rang moddalarning yupqa qatlam xromatografiyada ajratilishi uchun statsionar faza sifatida ishlatdik.

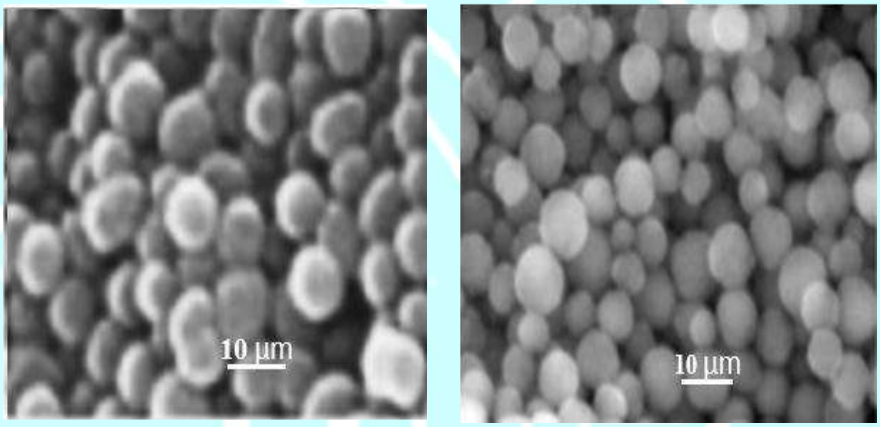
2-Jadval.

Mikrosferik silikagel va fibroin/kremnezem adsorbent namunalarining struktura xususiyatlari

Strukturaviy xususiyatlar	Namunalar		
	MS	AFK2	AFK3
Solishtirma sirt yuza S, m^2/g	287	297,238	318,348
Umumiy hajm W_0, sm^3/g	0,24	1,018	1,032
G‘ovak radiusi, nm	17	28,07	29,74

1-rasmda olingan AFK2 va AFK3 namunalarining SEM natijalari keltirilgan. Rasmlardan ko‘rinib turibdiki, olingan adsorbentlar sharsimon shaklga ega.

ISSN 3030-3907



(a) **(b)**

Rasm 1. Sintez qilingan AFK2(a) va AFK3(b) namunalarning SEM-tasviri.

Zarrachalar diametri 5 dan 30 mkm gacha bo‘lgan sferik morfologiya kuzatildi. Fibroin–TEOS nisbati mos ravishda 0,02:1 va 0,03:1 bo‘lgan holda sintez qilingan fibroin/kremnezem sorbent namunalarining element tarkibi 3-jadvalda keltirilgan. Element tahlili natijalari namunalar tarkibida fibroinning mavjudligini (C va N elementlarining aniqlanishi orqali), shuningdek kremnezemning mavjudligini (Si elementining aniqlanishi orqali) tasdiqladi.

3-Jadval.

Olingan AFK2 va AFK3 namunalarining element analizi

Namuna	Element analiz			
	C wt%	N wt%	O wt%	Si wt%
AKF2	10.06±0.06	2.14±0.09	51.36±0.09	36.44±0.06
AKF 3	26.29±0.05	3.04±0.09	48.93±0.06	24.78±0.03

Bo‘yoqlarni ajratish jarayonida biz nanogibrid fibroin/kremnezem adsorbentlaridan foydalandik va taqqoslash maqsadida mikrosferik silikagelni ishlatdik. Ushbu stasionar fazalarning zarra hajmi 10±1 µm bo‘lgani sababli, ularni qo‘llagan yupqa qatlamli xromatografiya yuqori samarali hisoblanadi. Olingan natijalar Rf qiymatlari shaklida 4-jadvalda keltirilgan.

Quyidagi bo‘yoqlarni ajratish imkoniyatlari o‘rganib chiqildi: metiloranj, Rodamin-J, Sudan-I va Sudan-IV. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, fibroin/kremnezem gibrid adsorbentlar yordamida bo‘yoqlarni yupqa qatlamli xromatografiya orqali samarali ajratish mumkin. Jadvalda bo‘yoq aralashmalarining stasionar fazadagi Rf koeffitsientlari, fibroin:TƏOS (F:T) nisbatlari bo‘yicha keltirilgan.

Olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, Rf qiymatlari bilan baholaganda bo‘yoqlarni ajratish samaradorligi fibroin miqdori oshgan sari ortadi. Eng yuqori ajratish samaradorligi fibroin:TƏOS 0,03:1 nisbatida kuzatildi, bu esa boshlang‘ich reagentlar tanlangan nisbatining optimal ekanligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

4-Jadval

O‘rganilayotgan sorbentlarda bo‘yoq moddalarining Rf taqsimlanish koeffitsientlari

Adsorbent	R_f*			
	Metiloranj	Rodamin-J	Sudan-I	Sudan-IV
Mikrosferik silikagel	0,80	0,39	0,61	0,54
AFK2	0,72	0,24	0,44	0,28
AFK3	0,73	0,31	0,55	0,33

* Ajratuvchi eritma (eluent): n-geksan va izopropil spirti aralashmasi (1:1 nisbatda)

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, fibroin/kremnezem adsorbentlari (AFK2 va AFK3) selektivlik bo‘yicha silikageldan (MS) ustun ekan. Yupqa qatlamli xromatografiya usulida olingan Rf qiymatlarini sifat jihatdan taqqoslash esa shuni bildiradiki, eng samarali bo‘yoq ajratish nanogibrid fibroin/kremnezem adsorbenti (AFK3)da amalga oshadi, chunki yupqa qatlamli xromatografiyada o‘rganilayotgan bo‘yoqlarni aniq identifikatsiya qilish mumkin.

Olingan natijalar asosida xulosa qilinsa, nanogibrid fibroin/kremnezem adsorbentlari silikagel bilan solishtirganda bo‘yoqlarni yupqa qatlamli xromatografiya usulida ajratish uchun ko‘proq samarali stasionar faza hisoblanadi, bunda harakatlanuvchi faza sifatida n-geksan–izopropanol aralashmasi (1:1 hajmiy nisbatda) ishlatiladi. Bu yuqori samaradorlikning sababi, fibroin/kremnezem adsorbentining strukturasi ichida mavjud silanol guruhi bilan birga NH_2-, OH- va COOH- kabi peptid zanjirlarining yon guruhlari ham xromatografik jarayonga ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu guruhlar sintez qilingan fibroin/kremnezem adsorbentlariga turli organik bo‘yoqlarni ajratish uchun faol markazlar sifatida xizmat qilish imkonini beradi.

Xulosa

Shunday qilib, in situ zol-gel usuli orqali bir bosqichda ipak fubroini va tetraetoksisilan asosida mezog‘ovakli fibroin/kremniy oksidi adsorbenti sintez qilindi hamda ularning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganildi. Aniqlanishicha, fibroin/kremnizom adsorbentini sintez qilish jarayonidagi zoll-gelning o‘tish bosqichi bir necha daqiqa ichida amalga oshadi, maqsadli mahsulotning eng yuqori chiqishi esa fibroin:TƏOS = 0,03:1 nisbatida kuzatiladi.

Optimal sharoitlarda olingan mikrosferik fibroin/kremnezem adsorbentining strukturaviy tahlili shuni ko‘rsatdiki, 29 nm g‘ovak o‘lchamiga va 318 m^2/g solishtirma yuzaga ega adsorbent mezog‘ovakli materiallar toifasiga kiradi va uni yupqa qatlamli xromatografiya (YQX) uchun adsorbent sifatida qo‘llash mumkin.

ISSN 3030-3907

SEM usuli yordamida o‘tkazilgan tahlillar natijasida olingan adsorbent namunalari mikrosfera shaklidagi morfologiyaga ega ekani aniqlandi. Elementar tarkib tahlili esa gibrid material tarkibida fibroin va kremnezemning mavjudligini tasdiqlaydi. Sintez qilingan mikrosferik fibroin/kremnezem adsorbenti bo‘yoq moddalarini samarali ajratish uchun yupqa qatlamli xromatografiyada mos adsorbent sifatida ishlatilishi mumkin.

Ish O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligining moliyaviy ko‘magida bajarildi (loyiha FZ-2020093090).

ADABIYOTLAR

1. Prerna D., Ramanand J. Comparative study of physical and thermal properties of Chitosan – Silica hybrid coatings prepared by sol-gel method. Pelagia Reseach Library, Der Chemica Sinica. 2012;3(3), P.589-601.

2. Zou H., Wu S., Shen J. Polymer/silica nanocomposites, preparation, characterization, properties, and applications. Chem. Rev. 2008;108(9), P.3893-3957.

3. Nassar, E.J.; Ciuffi, K.J.; Calefi, P.S.; Rocha, L.A.; De Faria, E.H.; Silva, M.L.; Fernandes, C.N. Biomaterials and sol–gel process: A methodology for the preparation of functional materials. In Biomaterials Science and Engineering; IntechOpen: London, UK, 2011.

4. Shchipunov, Y.A.; Karpenko, T.Y.Y.; Krekoten, A.V. Hybrid organic–inorganic nanocomposites fabricated with a novel biocompatible precursor using sol-gel processing. Compos. Interfaces 2005, 11, P.587–607.

5. Jyun-De Liang, Lu-Kuan Tsai, Shaowei Chai, Yao Zhao, Yuan-Ching Chiang, Yanjun Dai, Sih-Li Chen. Experimental investigation and analysis of alumina/polymer/alginate composite desiccant materials. Energy 2023, 280, P. 128154.

6. Yuan Gao, Miaowen Jiang, Xunming Ji. Preparation and characterization of silk fibroin/silica thermal insulation coatings on catheters. Surface Innovations 2023, 11, (1-3), P.155-168.

7. Б.Д. Кабулов, Т.А. Грабовская, С.В. Залялиева. Микросферический силикагель для высокоэффективной жидкостной хроматографии. Журнал Физической Химии. – 1993. - том 67 - №10. - С.2070-2072.

8. Шакарова Д.Ш., Бегимкулова Ч.К., Перри С.С. Золь-гель синтез фиброин/кремнеземного наногибридного адсорбента и его характеристика// Композиционные материалы 2024 №4, С. 104-107.

ISSN 3030-3907

PRODUCTION OF PHOSPHORUS-HUMUS FERTILIZERS BASED ON THE PROCESSING OF PHOSPHATE RAW MATERIALS WITH SULFURIC ACID AND OXIDIZED MEAL

Orakbaev Azamat
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
E-mail: a_orakbayev@mail.ru
Usanbaev Najimuddin
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Alimov Umarbek
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Namazov Shafaat
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Ataew Hallymyrat
Institute of Chemistry, Academy of Sciences of Turkmenistan
Ogulnur Jumaewa
Institute of Chemistry, Academy of Sciences of Turkmenistan

Annotatsiya. Maqolada fosforli xomashyolarni monokalsiyfosfat hosil bo‘lishi uchun stexiometrik 40-80% me’yorida 92% konsentratsiyali sulfat kislotasi bilan parchalash va kislotali fosforit massasiga qizilmiya shrotini sirka kislotasi ishtirokida vodorod peroksid bilan oksidlash (massa nisbatida: xomashyosining organik qismiga: H_2O_2: CH_3COOH = 100: 10: 1) natijasida olingan oksidlangan qizilmiya shroti massasini qo‘shish orqali donador fosfor-gumusli o‘g‘itlar olish jarayonlarini o‘rganish, Fosfor-gumusli o‘g‘itlar olishning maqbul sharoitlarini aniqlash natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: shrot, vodorod peroksid, fosforit, ekstraktiv moddalar, sulfat kislota, oksidlanish, gumin kislotalar, fosfor, azot, kalsiy, oltingugurt.

Аннотация. В статье представлены результаты изучения процессов получения гранулированных фосфорно-гумусовых удобрений путем разложения фосфорсодержащего сырья серной кислотой с концентрацией 92% при норме 40-80% стехиометрии для образования монокальцийфосфата и окисления солодкового шрота перекисью водорода в присутствии уксусной кислоты (в массовом соотношении: к органической части сырья: H_2O_2: CH_3COOH = 100: 10: 1) путем добавления массы окисленного солодкового шрота к кислой суперфосфатной массе, а также определения оптимальных условий получения фосфорно-гумусовых удобрений.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: шрот, пероксид водорода, фосфорит, экстрактивные вещества, серная кислота, окисление, гуминовые кислоты, фосфор, азот, кальций, сера.

Abstract: The article presents the results of studying the processes of obtaining granulated phosphorus-humus fertilizers by decomposing phosphorus-containing raw materials with sulfuric acid with a concentration of 92% at a stechometric norm of 40-80% to form monocalcium phosphate and oxidizing licorice meal with hydrogen peroxide in the presence of acetic acid (in a mass ratio: to the organic part of the raw material: H_2O_2: CH_3COOH = 100: 10: 1) by adding the mass of oxidized licorice meal to the acid superphosphate mass, as well as determining the optimal conditions for obtaining phosphorus-humus fertilizers.

Keywords: meal, hydrogen peroxide, phosphorite, extractive substances, sulfuric acid, oxidation,humic acids, phosphorus, nitrogen, calcium, sulfur.

Introduction.

World experience in the sustainable development of agriculture and agrochemical tests have shown that the application of organic and organomineral fertilizers is the main factor in preserving soil fertility, increasing the beneficial effects of mineral fertilizers, and obtaining high and quality yields of agricultural crops. Therefore, obtaining and applying organic and organomineral fertilizers based on organic plant resources, phosphate raw materials, and agricultural ores containing all the nutrients necessary for the normal growth and development of plants is a criterion for increasing agricultural productivity. In this regard, the development and implementation of a technology for obtaining organic and organomineral fertilizers based on plant-based organic resources, phosphate raw materials, and agricultural ores is of great importance.

In global agricultural practice, soil fertility is typically assessed based on three main types of indicators: agrophysical, biological, and agrochemical. These soil fertility indicators are closely interrelated. Agrophysical indicators of soil fertility include structure, fractional and mineralogical composition, porosity, air and moisture capacity, and water permeability. The agrophysical indicators of soil usually remain stable for long periods, and when they do change, restoration is extremely difficult. The agrochemical indicators of soil fertility include the content of nitrogen, phosphorus, potassium, and other macro- and microelements, as well as their availability to plants. These agrochemical indicators determine the supply of essential nutrients for plant growth and development. The biological indicator of soil fertility is determined by the quantity, composition, and properties of organic matter, as well as its biological activity and phytosanitary condition. It should be noted that in most cases, the primary indicator of soil fertility is the amount of organic matter and its qualitative state. This is because organic

ISSN 3030-3907

substances have the strongest influence on the most crucial soil properties: agrophysical, biological, and agrochemical states. The reserves of organic or humic substances in the soil are the main indicator of soil fertility. Soil organic matter accumulates carbon, nitrogen, potassium, phosphorus, and other macro- and microelements, ensures the formation of optimal conditions for plant development in the soil, and mitigates the effects of toxic substances [1].

Plant residues in soil undergo humification and mineralization under the influence of microflora, simultaneously releasing nutrients. The increase in humus content in the upper soil horizon is related to the nature of input, distribution, and decomposition of plant residues. The role of crops in humus accumulation in soils is determined by their yield and crop rotation structure. The annual approximate replenishment of soil carbon after plant residue humification ranges from 0.71 to 1.34 t/ha. Plant residues contain a large amount of nutrients available to cultivated plants. The quantity of nitrogen, phosphorus, and potassium entering the soil depends on the type of crop rotation, crop yield, and the level of mineral and organic fertilizer application. Plant residues contribute 27.2-49.0 kg/ha of nitrogen, 13.6-24.5 kg/ha of phosphorus, and 27.2-49.0 kg/ha of potassium to the soil. On average, 90.9 kg/ha of nitrogen, phosphorus, and potassium combined are returned to the soil with agricultural crop residues [2].

In the work [3], it was shown that the application of organomineral fertilizers was positive both for the total weight of the bunch and for the elements of the crop structure. The highest grain, straw, and bunch yields were obtained in the variant with a manure-lignin mixture at a rate of 60 t/ha - 20.04%; 23.60 and 43.89 g/vessel, respectively, which is 65%-79% higher than in the control group. Relative grain yields of oats were obtained when applying semi-rotted manure at a rate of 60 and 80 t/ha and manure-lignin mixture at a rate of 40 t/ha - from 44 to 46 g/container. The action of the manure-lignin mixture at a rate of 80 t/ha and the lignin-melt mixture at a rate of 40 t/ha showed a tendency towards a decrease in the grain of oats, while the mass of straw and hay increased by 58 and 28%; 32% and 62% respectively.

The use of humic substances (HS) in combination with mineral fertilizers improves the agrochemical properties of soils and maintains their fertility. Humic acids form organomineral complex particles with soil mineral particles, capable of absorbing moisture and dissolved substances. HS bind the mineral particles of the soil and contribute to the formation of a water-resistant loose crumb-granular structure, enhancing the moisture-absorbing and agrochemical properties of soils. The nutrients present in such soils are not chemically bound to soil minerals, are not washed away by water, and remain in a form accessible to plants [4].

ISSN 3030-3907

In work 5, the possibility of obtaining phosphorus-containing bicomposite fertilizers with increased resistance to water washing by impregnating porous substrates made of birch bark and bark with a K_2HPO_4 aqueous solution was shown. The conditions for obtaining bicomposite fertilizers with the highest resistance to phosphate leaching were determined: isothermal holding of the impregnated samples at 100°C for 2 hours; drying at 200°C and subsequent treatment with a 0.1 N HNO_3 solution. From fertilizers obtained under these conditions and containing 3.5-4 wt.% phosphorus, about 35% of phosphates are washed away by water within 72 hours, which ensures the effect of their prolonged action. It has been shown that to obtain fertilizers with high resistance to phosphate leaching, the amount of phosphorus applied to the substrate should not exceed 4.0 wt.%. It has been established that biocomposite fertilizers based on lump and bark substrates surpass industrial granulated fertilizers in their resistance to phosphate leaching.

The problem of phosphorus in agriculture has been of interest since the formation of agrochemistry as a science. This is due to the following factors. Firstly, the total content of this element in the vast majority of soils is lower than in other nutrient elements. Secondly, due to the element's chemical nature, along with its low content, it is characterized by very low mobility in the soil, i.e., poor availability for plants. Thirdly, the reserves of phosphate raw materials for fertilizer production are very limited, and some of them are practically unsuitable for industrial processing, for obtaining water-soluble phosphorus fertilizers. To maintain food production for the growing population of the planet, it is necessary to combine phosphorus management approaches not only to extend the service life of the remaining non-renewable phosphate reserves, but also to improve the efficiency and sustainable phosphorus cycle. Solutions include improving the efficiency of fertilizer application to agricultural lands along with better understanding of phosphorus cycling in soil-plant systems and the interaction between soil physics, chemistry, and biology in conjunction with plant characteristics [6].

The initial raw materials for the production of phosphorus fertilizers and other phosphorus-containing products are natural mineral phosphate ores - apatites and phosphorites. Phosphate ores differ in their physical and chemical properties depending on their mineralogical composition, structure, and impurity content. Phosphate ore reserves are mainly represented by phosphorites, the amount of apatite does not exceed 6% of reliable reserves, and its share is about 15%. The useful mineral in both types of raw materials is calcium fluorapatite, the composition of which corresponds to the formula $Ca_5(PO_4)_3F$. The most common in nature are calcium fluorapatite $3Ca_3(PO_4)_2CaF_2$ and hydroxyapatite

ISSN 3030-3907

$3Ca_3(PO_4)2\cdot Ca(OH)_2$. The richest industrial apatite-nepheline ore deposit in terms of concentration and reserves is located in the Kola Peninsula [7,8].

The identified phosphate ore reserves are accounted for in more than 76 countries and are estimated at 70587.4 million tons of P_2O_5, including 65328.4 million tons of phosphorite and 5259 million tons of apatite ores. In ten countries (Morocco, USA, China, Russia, Mexico, Kazakhstan, Peru, South Africa, Western Sahara, and Tunisia), 61015.4 million tons of P_2O_5 are concentrated, representing 87% of global reserves. Significant reserves of phosphate rocks have been identified at the bottom of seas and oceans, mainly on shelves [9].

Phosphorite deposits are found in many regions of Uzbekistan. A promising deposit for industrial development is the Central Kyzylkum region. To date, four phosphorite deposits have been identified: Jeroy-Sardarinsky, Jetymtau, Tashkurinsky, and Karakatinsky. Of these, the most studied is the Jeroy-Sardara deposit, where three areas have been explored: Jeroy Yuzhny, Kurukkuduk, and Tashkura, with total reserves estimated at 384,413 thousand tons of ore or 739,916 thousand tons of P_2O_5 [10,11].

The demand for phosphorus fertilizers in the agriculture of the Republic of Uzbekistan averages 660 thousand tons of 100% P_2O_5 per year. However, chemical enterprises produce only 150-160 thousand tons of 100% P_2O_5 per year, which is about 23% of the total demand. This means that the amount of phosphorus fertilizer applied to the soil in terms of P_2O_5 is 4.3 times less than the annual requirement. The main reason for this situation is the shortage of high-quality phosphate raw materials.

The limited production of phosphorite concentrate in the Central Kyzylkum and the lack of significant prospects for its growth necessitate, under the current conditions of soil phosphorus depletion, the search for alternative sources of mineral raw materials for phosphorus fertilizer production and increasing its efficiency.

Currently, the most common phosphorus-containing fertilizer worldwide is simple superphosphate. This is mainly water-soluble calcium monophosphate $Ca(H_2PO_4)_2$. It is obtained by decomposing phosphate raw materials with sulfuric acid. When applied to neutral, bases-saturated soils, it relatively quickly transforms into $CaHPO_4$ and $Ca_3(PO_4)_2$.

$$Ca(H_2PO_4)_2+Ca(HCO_3)_2 = 2CaHPO_4\times 2H_2O+2CO_2$$

$$Ca(H_2PO_4)_2+2Ca(HCO_3)_2 = Ca_3(PO_4)_2 +4H2O + 4CO_2Ca(H_2PO_4)_2$$

In such conditions, hydroxyapatite or fluorapatite, not assimilated by plants, may appear in the soils. In acidic soils rich in one and a half oxides, poorly soluble, difficult-to-absorb phosphorus compounds can form. For this reason, phosphate consumption generally does not exceed 25%. Consequently, the consumption of

ISSN 3030-3907

water-soluble phosphate fertilizers is much higher than the actual required amount of phosphorus [12; pp. 2260-265, 13; pp. 85-94].

The works [14-17] detail the significance and mechanism of action of organomineral fertilizers when used in agricultural production. The humic substances contained in fertilizers contribute to the better assimilation of essential nutrients by plants. They prevent the retrogradation of digestible phosphates, contain microelements, physiological and growth-active substances, form a loose structure, create favorable conditions for the life of microorganisms, stimulate the growth and development of plants.

Raw material sources for obtaining organic or organomineral fertilizers are manure, peat, lignin, sapropel, brown coals, and other organic substances of plant origin.

Licorice meal can serve as a good raw material for obtaining humic fertilizers. It should be noted that in Uzbekistan, more than thirty enterprises and companies of various forms of ownership are engaged in the procurement and processing of licorice root in various regions. It grows in the northwestern part of Uzbekistan - Khorezm, Bukhara regions, as well as in the Republic of Karakalpakstan [18].

Licorice is a herbaceous plant belonging to the legume family. Licorice leaves are used for medicinal infusions and decoctions, in addition, licorice hay is rich in proteins and is a good fodder for livestock, but the main medicinal properties are possessed by the plant's root. The chemical composition of the root includes malic, citric, and succinic acids, beta-carotene, a large number of vitamins, as well as mineral substances necessary for the human body: potassium, calcium, iron, phosphorus, magnesium, and others. The main biologically active substances of licorice root are triterpenoid compounds, mainly glycyrrhizic acid and flavonoids, the content of which is up to 25%. It should be noted that after processing the licorice root, i.e., after the extraction of glycyrrhizic acid and other biologically active substances, a significant amount of meal remains, more than 80% of the initial raw material (over 100 thousand tons per year in Karakalpakstan), which is a production waste, as well as a liquid solution of ammonium sulfate (0.5-1%), about 400 thousand tons, containing a certain amount of physiologically active substances [19-21].

From the above, it can be seen that to date, there is no method for converting the insoluble part of licorice meal into beneficial products such as humic acids, fulvic acids, or humino-like substances necessary for increasing and maintaining soil fertility. It should be noted that such studies have not been conducted on licorice root meal - a waste product of pharmaceutical production of medicines based on licorice root.

ISSN 3030-3907

The purpose of the research is to study the processes of oxidation of licorice meal with hydrogen peroxide in the presence of acetic acid and to process the resulting oxidation product from the decomposition of phosphate raw materials with sulfuric acid into phosphorus-humus fertilizers.

Licorice root meal was used as the initial raw material, which was dried to air-dry state, then ground to a particle size of 0.25 mm. After drying and grinding, an average representative sample of more than 10 kg of meal was formed for analysis and research, from which weighed samples were taken to determine moisture content, ash content, extractive substances with water and alkaline solution. The obtained results of the initial meal analysis are presented in Table 1.

Table 1.

Chemical composition of the initial licorice root meal

Moisture, %	Ash content, %	The content of extractive substances extracted by a 1% NaOH solution, %	Content of extractive substances extracted by water, %	Insoluble organic, %
5.41	4.66	5.87	15.78	68.28

Table 2 presents the results of mass spectrometric analysis (ICP-MS) of licorice meal ash. The table demonstrates that licorice meal contains a wide range of microelements essential for plant growth and development.

Table 2.

Results of mass spectrometric analysis of licorice meal ash

Name and content of elements, in g/t									
Li 59	Be 1,80	B 16	Na 12000	Mg 14000	Al 80000	P 770	K 21000	Ca 65000	Cr 55
Mn 1200	Fe 34000	Co 16	Ni 40	Cu 75	Zn 100	Mo 3,30	Ag 0,490	Ba 440	Ti 3600

Mineralized mass of phosphate raw material and Slime, namely, mineralized mass of phosphate raw material, having the composition,%: P_2O_5 - 15.18_{total}; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 0.72; $P_2O_{5sol.\ for\ Tr\text{-}B}$ - 2.11; CaO_{total} - 45.49; MgO - 1.19; Al_2O_3 - 1.10; Fe_2O_3 - 0.89; F - 2.2; CO_2 - 15.23; SO_3 - 2.82; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ / P_2O_{5total} - 4.77; $P_2O_{5sol.\ for\ Tr\text{-}B}$ / P_2O_{5total} - 13.89 and Phosphate raw material Slag with the composition, %: P_2O_{5total} - 9.74; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 0.58; $P_2O_{5sol.\ for\ Tr\text{-}B}$ - 2.00; CaO_{total}

ISSN 3030-3907

- 42.45; MgO - 0.37; Al_2O_3 - 1.17; Fe_2O_3 - 1.19; F - 1.71; CO_2 - 22.36; SO_3 - 0.10; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ / P_2O_{5total} - 5.89; $P_2O_{5sol.\ by\ Tr\text{-}B}$ / P_2O_{5total} - 20.53.

At the beginning of the work, the oxidation processes of the ground licorice meal to a size less than 0.1 mm were studied by a water solution of hydrogen peroxide in the presence of acetic acid at a mass ratio of the organic part of the licorice meal: H_2O_2: CH_3COOH = 100: (10-20): (0.1: 1) The experiments were carried out in a glass cylindrical reactor equipped with a thermostating jacket and a stirrer. An oxidizer solution was poured into the reactor, the specified temperature was set, the mixer was turned on, and a sample of ground licorice meal was loaded. At the end of the process, the reaction mass was dried to air-dry state and its ash content, moisture content, organic matter, and the yield of extractive substances with a 1% sodium hydroxide solution were determined, and analyses were conducted according to the methods described in the works [22,23].

Under optimal conditions, the oxidation state of the meal was 70.94%. The resulting oxidation product contains 87.78% organic matter, 35.88% humic acids, 26.39% fulvic acid, and 29.06% residual meal. We used this moist, thick mass of oxidized meal as a starting component for processing the decomposition product of phosphate raw materials.

In the next stage of the work, the processes of obtaining phosphorus-humus fertilizers by decomposing the phosphate raw material, the mineralized mass, and the slime of the above composition with sulfuric acid were studied. Sulfuric acid with a concentration of 92% was used to activate the phosphate raw material.

In the first stage of research on the process of obtaining phosphorus-humus fertilizers, phosphate raw materials were decomposed with sulfuric acid to convert the undigested form of P_2O_5 into the raw material into a form readily available to plants. The sulfuric acid norm was taken in amounts of 40, 50, 60, 70, and 80% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate according to the reaction:

$$CaO_{\text{ in phosphorus}} + 2H_2SO_4 \rightarrow Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$$

Treatment of the phosphate raw material with sulfuric acid was carried out for 60 min. After the decomposition of the phosphate raw material with sulfuric acid was completed, oxidized meal was introduced into the mixture. It was taken in weight ratios of phosphorite: meal (organic part of oxidized meal) = 1: (0.20 - 1). Then, the resulting mixture was stirred for 30 minutes and neutralized with 25% aqueous ammonia to a pH of 4-4.5. Drying was carried out at 80°C, and granulation was carried out by the rolling method during the ammonization and drying process. The chemical composition and strength of the fertilizer granules were determined. The strength of 2-3 mm granules was determined using the IPG-1M granule strength gauge, with an average value of 2.1-2.5 MPa. The determination of all

ISSN 3030-3907

forms of P_2O_5 was carried out by the weight method by precipitating the phosphate ion with a magnesium-ammonium phosphate mixture, followed by calcination of the precipitate at 1000-1050 °C according to GOST 20851.2-75. Nitrogen was determined according to GOST 26715-85. SO_3 was determined by precipitation in the form of barium sulfate, and the CaO content was determined by titration with a 0.05 N Trilon B solution in the presence of a fluorescent indicator. The analysis results are presented in Tables 3-4.

Table 3.

Composition of phosphorus-humus fertilizers obtained on the basis of hydrogen peroxide-oxidized meal and phosphate raw materials, mineralized mass

Ratio Phosphorite: Meal	P_2O_5 total, %	P_2O_5 sol. for citric acid, %	P_2O_5 sol. by Tr-B, %	CaO total, %	$\frac{P_2O_{5усв.}}{P_2O_{5общ.}}$, %	SO_3 total, %	N total, %	OS, %	ES, %
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 40%									
1 : 0	13,02	5,15	3,74	37,18	39,56	29,31	0,56	0	0
1 : 0,2	11,35	4,74	3,25	32,34	41,77	25,69	0,81	14,46	10,25
1 : 0,4	9,88	4,37	2,90	28,81	44,28	23,06	0,93	24,93	18,88
1 : 0,6	8,62	3,92	2,42	25,93	45,56	20,27	1,12	32,84	23,80
1 : 0,8	7,91	3,66	1,98	22,79	46,33	18,33	1,31	38,72	27,46
1 : 1,0	7,38	3,41	1,78	20,25	47,18	16,22	1,44	43,51	30,86
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 50%									
1 : 0	12,57	5,57	4,66	35,73	44,31	28,98	1,11	0	0
1 : 0,2	10,98	4,99	4,31	31,32	45,46	25,32	1,28	14,11	9.98
1 : 0,4	9,51	4,42	3,77	27,90	46,52	22,63	1,47	24,43	18,11

ISSN 3030-3907

1 : 0,6	8,33	3,99	3,14	25,06	47,87	19,86	1,67	32,35	23,04
1 : 0,8	7,68	3,72	2,71	22,19	48,55	18,12	1,88	38,12	27,04
1 : 1,0	6,92	3,42	2,21	19,85	49,47	15,78	2,15	42,97	30,48
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 60%									
1 : 0	11,93	5,75	4,84	33,78	48,23	28,37	1,43	0	0
1 : 0,2	10,52	5,16	4,57	30,16	49,07	24,66	1,67	13,76	9,76
1 : 0,4	9,17	4,60	3,93	27,21	50,18	22,21	1,91	23,84	17,13
1 : 0,6	7,98	4,08	3,68	24,16	51,22	19,16	2,15	31,85	22,41
1 : 0,8	7,45	3,90	2,99	21,52	52,35	17,54	2,38	37,66	26,71
1 : 1,0	6,80	3,62	2,56	19,66	53,26	15,22	2,55	42,51	30,16
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 70%									
1 : 0	11,76	5,98	4,97	31,77	50,93	27,87	2,01	0	0
1 : 0,2	10,25	5,35	4,76	29,09	52,21	23,91	2,33	13,42	9,52
1 : 0,4	8,80	4,70	4,23	26,34	53,40	21,32	2,57	23,45	16,45
1 : 0,6	7,76	4,24	3,87	23,29	54,66	18,78	2,78	31,33	21,78
1 : 0,8	6,96	3,88	3,41	21,12	55,82	17,10	3,10	37,11	26,32
1 : 1,0	6,24	3,54	2,92	19,42	56,78	14,83	3,36	42,14	29,89
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 80%									
1 : 0	11,38	6,22	5,26	30,22	54,64	27,11	2,53	0	0
1 : 0,2	9,89	5,53	4,92	28,15	55,96	23,50	2,76	12,98	9,21

ISSN 3030-3907

1 : 0,4	8,50	4,86	4,67	25,47	57,17	20,83	3,13	23,11	15,88
1 : 0,6	7,54	4,48	4,28	22,59	59,45	18,39	3,61	30,89	21,14
1 : 0,8	6,49	3,90	3,85	20,24	60,15	16,78	3,92	36,77	26,08
1 : 1,0	5,76	3,55	3,42	19,20	61,58	14,41	4,30	41,73	29,60

Table 4.

Composition of phosphorus-humus fertilizers obtained on the basis of hydrogen peroxide-oxidized meal and phosphate raw material Slime

Ratio Phosphorite: Meal	P_2O_5 total, %	P_2O_5 sol. for citric acid, %	P_2O_5 sol. by Tr-B, %	CaO total, %	$\frac{P_2O_{5усв.}}{P_2O_{5общ.}}$, %	SO_3 total, %	N total, %	OS, %	ES, %
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 40%									
1 : 0	8,87	3,51	2,66	38,55	39,53	30,75	0,86	0	0
1 : 0,2	7,12	2,99	2,09	30,08	41,96	28,32	1,16	14,81	10,51
1 : 0,4	6,35	2,83	1,92	26,75	44,58	26,54	1,33	25,21	17,88
1 : 0,6	5,61	2,65	1,70	25,36	47,32	22,98	1,62	33,15	23,51
1 : 0,8	5,03	2,45	1.54	23,17	48,76	20,24	1,87	39,06	27,70
1 : 1,0	4,76	2,38	1,31	21,13	50,12	18,40	2,11	43,89	31,13
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 50%									
1 : 0	8,65	4,22	3,12	37,12	48,85	32,14	1,18	0	0
1 : 0,2	6,94	3,50	2,88	29,42	50,43	29,70	1,42	14,53	10,29
1 : 0,4	6,16	3,21	2,57	26,31	52,12	27,86	1,67	24,88	17,64

ISSN 3030-3907

1 : 0,6	5,45	3,03	2,33	24,67	55,67	24,32	1,85	32,75	23,23
1 : 0,8	4,88	2,82	2,18	22,65	57,84	22,23	2,13	38,71	27,46
1 : 1,0	4,32	2,58	1,95	20,56	59,66	20,06	2,31	43,52	30,87
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 60%									
1 : 0	8,42	4,72	3,65	35,67	56,07	33,45	1,41	0	0
1 : 0,2	6,75	3,93	3,44	28,89	58,21	31,11	1,68	14,36	10,18
1 : 0,4	5,97	3,60	3,21	25,94	60,33	29,25	1,96	24,41	17,31
1 : 0,6	5,28	3,35	3,03	24,15	63,51	25,66	2,27	32,06	22,74
1 : 0,8	4,62	3,03	2,88	22,09	65,71	23,57	2,55	38,45	27,27
1 : 1,0	4,05	2,75	2,57	19,93	67,90	21,79	2,87	43,22	30,66
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 70%									
1 : 0	8,26	5,31	4,12	34,11	64,25	34,72	1,89	0	0
1 : 0,2	6,55	4,36	3,85	28,25	66.60	32,45	2,35	14,05	9,96
1 : 0,4	5,83	3,97	3,61	25,43	68,13	30,67	2,66	23,96	17,00
1 : 0,6	5,13	3,66	3,43	23,76	71,47	26,96	2,84	31,61	22,42
1 : 0,8	4,47	3,27	3,20	21,34	73,18	24,83	3,19	38,10	27,03
1 : 1,0	3,91	2,95	3,01	19,41	75,54	22,90	3,57	42,91	30,44
The norm of H_2SO_4 from stoichiometry for the formation of $Ca(H_2PO_4)_2$, 80%									
1 : 0	8,11	5,89	4,65	32,65	72,62	35,86	2,25	0	0
1 : 0,2	6,39	4,75	4,08	27,43	74,43	33,75	2,81	13,68	9,70

ISSN 3030-3907

1 : 0,4	5,75	4,38	3,83	25,05	76,27	31,90	3,36	23,60	16,75
1 : 0,6	5,06	3,97	3,68	23,07	78,51	28,11	3,92	31,20	22,13
1 : 0,8	4,31	3,43	3,43	20,86	79,76	26,18	4,46	37,70	26,74
1 : 1,0	3,76	3,05	3,21	18,80	81,13	24,27	4,93	42,54	30,18

The results for both types of phosphate raw materials are similar. The higher the norm of sulfuric acid and the less phosphate raw material is taken, the lower the P_2O_{5total} content in the product, but the higher the relative content of the assimilable form P_2O_5. As can be seen from Table 4, at a meal: phosphorite ratio of 1:0.2 and a sulfuric acid norm of 40% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate, a phosphorus-humus fertilizer with the composition (wt. %): $P_2O_{5tot.}$ - 11.35; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 4.74; $P_2O_{5sol.\ by\ Trilon\text{-}B}$ - 3.25; organic substances - 14.46; extractive substances - 10.25; nitrogen - 0.81; $CaO_{tot.}$ - 32.34; relative content of $P_2O_{5abc.\ for\ citric\ acid}$ - 41.77. With the same ratio of meal to phosphorite, but with a rate of 80% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate, a fertilizer with a composition (wt. %): P_2O_{5tot}t. - 9.89; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 5.53; $P_2O_{5sol.\ by\ Trilon\text{-}B}$ - 4.92; organic substances - 12.98; extractive substances - 9.21; nitrogen - 2.76; $CaO_{tot.}$ - 28.15; the relative content of P_2O_5 absorbed by citric acid is 55.96.

The table also shows that with an increase in the amount of oxidized meal, the relative content of the assimilable form P_2O_5 increases. For example, at a phosphorite: meal ratio of 1:0 and a sulfuric acid norm of 40% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate, the relative content of the assimilable form of P_2O_5 is 39.56%, at the same sulfuric acid norm for the formation of monocalcium phosphate, but at a phosphorite: meal ratio of 1:1, the relative content of the assimilable form of P_2O_5 is 47.18%.

Similar fertilizers are obtained when processing phosphorus raw materials. (table 5). Thus, when using Slime phosphate raw material at a meal: phosphorite ratio of 1:0.4 and a sulfuric acid norm of 70% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate, a phosphorus-humus fertilizers with a composition (wt. %): $P_2O_{5tot.}$ - 5.83; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 3.97; $P_2O_{5sol.\ by\ Trilon\text{-}B}$ - 3.61; organic substances - 23.96; EA - 17.00; nitrogen - 2.66; CaOtot. - 25.43; relative content of P2O5ass. for citric acid - 68.13. And at an acid norm of 80%, with the same ratio of meal: phosphorite, the fertilizer contains P2O5total. - 5.75; P2O5sol. for citric acid - 4.38; P2O5sol. by trilon B - 3.83; organic substances - 23.60; extractive substances - 16.75; nitrogen - 3.36; CaO_{tot}t. - 25.05; relative content of $P_2O_{5ass.\ for\ citric\ acid}$ - 76.27.

ISSN 3030-3907

Figures 1-4 show the X-ray diffraction patterns of the initial phosphate raw material Mineralized mass and Sludge, as well as phosphorus-humus fertilizers obtained at a phosphorite: meal ratio of 1:0,4 and a sulfuric acid norm of 70% of the stoichiometry for the formation of monocalcium phosphate. X-ray diffraction analysis was performed on an XRD-6100 apparatus with a controlled computer. Phase identification was performed using domestic catalogs and ASTM.

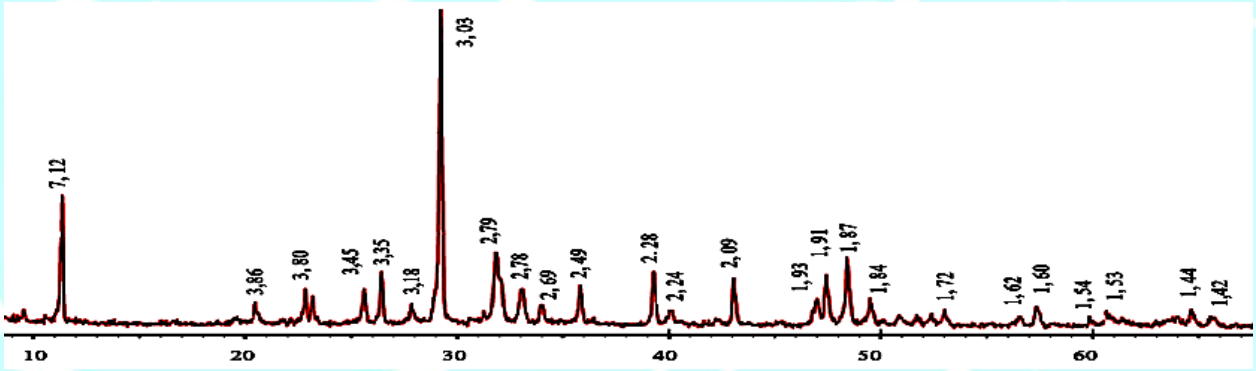


Fig. 1. X-ray diffraction pattern of phosphate raw material of mineralized mass

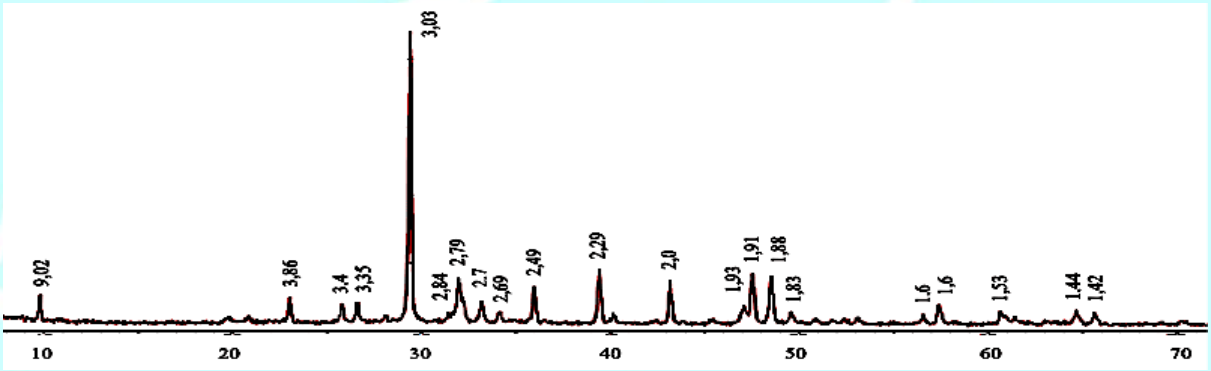


Figure 3 - X-ray diffraction pattern of the sludge phosphorite.

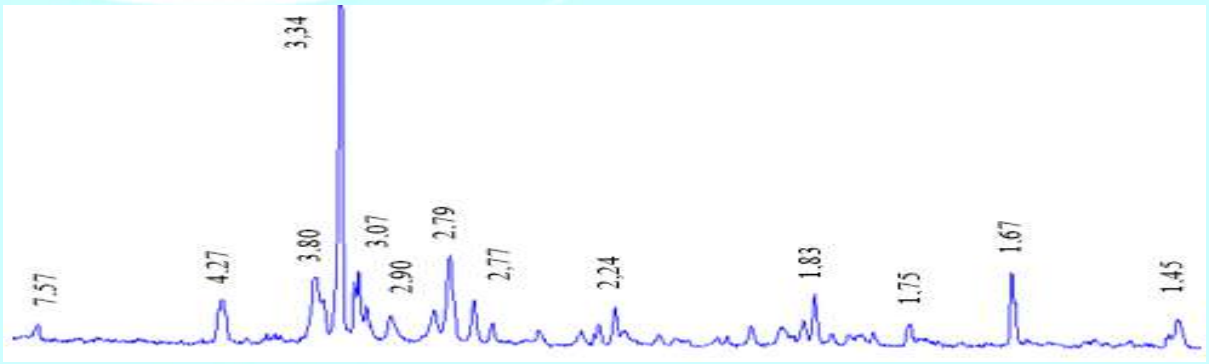


Fig. 3. X-ray diffraction pattern of phosphorus-humus fertilizer obtained on the basis of phosphate raw materials of mineralized mass and oxidized meal

ISSN 3030-3907

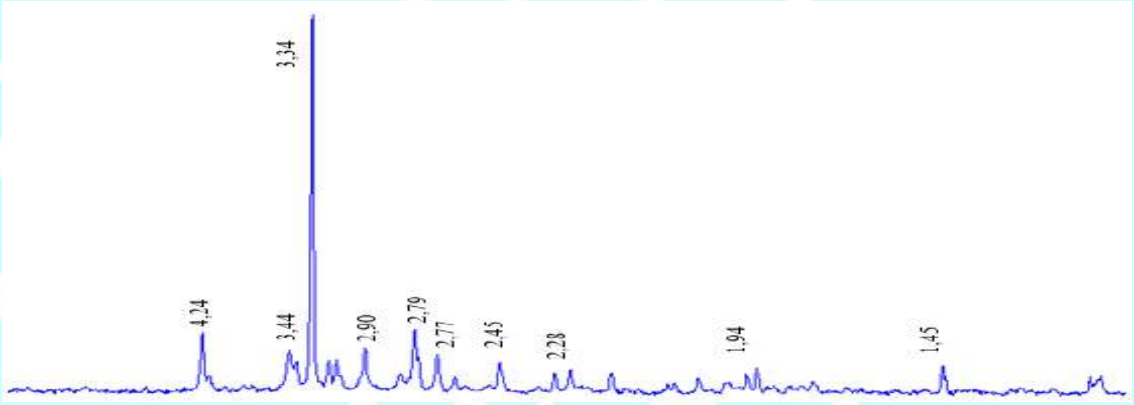


Fig. 3. X-ray diffraction pattern of phosphorus-humus fertilizer obtained on the basis of phosphate raw materials of sludge and oxidized meal

On the X-ray diffraction pattern of the mineralized mass (Fig. 1), the diffraction bands are 1.72; 1.84; 1.93; 2.24; 2.69; 2.78; 2.79; 3.18; 3.45 Å belong to fluorocarbonate apatite. The presence of calcite is confirmed by the interplanar distances of 1.87; 2.28 Å, dolomite -1.42; 1.44; 1.53 Å. The most intensive peaks were 1.91; 2.09; 2.49; 3.35; 3.80 Å indicate the presence of a large amount of silicon oxide. The 1.37 and 1.93 Å bands relate to calcium fluoride, and 2.09; 2.49; 3,03 and 3.35 Å can be attributed to $CaSiO_3$.

On the X-ray diffraction pattern of the sludge (Fig. 2), the diffraction bands are 1.83; 1.93; 2.29; 2.69; 2.77; 2.79; 3.44 Å belong to fluorocarbonate apatite. The presence of calcite is confirmed by the interplanar distances of 1.88; 2.28; 3.05 Å, dolomite -1.42; 1.44; 1.53 Å. The most intensive peaks were 1.83; 1.98; 2.45; 3.35 Å indicate the presence of a large amount of silicon oxide. The 1.37 and 1.93 Å bands relate to calcium fluoride, and 2.45; 3.35 and 3.03 Å can be attributed to $CaSiO_3$.

On the X-ray diffraction pattern of the phosphorus-humus fertilizer (Fig. 3), obtained by decomposing the phosphate raw material into a mineralized mass with sulfuric acid and adding oxidized meal, diffraction maxima are observed: monocalcium phosphate - 3.80; 2.79; 2.90 Å; dicalcium phosphate - 3.50; 2.77; 2,24 Å, tricalcium phosphate 3.44 Å, ammonium sulfate 2.32 Å, gypsum 1.45 Å.

On the X-ray diffraction pattern of the phosphorus-humus fertilizer (Fig. 4), obtained by decomposing the phosphate raw material into a sludge with sulfuric acid and adding oxidized meal, diffraction maxima are observed: monocalcium phosphate - 3.80; 2.79; 2.90 Å; dicalcium phosphate - 3.50; 2.77 Å, tricalcium phosphate 3.44 Å, ammonium sulfate 2.32 Å, gypsum 1.45 Å.

It should be noted that in the production of phosphorus fertilizers, the assimilable form of P_2O_5 decreases due to the retrogradation of phosphorus during ammonization and drying. And the combination of oxidized meal with phosphate raw materials in the production of phosphorus fertilizers leads to a significant increase in the relative content of the assimilable form P_2O_5. Obviously, when

ISSN 3030-3907

oxidized meal is added to the acidic superphosphate mass, organic acids, due to interaction with monocalcium phosphate and other phosphates, prevent the retrogradation process, due to which the assimilable form of phosphorus does not decrease, but, on the contrary, significantly increases during the ammonization of the superphosphate mass.

According to modern agricultural requirements, it is desirable that the relative content of assimilable forms of phosphorus compounds in complex fertilizers be at least 50%. Therefore, for processing the phosphate raw material into a mineralized mass, we consider the optimal sulfuric acid rate to be 70% of the stoichiometric norm for the formation of monocalcium phosphate, and the phosphorite-to-oxidized meal weight ratio to be 1:0.4. Under optimal conditions, fertilizer (wt. %): $P_2O_{5tot.}$ - 8.80; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 4.70; organic substances - 23.45; humic acids - 16.45; nitrogen - 2.57; $CaOt_{otal}$ - 26.34; relative content of $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 53.40; moisture - 5.46; SO_{3total} -21.32, granule strength 2.1 MPa.

For processing the phosphate raw material sludge, we consider the optimal sulfuric acid norm to be 80% of the stoichiometric norm for the formation of monocalcium phosphate, and the phosphorite-to-oxidized meal weight ratio to be 1:0.4. Under optimal conditions, fertilizer (wt.%) $P_2O_{5total.}$ - 5.75; $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 4.38; organic substances - 23.60; humic acids - 16.75; nitrogen - 3.36; CaO_{total} - 25.05; relative content of $P_2O_{5sol.\ for\ citric\ acid}$ - 76.27; moisture - 5.62; SO_{3total} -31.90 with a granule strength of 2.3 MPa.

The optimal technological regime for obtaining phosphorus-humic fertilizer is: grinding of licorice meal to particle size less than 0.25 mm; hydrogen peroxide concentration 10%; weight ratio of the organic part of licorice meal to H_2O_2 and acetic acid 100: 1: 0.1; sulfuric acid rate for decomposition of phosphate raw material Mineralized mass to $Ca(H_2PO_4)$ from stoichiometry 70%; sulfuric acid rate for decomposition of phosphate raw material Sludge to $Ca(H_2PO_4)$ from stoichiometry 80%; weight ratio of the organic part of meal to phosphorite 1: 0.4; oxidation temperature 60°C; oxidation duration 60 min; phosphorite decomposition duration 30 min; pulp neutralization with ammonia to pH 4.5; neutralization duration 20 min; product drying temperature 80-100°C.

Conclusion. Thus, to increase the content of humic substances and organic acids in licorice meal, the process of hydrogen peroxide oxidation in the presence of acetic acid was studied depending on the oxidizer concentration, temperature, and the weight ratio of the organic part of the meal to the anhydrous part of hydrogen peroxide. The content of humic substances and functional groups in the oxidation products of meal was determined, and a technology for obtaining phosphorus-humus fertilizer by adding oxidized meal to the acidic superphosphate mass before ammonization and drying was developed. This, on the one hand,

ISSN 3030-3907

allows for a significant increase in the relative content of assimilable forms of P2O5, and on the other hand, reduces the sulfuric acid norm for the decomposition of phosphate raw materials. When these fertilizers are applied in agriculture, the humus content in the soil will undoubtedly increase, and the soil structure and physical-mechanical properties will significantly improve. By containing all the necessary nutrients for plants, the possibility of obtaining higher and better yields is created, and the nutritional properties of plants and their resistance to diseases are increased.

REFERENCES

1. Bazdyrev G.I., Loshakov V.G., Puponin A.I. Agriculture. Textbook for Universities // M.: Kolos Publishing House, 2000. pp. 43-74.
2. Voloshin E.I., Rudoy N.G. Features of the accumulation of plant residues of field crops in central Siberia // Agronomy. Bulletin of KrasGAU, 2019, №. 2, pp. 3-7.
3. Бадамаева С.Э., Евтушенко С.В. Эффективность применения комплексных органоминеральных удобрений на разных типах почв// Эпоха науки. 2015, № 4, с. 482-486.
4. Титова И.Н. Гуматы и почва. Москва: ИЛКО, 2006. с. 9-10.
5. Веприкова Е.В., Белаш М.Ю., Чесноков Н.В., Кузнецов Б.Н. Получение фосфорных органоминеральных удобрений пролонгированного действия на основе коры осины // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2018 г. (11) № 3. с. 377-389.
6. Веприкова Е.В., Кузнецова С.А., Ченоков Н.В., Кузнецов Б.Н. Получение и свойства фосфорных биокомпозитных удобрений на основе коры березы // Журнал Сибирского федерального университета. Химия. 2015 г. (8) № 3. с. 413-421.
7. Титова В.И., Варламова Л.Д., Дабахова Е.В., Бахарев А.В. Изучение фосфорных удобрений и фосфатного состояния почв // Агрохимический вестник. № 2.,2011. с. 3-6.
8. Водопьянова С.В., Фомина Р.Е., Хацринова О.Ю. Технология простого суперфосфата. Казань КНИТУ, 1972. с. 7-8.
9. Коренькова Д.А. Удобрения их свойства и способы использования // Москва «Колос» 1982. с.70-71.
10. Отабоев Х.А., Шеркузиев Д.Ш., Бадалова О.А., Раджабов Р., Намазов Ш.С. Минералогический состав мытого сушенного концентрата Кызылкумов и его переработка в простой суперфосфат // Рос.хим.ж.(Ж.Рос.хим. об-ва Д.И.Менделева), 2021, №2. с. 102-115.
11. Шаякубов Т.Ш., Михайлов А.С., Бойко В.С., Кудрящев Н.С., Журавлев Ю.П. Центрально Кызылкумский фосфоритоносный район и его перспективы. // Геол. методы поисков и разведки месторождений неметал.

ISSN 3030-3907

полезн. ископаемых. Обзор ВНИИ экон. минер. сырья и геол. - развед. работ. - М.: ВИЭМС, 1983. с. 4-28.
12. Хаитов О.Г., Джураев С.Д., Бекмуродов А.О., Равшанов З.Я. Особенности разработки пластового месторождения фосфоритов // Научный журнал «GLOBUS» Мультидисциплинарный сборник научных публикаций, «Достижения и проблемы современной науки» Выпуск 5(51). Г.Санкт-Петербург-2020. с.17-18.
13. Баргина В.И., Баргин В.И., Пехова Л.П. Технологии получения фосфорсодержащих удобрений // Материалы семинара ИПКОН РАН и Ростехнадзора «О повышении полноты и комплексности использования запасов полезных ископаемых при их добыче и переработке», Анапа, 2-30 сентябрь.2005 г. – М.: Киммерийский центр, 2006. с. 83-88.
14. Денисюк Е.А., Кузнецова И.А., Митрофанов Р.А. Технологии получения гуминовых веществ / Вестник НГИЭИ. – 2014. -№ 2 (33). с. 66-80.
15. Мельников Л.Ф. Органоминеральные удобрения. Теория и практика их получения и применения. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2007. – с. 25-37.
16. Титова И.Н. Гуматы и почва. Москва: ИЛКО, 2006. С. 4-7.
17. Аринжанов А.Е., Мирошникова Е.П., Ребезо М.Б. Перспективы использования гуминовых веществ // Электронный научно-практический журнал «Синергия», 2017. №1, с. 105-109.
18. Карроматов И. Дж., Асланова Д. К., Солодка, растительное средство с противоопухлевыми свойствами // Электронный научный журнал «Биология и интегративная медицина». 2018. № 8. с. 4-12.
19. Tolstikov G. A., Balatina L. A., Grankina V. P., Kondratenko R. M., Tolstikova T. G. Solodka: bioraznoobrazie, himija, primenenie v medicine. Novosibirsk: Geo. 2007. 311 s.
20. Monica Damle Glycyrrhiza glabra (Liquorice) – a potent medicinal herb // International Journal of Herbal Medicine. 2014. V. 2. N 2. Pp. 132-136.
21. Ipatova O. M. Fosfogliv mehanizm dejstvija i primenenie v klinike/Pod red. akad. RAN A.I. Archakova.M.GU NII biomedicinskoj himi RAMN. 2005.318s.
22. A.A. Orakbaev., R.K. Kurbaniyazov., Sh. S. Namazov., N.Kh. Usanbaev., A.M.Reymov., Oxidation Of Licorice Root Waste With Nitric Acid To Increase The Productivity Of Extractive Substances. Natural. Volatiles & Essent. Oils, Turkey 2021; 8(4): 9077-9088.
23. А.А.Оракбаев, Ш.С.Намазов, Н.Х.Усанбаев, Р.К.Курбаниязов, Д.А.Каймакова., Органические и органоминеральные удобрения на основе шрота корня солодки. Узбекский химический журнал спуциальный номер 2022, С. 185-192.

ISSN 3030-3907

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ХИТОЗАНА ИЗ УЗКОПАЛЬНОГО РАКА (PONTASTACUS LEPTODACTYLUS)

Курбонова Феруза Нуруллоевна

Доцент (PhD) кафедры медицинской химии Бухарского государственного медицинского института

E-mail: qurbonova_f86@mail.ru

Хайдаров Ахтам Амонович

Профессор кафедры химической технологии Бухарского государственного технического университета, доктор технических наук (DSc),

E-mai: axtam-xaydarov@mail.ru

Садуллаева Муҳаббат Комил қизи

Бухарский институт инженерных технологий, Магистр кафедры химической технологии

Аннотация: Хитозан является перспективным вспомогательным веществом в фармацевтической технологии благодаря широкому спектру формообразующих и функциональных свойств. Значительный резерв сырья для получения хитозана представляют запасы озерного узкопального рака. Хитозан из узкопального рака получали из узкопального рака и изучали его физико-химические и технологические свойства с целью создания лекарственных препаратов на его основе. Сравнительная характеристика физико-химических свойств хитозана узкопалого рака и хитозана, полученного из подмора пчёл, а также из куколок шелкопряда, свидетельствует об их близкой химической природе и молекулярной структуре. Молекулярная масса полученного хитозана была определена вискозиметрическим методом, степень ацетилирования — кондуктометрическим методом. Структура хитина и хитозана была проанализирована методом ИК-спектроскопии.

Ключевые слова: хитозан, ИК-спектры, физико-химические свойства, вязкость, вискозиметрия, кондуктометрия

Abstract: Chitosan is a promising auxiliary substance in pharmaceutical technology due to its wide range of form-building and functional properties. A significant raw material reserve for obtaining chitosan is represented by the stocks of the lake narrow-clawed crayfish. Chitosan from the narrow-clawed crayfish was obtained and its physicochemical and technological properties were studied with the aim of developing pharmaceutical preparations based on it. A comparative analysis of the physicochemical properties of chitosan derived from the narrow-clawed crayfish, from bee subpollen (dead bees), and from silkworm pupae indicates the similarity of their chemical nature and molecular structure. The

ISSN 3030-3907

molecular weight of the obtained chitosan was determined by the viscometric method, and the degree of acetylation by the conductometric method. The structure of chitin and chitosan was analyzed using IR spectroscopy.

Keywords: chitosan, IR spectra, physicochemical properties, viscosity, viscometry, conductometry

Annotatsiya: Xitosan turli xil shakllantiruvchi va funktsional xususiyatlari tufayli farmatsevtika texnologiyasida istiqbolli yordamchi moddadir. Xitosan olish uchun xom ashyoning katta zaxirasi ko‘l tor saraton zaxiralari bilan ifodalanadi. Tor saraton kasalligidan xitosan tor saraton kasalligidan olingan va uning asosida dori-darmonlarni yaratish uchun uning fizik-kimyoviy va texnologik xususiyatlarini o‘rgangan. Asalarilar podmoridan, shuningdek ipak qurti qo‘g‘irchoqlaridan olingan tor barmoqli saraton va xitosan xitosan fizik-kimyoviy xususiyatlarining qiyosiy tavsifi ularning yaqin kimyoviy tabiati va molekulyar tuzilishini ko‘rsatadi. Olingan xitosanning molekulyar og‘irligi viskozimetrik usul bilan, atsetillanish darajasi konduktometrik usul bilan aniqlandi. Xitin va xitosanning tuzilishi IQ spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: xitosan, IQ spektrlari, fizik-kimyoviy xossalari, qovushqoqlik, viskometriya, konduktometriya

Введение

Возможности варьирования свойств полимеров и создания на их основе иммобилизованных соединений позволяют разрабатывать лекарственные препараты с регулируемым высвобождением лекарственных веществ. Особенно актуально использование в этом направлении гидрофильных набухающих полимеров, облада- ющих не только формообразующей способностью, но и спектром функциональных свойств и высокой биосовместимостью с тканями макроорганизма, таких как полисахариды и аминополисахариды, к которым относятся хитин и хитозан [1, 2, 3].

Хитозан – поли-(1-4)-2-амино-2- дезокси-β-D-глюкоза получают при удалении ацетильной группы из положения C_2 в хитине в результате обработки его в жестких условиях раствором щелочи. Появление в каждом элементарном звене макромолекулы свободной аминогруппы придает хитозану свойства полиэлектролита, одним из которых является характерный для растворов полиэлектролитов эффект полиэлектролитного набухания – аномального повышения вязкости разбавленных растворов при уменьшении концентрации полимера [4-7].

ISSN 3030-3907

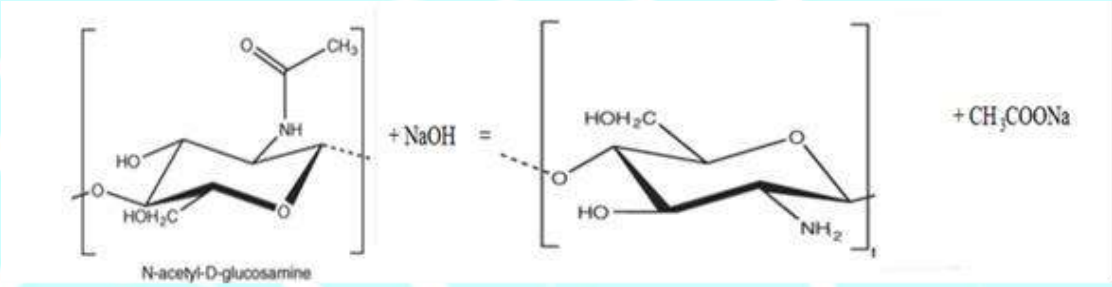


Рисунок-1. Реакция деацетилирования хитина щелочью для получения хитозана.

Физико-химические и биологические свойства данного полимера и публикуемые результаты клинического применения позволяют рассматривать хитозан и его производные перспективными веществами для получения лекарственных препаратов с различным фармакотерапевтическим действием [4,7]. Вместе с тем изучению функциональных и технологических показателей хитозана посвящено ограниченное число работ [8].

Известно, что в синтезе хитина и хитозана существует большое количество различных сырьевых источников и методик получения. В зависимости от вида исходного биополимера, условий деминерализации, деацетилирования и последующей переработки существенно изменяются молекулярная масса, степень ацетилирования и биологические свойства получаемого продукта.

Особый интерес представляют альтернативные и экологически безопасные источники хитина, позволяющие получать высокоочищенный хитозан с заданными физико-химическими характеристиками. В этом отношении перспективным сырьём является узкопалый речной рак (Pontastacus Leptodactylus), который обеспечивает более высокий выход хитина и уменьшенную молекулярную массу хитозана по сравнению с традиционными источниками, такими как панцири креветок или крабов.

Цель работы – получение хитозана из узкопалого речного рака и определение его физико-химических и технологических свойств для нормативной документации.

Материалы и методы исследования

Для синтеза хитина и хитозана использовались узкопалые озерные раки, собранные из пресноводных водоемов и озер Бухарской и Навоийской областей Республики Узбекистан. В процессе использована бидистилированная вода (18 MOM × см–1), гидроксид натрия (NaOH), уксусную кислоту (CH_3COOH), этанол (C_2H_5OH). Все промежуточные вещества, появляющиеся при химической реакции включенные в конечном продукте, дополнительной очистке не подвергались.

Вискозиметрия.

ISSN 3030-3907

Вискозометрия используется для определения молекулярной массы и вязкости биоорганических полимеров, этим методом нами определена молекулярная масса ХЗ. Подавление полиэлектролитного эффекта ХЗ производился 2%-ным раствором поваренной соли. Молекулярную массу образцов хитозана рассчитывали по уравнению Марка–Куна–Хаувинка.

Кондуктометрическое титрование.

Степень замещения биоорганических полимеров, включая ХЗ находили с помощью кондуктометрического титрования. для проведения кондуктометрического титрования мы использовали прибор фирмы Mettler-Toledo AG, Analytical CH-8603 Schwerzenbach, Switzerland [9].

ИК-спектроскопия.

ИК-спектроскопические исследования синтезированных биополимеров осуществляли с использованием ИК Фурье- спектрометра “IRTracer-100” (SHIMADZU CORP., Япония 2017) в комплекте с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения MIRacle-10 с призмой diamond/ZnSe, спектральный диапазон по шкале волновых чисел- 4000±400 $см^{-1}$; разрешение – 4 $см^{-1}$, чувствительность соотношение сигнал/шум-60000:1, скорость сканирования– 20 спектров в секунду.

Результаты исследования и их обсуждение

Из 1 кг раков, выловленных в пресных водоёмах и озёрах Бухарской области, после очистки и отделения панциря, промывания и высушивания было получено 42,53 г чистого панциря.

Деминерализация. 10 г измельчённого панциря смешивали со 100 мл 7% соляной кислоты (модульное соотношение 1:10) и выдерживали при комнатной температуре (27–28 °C) в течение 24 часов. Процесс деминерализации проводился дважды. После деминерализации осталось 2,97 г обезминерализованного сырья.

Депротеинизация. Обезминерализованный панцирь обрабатывали 7–10% раствором гидроксида натрия (1:10) при температуре 80 °C, помещая материал в асбестовую сетку, и кипятили 1,5 часа. Процесс также повторяли дважды.

После обеих стадий было получено 2,428 г хитина.

Синтез хитозана. Полученный хитин обработали 50% раствором гидроксида натрия (1:10) и кипятили 3–4 часа на песчаной бане с воздушным холодильником.

Хитозан тщательно промывали дистиллированной водой и абсолютным спиртом до нейтральной реакции среды, затем высушивали при комнатной температуре.

ISSN 3030-3907

Полученный хитозан представлял собой пластинчатый, светло-жёлтый–буроватый, без запаха аминополисахарид. Масса сухого продукта составила 1,995 г. Выход хитозана из панциря рака – 20%.

Таблица-1.

Некоторые физико-химические параметры хитозана, полученного из различного сырья

Наименование	Влажность, %	Зольность, %	Содержание общего азота, %	Растворимость в кислой среде, %	Молекулярная масса, кДа
Хитозан полученный из узкопалыного речного рака	10,8	0,53	7,01	15	103
Хитозан, полученный из подмора пчел	10,3	0,58	8,31	10	162
Хитозан, полученный из куколок тутового щелкопряда	9,6	0,62	7,37	9,5	282

Идентификация хитозана гаммаруса проведена по элементному составу и ИК- спектрам. Элементный анализ (табл. 1) показал, что для хитозана, выделенного из узкопалые озерные раки, характерно такое же соотношение углерода, водорода и азота, как и для хитозана из пчеленного падмора, и оно близко к вычисленному по формуле хитозана соотношению названных элементов.

Молекулярная масса хитозана из узкопалого рака была определена вискозиметрическим методом и составила М = 103 кДа.

Степень ацетилирования, рассчитанная по данным кондуктометрического анализа, равна 73%.

Для сравнительной характеристики структуры полимера снимали ИК-спектр (рис.2).

ISSN 3030-3907

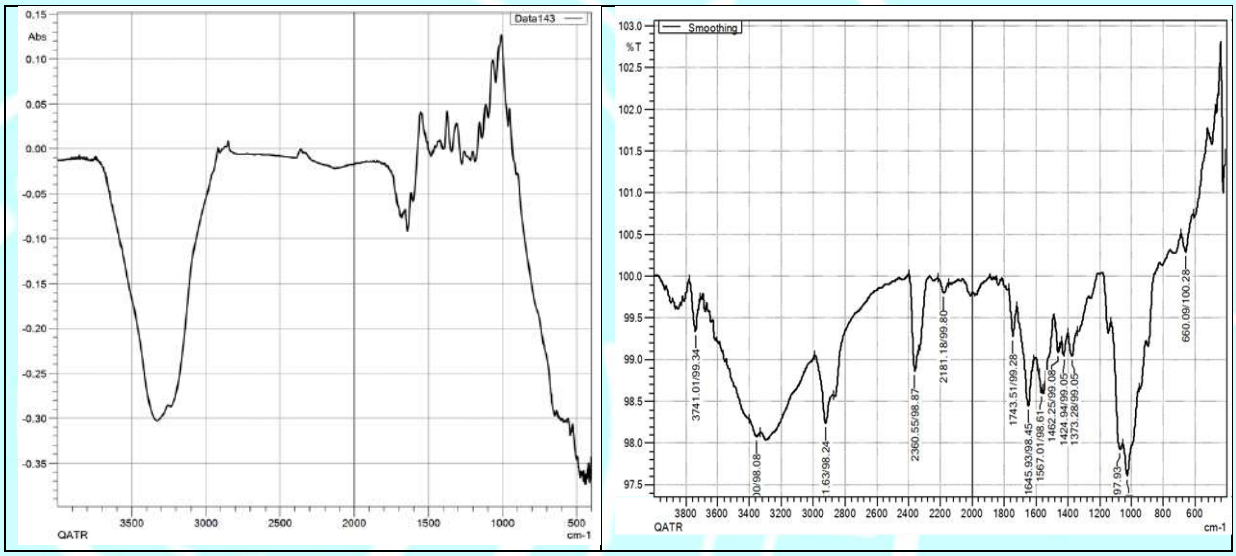


Рисунок-2. ИК спектры хитозан полученный из подмора пчел (А), хитозан полученный из узкопалыного речного рака (Б)

В ИК-спектре хитозана наблюдаются характерные полосы поглощения в областях 3500–3300 $см^{-1}$ и 1390–1000 $см^{-1}$, которые свидетельствуют о присутствии NH_2-группы. При этом поглощение в области 3500–3300 $см^{-1}$ вызвано колебанием связи N–H, а в области 1360–1000 $см^{-1}$ у всех типов аминов появляются полосы поглощения, вызванные участием C–N связи в скелетных колебаниях молекулы. В образце хитозана узкопалыного речного рака зарегистрированы полосы с максимумами при 1433 $см^{-1}$ деформационного колебания CH - и CH -групп, 1373 $см^{-1}$ (перегиб) деформационного колебания OH-связи. В образце хитозана полученный из подмора пчел наблюдается широкая полоса средней интенсивности в области 1320–1387 $см^{-1}$, соответствующая колебанию OH-связи [5,10, 11,12].

Анализ ИК-спектров показал идентичность химического строения обоих образцов хитозана. Относительно широкий разброс характеристических полос по волновым числам может быть обусловлен структурно-молекулярной неоднородностью исследуемых материалов.

Выводы

Изучали особенностей реакции получение хитина и хитозана узкопалного речного рака (Pontastacus Leptodactylus) и выявление кинетических параметров, а также оптимальных условий при получении хитозана реакции деацетилировании. Проанализировано образование хитозана с использованием физико-химических методов исследования и были изучены реологические свойства полученного хитозана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьева В.М., Турецкова В.Ф. Методологические основы разработки лекарственных препаратов на основе полимеров // Фундаментальные исследования. –2004. –№ 2. –С. 45–46.

ISSN 3030-3907

2. Дубинская А.М, Добротворский А.Е.. Применение хитина и его производных в фармации (обзор) // Хим.- фармац.журнал. – 1989. – Т. 23. – № 5. – С. 623–628.
3. Современные биофармацевтические аспекты вспо- могательных веществ / А.И. Тенцова, О.И. Терёшкина, И.П. Рудакова, И.А. Самылина, Т.А. Гуськова // Фармация. – 2012. – № 7. – С. 3–6.
4. Абдуллин В.Ф., Артёменко С.Е., Овчинникова Г.П. Технология и свойства хитозана из панциря речного рака // Вестник СГТУ. – 2006. – № 4 (16). – Вып. 1. – С. 18–24.
5. Гартман О.Р. Способ и термодинамика получения хитина и хитозана: дис. … канд. хим. наук. – Барнаул: АГУ, 1998. – 115 с.
6. Григорьева Е.В. Обоснование переработки гамма- руса Балтийского моря (Gammarus lacustris) методами био- технологии: автореф. дис. … канд. хим. наук. – М.: ВНИРО, 2008. –24 с.
7. Хитин и хитозан: Получение, свойства и примене- ние / под ред. К.Г. Скрябина, Г.А. Вихоревой, В.П. Варламо- ва. – М.: Наука, 2002. – 368 с.
8. Levan'kov S.V., Jakushev E.V. Udel'naja poverhnost' hi- tozana i sposob ee opredelenija. Izvestija Tihookeanskogo nauch- no-issledovatel'skogo rybohozjajstvennogo centra (News of the Pacific research fisheries centre), 2001. T. 129. pp. 109–115.
9. Раевских В.М. Разработка химических основ ра- ционального использования гриба вешенка обыкновенная: автореф. дис. … канд. биолог. наук. – Барнаул, 2002. – 16 с.
10. Способ получения хитозана: патент РФ № 2065447 C08B37/08 / В.П. Голицин, В.Г. Цветков, А.В. Иванов, О.Р. Гартман; заявл. 30.11.92., опубл. 20.08.96. Бюллетень изобретений. – 1996. – № 23. – С. 164.
11. Курбонова Ф.Н., Севинчова Д.Н. Определение структуры карбоксиметилхитозана, полученного из хитозана пчелиного подмора Apis mellifera, путем компьютерного моделирования и результатов его ЯМР-спектроскопии // Universum: химия и биология: электрон. научн. журн. 2024. 6(120). URL: https://7universum.com/ru/nature/archive/item/17565ИЗ
12. Ikhtiyarova, G., Khaydarov, A., & Gafforov, A. (2024, January). Methods for obtaining chitin and using chitosan as an intensifier for dying and printing of blended fabrics with water-soluble dyes. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2969, No. 1). AIP Publishing.

ISSN 3030-3907

COMPARISON OF THE BIOCHEMICAL EFFECTIVENESS OF HORMONAL AND NON-HORMONAL CONTRACEPTIVES: A LITERATURE REVIEW BASED ON THE EXPERIENCE OF WOMEN OF REPRODUCTIVE AGE

Shavazi Nargiz Nuraliyevna

Samarkand State Medical University Head of the Department of Obstetrics and Gynecology №3, DSc, docent

Mirzayeva Madinabonu Rustam qizi

Samarkand State Medical University The 1st year Master's degree resident of the Department of Obstetrics and Gynecology № 3

Abstract. The rational selection of contraceptive methods among women of reproductive age plays an essential role in preserving reproductive health, preventing unintended pregnancies, and reducing gynecological complications. In recent decades, the number of hormonal and non-hormonal contraceptive options has significantly increased, resulting in broad clinical application in perinatal and reproductive medicine . However, the biochemical effects, safety profile, tolerance, and long-term consequences of various contraceptive methods have become the subject of scientific debate. This article provides a comparative review of the biochemical effectiveness and physiological influence of hormonal versus non-hormonal contraceptives based on published clinical and population-based studies. Results indicate that hormonal contraceptives are highly effective (97–99%), although in some cases metabolic and menstrual side effects may occur [1]. Non-hormonal methods, while safe and convenient, have lower effectiveness [2]. Therefore, an individual approach is necessary when selecting contraceptive methods [3].The analysis summarizes the impact of contraceptive use on metabolism, coagulation, liver function, neuroendocrine regulation, psycho-emotional status, cardiovascular risks, and menstrual changes . Special attention is paid to identifying potential side effects, contraindications, and clinical groups that require personalized contraceptive counseling.

Keywords: hormonal contraception, non-hormonal contraception, biochemical effectiveness, reproductive age, adverse effects, metabolic changes.

Аннотация: Выбор и рациональное использование методов контрацепции у женщин репродуктивного возраста имеют важное значение для поддержания репродуктивного здоровья. Эффективность, опыт применения, безопасность и побочные эффекты гормональных и негормональных контрацептивов являются актуальными проблемами перинатальной медицины. Исследование изучает факторы выбора контрацептива, длительность его использования и показатели эффективности. Результаты показывают, что гормональные контрацептивы характеризуются высокой эффективность (97–99%) [1], хотя

ISSN 3030-3907

в некоторых случаях наблюдаются метаболические и менструальные побочные эффекты [2].Негормональные методы, хотя и безопасны и удобны, имеют более низкую эффективность. Исследование подчеркивает необходимость индивидуального подхода[3].

Ключевые слова: гормональная контрацепция, негормональная контрацепция, эффективность, репродуктивный возраст, клиническое исследование

Annotatsiya: Reproduktiv yoshdagi ayollarda kontratseptsiya vositalarini tanlash va ulardan oqilona foydalanish reproduktiv salomatlikni saqlashda muhim ahamiyatga ega. Gormonal va nogormonal kontratseptiv vositalarning samaradorligi, ularni qo‘llash tajribasi, xavfsizlik darajasi va nojo‘ya ta’sirlari tadqiq qilinishi perinatal tibbiyotda dolzarb muammo hisoblanadi. Kontratseptiv vositalarni tanlash omillari, qo‘llash davomiyligi va samaradorlik ko‘rsatkichlarini o‘rganish lozim hisoblanadi . Natijalar shuni ko‘rsatdiki, gormonal kontratseptivlar yuqori samaradorlik (97–99%) bilan ajralib turadi [1], biroq ba’zi hollarda metabolik va menstrual nojo‘ya ta’sirlar kuzatiladi [2]. Nogormonal usullar xavfsiz va qulay bo‘lsa-da, samaradorlik darajasi pastroq [3].

Kalit so‘zlar: Gormonal kontratseptsiya, nogormonal kontratseptsiya, samaradorlik, reproduktiv yosh, klinik tadqiqot.

Introduction

Contraception is one of the fundamental components in safeguarding the reproductive health of women of reproductive age [1,2]. The correct choice of contraceptive method not only prevents unintended pregnancy but also contributes to the prevention of anemia, menstrual disorders, endometrial pathology, and other gynecological complications[4,5]. According to modern international recommendations, contraceptive counseling should take into account the age of the woman, reproductive plans, the presence of chronic diseases, metabolic status, hereditary risk factors, and tolerance to pharmaceutical agents[1,6].

Modern contraceptive methods are divided into hormonal and non-hormonal groups. Hormonal methods include combined oral contraceptives (COCs), progestin-only contraceptives, injectable formulations, hormonal intrauterine systems, and transdermal systems. Their main mechanisms involve inhibition of ovulation, suppression of endometrial proliferation, and increased viscosity of cervical mucus, thereby preventing fertilization and implantation[7,8]. Non-hormonal contraceptive methods include copper intrauterine devices, barrier methods (male and female condoms), spermicides, and natural fertility awareness-based approaches.Their mechanisms are primarily based on mechanical prevention of sperm penetration or impairment of sperm vitality without systemic hormonal influence[9,10].

ISSN 3030-3907

As the number of contraceptive choices grows, the scientific evaluation of their benefits and risks becomes increasingly relevant. Although hormonal contraceptives demonstrate high effectiveness [11], the potential for biochemical and metabolic changes during their use has become the focus of numerous scientific studies. Non-hormonal methods, on the other hand, are characterized by minimal systemic metabolic impact but may have lower contraceptive effectiveness, lower user adherence, and higher discontinuation rates in some cases. Therefore, the choice of contraception should be based on a comprehensive assessment of the woman's somatic health, safety priorities, and reproductive plans.

The aim of the study. To analyze the effectiveness, safety, and side effects of hormonal and non-hormonal contraceptive methods based on data from the literature, to assess their usage experience among women of reproductive age, and to develop the most optimal and safe contraceptive strategy.

Materials and methods. Data about hormonal and non-hormonal contraceptive methods over the past five years were analyzed from both domestic and international scientific literature. Computer databases such as Scopus, Elibrary, and PubMed were used in the study.

Hormonal contraceptives: biochemical mechanisms and clinical characteristics. Hormonal contraceptives represent one of the most widely used methods of pregnancy prevention among women of reproductive age. Their contraceptive effect is achieved through several biochemical and physiological mechanisms that suppress ovulation, inhibit follicular maturation, and prevent implantation[20]. Combined oral contraceptives (COCs) consist of estrogen and progestin components, while progestin-only contraceptives rely solely on synthetic progestogens to achieve desired effects[21].

The primary biochemical mechanism of hormonal contraceptives is the suppression of the hypothalamic–pituitary–ovarian axis[22]. Synthetic estrogens decrease the secretion of follicle-stimulating hormone (FSH), while progestins inhibit the luteinizing hormone (LH) surge responsible for ovulation[20]. In parallel, progestins increase cervical mucus viscosity, which reduces sperm motility and penetration. The endometrium becomes less receptive to implantation due to the inhibition of glandular proliferation and stromal edema[11].

In addition to the contraceptive effect, hormonal preparations exert a number of systemic biochemical influences, including modulation of metabolic pathways. Estrogen-containing contraceptives may alter lipid metabolism, occasionally increasing low-density lipoproteins (LDL) and reducing high-density lipoproteins (HDL) in predisposed women. Progestins may influence glucose regulation and insulin sensitivity depending on their androgenic activity . Moreover, hepatic protein synthesis is enhanced, which explains the elevated serum concentrations of

ISSN 3030-3907

clotting factors, binding proteins, and some inflammatory markers during long-term use.

Despite these biochemical changes, numerous studies indicate that modern low-dose combined oral contraceptives have a favorable safety profile in healthy women. Nevertheless, their use requires clinical vigilance in women with metabolic syndrome, obesity, diabetes mellitus, hypertension, liver disease, or hereditary thrombophilia, as the risk of venous thromboembolism is modestly elevated in these populations.

Progestin-only contraceptives, including oral formulations, depot injections, and subdermal implants, are more suitable for breastfeeding women and patients with contraindications to estrogen. Their metabolic impact is minimal compared to COCs, although some users may experience irregular bleeding patterns in the first months of use.

Non-hormonal contraceptives: biochemical and physiological aspects

Non-hormonal contraceptives are widely used when hormonal therapy is contraindicated or declined by the patient. Their contraceptive action does not depend on systemic hormonal exposure, making them safer for women with cardiovascular, metabolic, or hepatic comorbidities [14].

Copper intrauterine devices (IUDs) exert their effect by inducing a controlled inflammatory response in the endometrium, leading to increased leukocyte infiltration and impaired sperm motility. Elevated copper ion concentrations in the uterine and tubal environment stimulate the production of prostaglandins and lysosomal enzymes, which inhibit sperm viability and fertilization. Because these mechanisms remain localized, systemic biochemical parameters—such as blood glucose, plasma lipids, and liver function tests—usually remain unaffected.

Barrier methods, including male and female condoms, diaphragms, and cervical caps, act by mechanically preventing the passage of sperm into the upper genital tract. They are the only contraceptive modality that demonstrably protects against sexually transmitted infections (STIs) when used correctly and consistently. However, their contraceptive effectiveness is highly dependent on user adherence, technique, and frequency of intercourse [16].

Spermicides, although non-hormonal, exhibit lower effectiveness compared to other methods. Their active components—most commonly nonoxynol-9—have direct cytotoxic effects on sperm cell membranes by disrupting lipid bilayer integrity. However, frequent use may cause mucosal irritation and increase susceptibility to infections, which limits their long-term application as a primary contraceptive method.

Comparative analysis of safety and side effect profiles

ISSN 3030-3907

The comparative evaluation of hormonal and non-hormonal contraceptives highlights that both groups have unique advantages and potential risks. Hormonal methods demonstrate the highest contraceptive effectiveness, but may induce systemic biochemical changes in predisposed women. Adverse effects that have been reported in the literature include:

- Headache, breast tenderness, nausea
- Emotional lability or mood swings
- Transient increases in liver enzyme activity
- Lipid profile changes in sensitive individuals
- Rare but clinically significant thromboembolic events

Non-hormonal contraceptives, on the other hand, have a minimal metabolic and biochemical footprint, making them suitable for women with cardiovascular risk factors or chronic systemic diseases. However, they may lead to:

- Heavier menstrual bleeding (particularly with copper IUDs)
- Increased dysmenorrhea in some women
- Higher rate of unplanned pregnancy compared to hormonal methods if used inconsistently
- Occasional local irritation with spermicides

A patient-centered approach is therefore essential in contraceptive selection. Each case requires the assessment of reproductive goals, comorbidities, lifestyle factors, sexual activity patterns, and patient preferences.

Discussion

The choice of contraceptive method should be guided by an individualized approach that considers not only contraceptive effectiveness but also biochemical tolerance, metabolic safety, and long-term health implications. While hormonal contraceptives demonstrate near-complete protection against unintended pregnancy when used correctly, their systemic effects demand thorough medical evaluation before prescription. Women with hereditary thrombophilia, cardiovascular disease, metabolic syndrome, and hepatic impairment should be considered high-risk groups, in whom combined estrogen-containing formulations may require replacement with alternative, safer contraceptive options [13].

Non-hormonal contraceptives offer a significant biochemical advantage due to the absence of systemic hormonal exposure, allowing for safe application in patients with various chronic conditions. However, their lower contraceptive effectiveness and dependence on consistent user adherence can limit their practicality for some patients [16]. The literature suggests that the optimal strategy is not the universal recommendation of a single method, but rather a personalized combination of clinical assessment and patient counseling. Shared decision-

ISSN 3030-3907

making between the physician and the patient has been shown to improve long-term compliance and reduce the rate of method discontinuation.

In addition, psychosocial and cultural factors may play a role in contraceptive adherence. Women who are sufficiently informed about the mechanisms of action, potential benefits, and expected side effects of their contraceptive method are more likely to maintain stable usage. Conversely, lack of knowledge and unrealistic expectations are among the major causes of discontinuation. Therefore, educational interventions and accessible counseling are important to ensure successful contraceptive practice [19].

Conclusion

Contraceptive selection among women of reproductive age must be evidence-based and tailored to individual health characteristics. Hormonal contraceptives provide highly reliable pregnancy prevention and additional therapeutic benefits for certain gynecological conditions. However, their systemic biochemical influence requires cautious use in women with pre-existing cardiovascular, metabolic, or hepatic risk factors. Non-hormonal methods, including copper IUDs and barrier contraception, exhibit minimal systemic effects and represent a safer alternative for women who cannot or do not wish to use hormonal agents.

A personalized approach to contraceptive counseling can improve reproductive health, reduce adverse reactions, and support safe pregnancy planning. Clinical decision-making should incorporate patient preference, risk profile, reproductive intentions, and long-term health priorities to determine the safest and most effective contraceptive strategy.

REFERENCES

1. Abdusalomova L.S., Rizaeva G.K. The relationship between climacteric symptoms and vitamin D levels. *Uzbekistan National Medical Journal*. 2022;(5):42–48.

2. Abramova Sh.A. Hormone therapy for menopause and osteoporosis profile: clinical recommendation. *Medical Innovations of Uzbekistan*. 2020;(4):20–25.

3. Akhmedova F.I., Nabieva L.O. Relationship between acquired osteoporosis and vitamin D: epidemiological indicators. *Reports of the Republican Center for Health Information*. 2021:10–15.

4. Abdumanonov B.S., Kholmurodova M.T. Clinical aspects of the use of combined oral contraceptives in reproductive-age women. *Reproductive Medicine Journal*. 2021;2(3.2):56–60.

5. Alimova D.S., Tursunova G.F. Influence of oral contraceptives on menstrual and psycho-emotional status. *International Journal of Obstetrics and Gynecology Research*. 2019;11(2):101–106.

ISSN 3030-3907

6. Karimova M.B., Yuldasheva Z.K. Hormonal metabolism and liver function during long-term use of estrogen–progestin contraceptives. *European Journal of Gynecology and Perinatal Health*. 2020; 8(4):230–236.
7. Sodikova N.A., Rasulova M.O. Risk of venous thromboembolism associated with hormonal contraception in obese women. *Journal of Perinatal and Reproductive Medicine*. 2021;5(1):13–19.
8. Nazarova L.T. Psychological and emotional features of women using hormonal contraceptives. *Bulletin of Modern Clinical Medicine*. 2018;7(6):64–68.
9. Davlatova S.K., Kadirova A.O. Safety of copper intrauterine devices in reproductive health practice. *Asian Journal of Reproductive Medicine*. 2021;14(3):90–95.
10. Abdullayeva S.S., Mirzayev U.R. Lipid metabolism changes in long-term users of combined oral contraceptives: clinical and biochemical correlations. *Medical Science and Innovation Review*. 2021;3(5):77–83.
11. Khasanova G.M., Fayzullayeva D.B. Clinical outcomes of barrier contraception in sexually active women: comparative survey analysis. *International Journal of Women's Reproductive Health*. 2020;9(2):58–63.
12. Saidova N.R., Tillaeva M.M. Spermicides and their effectiveness in the prevention of unwanted pregnancy. *Modern Obstetrics and Gynecology Review*. 2017;6(1):44–49.
13. Kholmatova M.E., Ibodullayeva L.K. Copper ions' biochemical impact on sperm vitality and fertilization during IUD usage. *Scientific Journal of Reproductive Biology*. 2020;12(4):121–128.
14. Sattorova K.N., Mamatqulova D.R. Contraceptive counseling and adherence in women of reproductive age. *Uzbek Medical Research Bulletin*. 2022;16(3):39–46.
15. Tojimatova L.B., Xodjayeva S.S. Contraception in women with chronic cardiovascular diseases: selection and safety. *Journal of Clinical Gynecology and Cardio-Metabolic Medicine*. 2021;4(2):72–81.
16. Turayeva N.O., Rakhimova M.G. Comparative study of menstrual and endocrine responses in users of hormonal vs non-hormonal contraception. *Gynecological Endocrinology and Molecular Medicine Journal*. 2022;9(1):15–23.
17. Murodova A.Y., Valikhodzhaeva O.B. Evaluation of user satisfaction levels with contraceptive methods across different age groups. *European Journal of Public Health and Reproductive Science*. 2020;13(2):108–115.
18. Rashidova G.B. Effectiveness and tolerability of contraceptive methods depending on duration of use. *International Medical and Scientific Practice Bulletin*. 2019;5(11):51–55.

ISSN 3030-3907

19. Ikromova Z.I., Shonazarova F.A. Adverse reactions associated with hormonal contraception: multicenter observational study. *Journal of Women's Safety and Reproductive Care*. 2021;7(4):33–41.
20. Nurmatova M.K. Contraceptive failure and causes of discontinuation: a retrospective analysis. *Modern Perspectives in Reproductive Health*. 2018;3(3):123–129.
21. S. N. N. B. The Role Of Fetal Fibronectin In The Prediction Of Premature Births Shavazi Nn (Republic of Uzbekistan) Email: Shavazi451@ scientifictext. ru.
22. Sattarova N., Shavazi N. PERINATAL RISK OF PREMATURE BIRTH: NEW OBSTETRIC OPPORTUNITIES //International Journal of Medical Sciences And Clinical Research. 2024. T. 4. – №. 02. – C. 41-51.
23. Shavazi N. N. Informativity of the indicators of blood allowing to predict premature water breaking at prematurely born pregnancy //American Journal of Medicine and Medical Sciences. America. – 2020. – C. 5-8.
24. Shavazi N. N. The nature of changes markers of dysfunction of the endothelium in blood of women with premature bursting of amniotic waters //Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research. – 2021. – T. 9. – №. 6. – C. 6-9.

ISSN 3030-3907

LABORATOR TAHLILLAR SIFATINING NAZORATI

Oblokulov Shavkat Shayimovich
Buxoro davlat tibbiyot instituti, Tibbiy va biologik kimyo kafedrasi assistenti.
E-mail: shavkat_oblokulov@bsmi.uz
https://orcid.org/0009-0005-8570-9901
Tel: +998 93 655 7502

Annotatsiya: Laboratoriya ishining natijasi - sinov hisoboti bo`lib, spesifiklik, aniqlilik, samadorlik prinsiplariga asoslanadi. Ilmiy laboratoriyalarda o`tkaziladigan tadqiqotlar davomida reagent preparatlari, diagnostika vositalari va tibbiy buyumlarning sifatini davlat nazoratidan o‘tkazish, dori vositalarini standartlashtirish bo‘yicha ekspert va tadqiqot ishlarini olib borish, yangilarini ishlab chiqish, mavjud sifat nazorati usullarini takomillashtirish va unifikatsiyalash, shuningdek yangi reagent vositalarini yaratish kabi vazifalarni o`z ichiga oladi. Laboratoriya ko‘rsatkichlarini o‘rganishning miqdoriy, sifat va boshqa usullarining tahlildan oldingi, analitik va keyingi tahliliy bosqichlarini tartibga soluvchi sanoat standartlarini ishlab chiqish laboratoriya tadqiqotlari natijalarining ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Kalit so`zlar: Laboratoriya tadqiqotlari va tahlillari, sinov hisoboti, sifat nazorati, tahlil natijalari, sanoat standarti.

Аннотация: Результатом лабораторной работы является протокол испытаний, который формируется на основе принципов специфичности, точности и эффективности. При проведении исследований в научных лабораториях решаются такие задачи, как государственный контроль качества реактивных препаратов, диагностических средств и изделий медицинского назначения, проведение экспертных и научно-исследовательских работ по стандартизации лекарственных средств, разработка новых, совершенствование и унификация существующих методов контроля качества, а также создание новых реагентов. Разработка отраслевых стандартов, регламентирующих преаналитический, аналитический и постаналитический этапы количественных, качественных и других методов исследования лабораторных показателей, значительно повышает достоверность результатов лабораторных исследований.

Ключевые слова: Лабораторные исследования и анализы, протокол испытаний, контроль качества, результаты анализов, отраслевой стандарт.

Abstract: The result of laboratory work is a test report, which is based on the principles of specificity, accuracy, and efficiency. During research conducted in scientific laboratories, it includes such tasks as state control of the quality of reagent preparations, diagnostic tools, and medical devices, conducting expert and research work on the standardization of medicines, developing new ones, improving and

ISSN 3030-3907

unifying existing quality control methods, as well as creating new reagents. The development of industry standards regulating the pre-analytical, analytical, and post-analytical stages of quantitative, qualitative, and other methods of studying laboratory parameters significantly increases the reliability of the results of laboratory research.

Keywords: Laboratory research and analysis, test report, quality control, analysis results, industry standard.

Kirish

Laboratoriya ishining natijasi - sinov hisoboti bo`lib, spesifiklik, aniqlilik, samadorlik prinsiplariga asoslanadi. Ilmiy laboratoriyalarda o`tkaziladigan tadqiqotlar davomida reagentlar, diagnostika vositalari va tibbiy buyumlarning sifatini davlat nazoratidan o‘tkazish, dori vositalarini standartlashtirish bo‘yicha ekspert va tadqiqot ishlarini olib borish, yangilarini ishlab chiqish, mavjud sifat nazorati usullarini takomillashtirish va unifikatsiyalash, shuningdek yangi dori vositalarini yaratish kabi vazifalarni o`z ichiga oladi. Laboratoriya ko‘rsatkichlarini o‘rganishning miqdoriy, sifat va boshqa usullarining tahlildan oldingi, analitik va keyingi tahliliy bosqichlarini tartibga soluvchi sanoat standartlarini ishlab chiqish laboratoriya tadqiqotlari natijalarining ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Laboratoriya ko‘rsatkichlarini o‘rganishning miqdoriy, sifat va boshqa usullarining tahlildan oldingi, analitik va keyingi tahliliy bosqichlarini tartibga soluvchi sanoat standartlarini ishlab chiqish laboratoriya tadqiqotlari natijalarining ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Zarur laboratoriya jihozlari, jumladan, joylar, ishlatiladigan materiallar va me'moriy talablar tegishli laboratoriya standartlariga muvofiq amalga oshiriladi. Laboratoriya ichki texnik sifat nazorati: ya'ni, inspektorlarning tekshirish texnologiyasi nazorati, maxsus usullari quyidagilardir:

- Namunaviy: sinov natijasini standart qiymat bilan taqqoslash;
- Namunani qayta ko‘rib chiqish: Namunani aniqlab bo‘lgandan so‘ng, namunaning ba’zi parametrlari bir xil usulda qayta sinovdan o‘tkaziladi va test natijalarining ishonchliligini tekshirish uchun ikkala test natijalari taqqoslanadi.
- Xodimlarni taqqoslash: Turli namunalar turli xil labarantlar tomonidan bir xil usulda sinab ko‘riladi va test natijalarining ishonchliligini tekshirish uchun ikkala test natijalari taqqoslanadi.
- Namunaning turli xarakteristikalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash: Bir xil manbaga ega bir necha namunalar orasida ko‘pincha ichki bog`liqlik mavjud bo‘ladi. Ushbu parametrlarni taqqoslash sinov natijalarining ishonchliligini baholash usullaridan biri sifatida ham qo‘llanilishi mumkin.

Laboratoriyada umumiy sifat nazorati metodlari

- Sifatni boshqarish usullari va rejalashtirish va amalga oshirish

ISSN 3030-3907

Asosiy sifatni boshqarish usuli

1. Laboratoriyalarning o‘zaro solishtirilishi, malaka sinovi va o‘lchovlarni tekshirish.
2. Ichki sifat nazorati:

a) Bir xil misolni turli xil analitik usullar (texnologiyalar) yoki bir xil modeldagi turli xil vositalar yordamida solishtirish;

b) Olingan namunalarni kamida ikki kishi tomonidan bajarilgandagi qiyoslanishi;

c) Saqlangan namunalarni bir xil operator tomonidan kontrastli test qilish;

d) Muntazam analitik testlarda ishlatiladigan standart yechimlar konfiguratsiyasi;

e) Standart yechim bilan qurilma sinovlarida sifatni nazorat qilish.

Integratsiyalashgan tizim me'yoriy qo‘llab-quvvatlash - laboratoriya ko‘rsatkichlarini o‘rganishning miqdoriy, sifat va boshqa usullarining tahlildan oldingi, analitik va keyingi tahliliy bosqichlarini tartibga soluvchi sanoat standartlarini ishlab chiqish laboratoriya tadqiqotlari natijalarining ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

O‘tkazilgan klinik laboratoriya tadqiqotlarining analitik bosqichida yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan tasodifiy va tizimli xatolarni aniqlashga qaratilgan kundalik laboratoriya ichidagi sifat nazorati jarayonlarini me'yoriy ta'minlash uchun "Nazorat materiallaridan foydalangan holda klinik laboratoriya tadqiqotlarining miqdoriy usullarini laboratoriya ichidagi sifat nazoratini o‘tkazish qoidalari" sanoat standarti yaratilgan. Tasodifiy o‘lchash xatosi - bir xil ehtiyotkorlik bilan takrorlangan o‘lchovlar paytida tasodifiy (belgi va qiymat bo‘yicha) o‘zgarib turadigan o‘lchov natijasi xatosining tarkibiy qismidir. Tizimli o‘lchov xatosi - bir xil jismoniy miqdorni takroriy o‘lchashda doimiy bo‘lib qoladigan yoki muntazam ravishda o‘zgarib turadigan o‘lchov natijasi xatosining tarkibiy qismi hisoblanadi.

Klinik laboratoriya tadqiqotlari sifatini nazorat qilish laboratoriya natijalari ishonchliligi uchun juda muhim bo`lib, uning ajralmas qismi esa, tibbiy yordam sifatini boshqarish bo‘yicha o‘zaro bog‘liq chora-tadbirlar tizimi, shu jumladan aniqlik standartlarini belgilash orqali sifatni rejalashtirish, tibbiy tashkilotlarning klinik diagnostika laboratoriyalarida foydalanishga ruxsat etilgan tadqiqot usullari, laboratoriya jihozlari va sarf materiallarini o‘rganish orqali sifatni ta'minlash hamda olish, saqlash qoidalarini belgilash, klinik diagnostika laboratoriyalarida bemordan olingan biomaterial namunalarini tashish kajarayonlarni o`z ichiga oladi.

Klinik laboratoriya tadqiqotlari sifatini nazorat qilish o‘zaro bog‘liq ikkita shaklda mavjud: laboratoriya ichidagi sifat nazorati va tashqi sifatni baholash. Tibbiy tashkilotlarda laboratoriya tadqiqotlari sifatini tashqi baholash tegishli me'yoriy hujjatlar bilan tartibga solinadi. Klinik laboratoriya tadqiqotlari sifatini laboratoriya ichidagi nazorati tahliliy tizimning barqarorligini ta'minlash

ISSN 3030-3907

maqsadida har bir klinik diagnostika laboratoriyasi xodimlari tomonidan amalga oshiriladi va tibbiy tashkilotning me'yoriy hujjatlari bilan tartibga solinadi.

Ushbu sanoat standarti xato xarakteristikalari uchun chegara qiymatlarini kiritadi. Qon, qon zardobi va siydik tahlillari uchun miqdoriy usullarning analitik sifatiga yagona talablar ishlab chiqilgan. Cheklangan qiymatlar biologik suyuqliklar tarkibiy qismlarining biologik o‘zgarishi to‘g‘risidagi ma'lumotlarga va faoliyat natijasida olingan analitik o‘zgarishlar to‘g‘risidagi ma'lumotlarga asoslangan holda o‘zaro tekshirish orqali belgilanadi. Klinik laboratoriya tadqiqotining miqdoriy usullarini laboratoriya ichidagi sifat nazoratini tashkil etish va ta'minlash tadqiqot sifatini ta'minlashda katta ahamiyatga ega.

Laboratoriya ichidagi sifat nazorati nazorat materiallari ishlab chiqilgan klinik diagnostika laboratoriyasida o‘tkaziladigan barcha turdagi miqdoriy tadqiqotlar uchun majburiy hisoblanadi. Klinik diagnostika laboratoriyasi tomonidan sertifikatga ega va klinik diagnostika laboratoriyalarida foydalanish maqsadida tasdiqlangan, laboratoriya ichidagi sifat nazoratini amalga oshirish uchun kompyuter dasturlaridan foydalanilishi mumkin.

Laboratoriya tadqiqotining analitik bosqichi quyidagilarni o‘z ichiga oladi: namunani o‘lchash uchun saqlash va tayyorlash, analitik tizimni kalibrlash, laboratoriya indikatorini analitik seriyada, bemor namunalarida va nazorat materiallarida o‘lchash va olingan natijalarning maqbulligini baholash. Analitik tizim maxsus o‘lchovlarni amalga oshirish uchun birlashtirilgan o‘lchov asboblari va boshqa jihozlarning to‘liq to‘plami bo‘lib, ular kimyoviy va biologik moddalar va boshqa materiallarni ham o‘z ichiga oladi. Analitik qator - analitik tizimni qayta konfiguratsiya va kalibrlashsiz bir xil sharoitlarda bajariladigan laboratoriya ko‘rsatkichining o‘lchovlari yig‘indisi bo‘lib, unda analitik tizimning xarakteristikalari barqaror bo‘lib qoladi.

Laboratoriya tadqiqotlari ma'lumotlari, agar ular haqiqatan ham ob'ektiv bo‘lsa, kasallikka aniq tashxis qo`yilishiga erishish mumkin. Shu sababli, laboratoriyalarda aniq va ishonchli tadqiqotlarni olish uchun sifat nazorati doimiy ravishda amalga oshirilishi kerak, bu natijalarning ishonchliligini ta’minlaydi, xatolarning sabablarini tezda aniqlash va bartaraf etishga yordam beradi. Laboratoriya tadqiqotlari sifatini nazorat qilish - laboratoriya tadqiqotlari jarayonida o‘lchov xatolarining oldini olishga qaratilgan chora-tadbirlar tizimi. Har bir laboratoriya tekshiruvi imkon qadar ishonchli bo‘lishi uchun laboratoriya ikkita sifat nazorati tizimini ichki va tashqi sifat nazorati (QC) bilan ta'minlanishi kerak.

Ichki sifat nazorati bu analitik tizimning barqarorligini saqlashga qaratilgan chora-tadbirlarning doimiy tizimidir. Nazorat materiallarini o‘lchash va sanoat standarti tomonidan belgilangan ruxsat etilgan o‘lchash xatolarini aniqlash orqali ichki sifat nazoratini amalga oshirish mumkin. Laboratoriyada nazorat

ISSN 3030-3907

materiallarini tekshirish natijalari sanoat standarti talablariga javob bergandagina bemor namunalari bilan taqqoslash mumkin.

Amalga oshirilgan tahlillarning sifati asosan qo‘llaniladigan usulning xususiyatlari, uning to`g`ri bajarilishi, laborantlar malakasi, jihozlarning texnik jihatdan mukammalligi, reaktivlarning tozaligi va hajmli idishlarning aniqligi bilan belgilanadi. Sifatni nazorat qilish choralari tizimi doimiy amalga oshiriladi va quyidagi asosiy bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

- preanalitik; (bemorni biomaterialni olishga tayyorlash, biomaterialni qayta ishlash, tashish, saqlash qoidalariga amal qilish)

- analitik; (dozalash, haroratni nazorat qilish, reaktsiya vaqti, o‘lchovlar va boshqalar)

- postanalitik; (ma’umot natijalarini yozish va sharhlash, topshirish).

Sifatni nazorat qilishning asosiy mezonlari - olingan natijalarning takrorlanishi va to‘g‘riligidir. Nazorat materiali ma'lumotlari har kuni nazorat jadvalida ko‘rsatiladi. Boshqaruv diagrammasi jarayon xarakteristikasining grafik tasviri hisoblanadi.

Tizimli sifat nazorati laboratoriya tadqiqoti nafaqat madaniyat elementi zamonaviy laboratoriya, bu mutaxassisning yuqori kasbiy mas'uliyatining namoyon bo‘lishi, uning klinik haqiqatni bilishdagi rolini tushunish va bemorni tekshirish uchun kerakli natijaga erishishdir. Sifatni nazorat qilish biomateriallar namunalarini tahlil qilish jarayonida paydo bo‘lishi va tekshirilayotgan bemorlarning ichki muhiti holati to‘g‘risidagi ma'lumotlarni buzishi mumkin bo‘lgan nomaqbul tasodifiy va tizimli xatolarni aniqlash va kuzatish uchun nazorat choralarini ishlab chiqish va amalga oshirishdan iborat.

Klinik laboratoriya tadqiqotlari sifatini nazorat qilish klinik diagnostika laboratoriyasi darajasida (laboratoriya ichidagi sifat nazorati) doimiy, ya'ni har kuni, har bir tahlil jarayonida nazorat tadbirlarini o‘tkazish, shu jumladan nazorat materiallari namunalarini o‘rganish va bemor namunalari yordamida nazorat choralarini qo‘llashdan iborat.

Laboratoriya ichidagi sifat nazoratining maqsadi analitik tizimning barqarorligiga erishishdir. Shu bilan birga, quyidagi vazifalar hal etiladi - laboratoriya tomonidan o‘tkazilgan tahlillar natijalarida yo‘l qo‘yib bo‘lmaydigan xatolikni aniqlash, tadqiqot natijalarining qabul qilinishi mumkin bo‘lgan mezonlarga muvofiqligini, qabul qilinishi mumkin bo‘lmagan xatoni aniqlashning maksimal ehtimoli bilan baholash va laboratoriya tomonidan amalga oshirilgan analitik tadqiqotlar natijalarini yolg‘on rad etish ehtimolligining minimalligini ta’minlashdan iborat.

Laboratoriyada o‘tkaziladigan barcha turdagi tadqiqotlar uchun laboratoriya ichidagi sifat nazorati majburiydir. Laboratoriya ichidagi sifat nazorati tartibi

ISSN 3030-3907

ushbu laboratoriyada yuritiladigan "Klinik laboratoriya tadqiqotlari sifati bo‘yicha qo‘llanma" da aks ettirilishi kerak. Laboratoriya ichidagi sifat nazorati tizimining mavjudligi laboratoriyalarni akkreditatsiya qilish va litsenziyalash uchun asoslardan biridir.

O‘tkazilgan tahlillar aniqroq natija berishi uchun laboratoriyada nima qilish kerak? Buning uchun mumkin bo‘lgan xatolarni aniqlash va o‘z vaqtida bartaraf etish bilan birga, har kuni, bemorlardan olingan materiallar bilan parallel ravishda, nazorat materialidagi ko‘rsatkichlar kontsentratsiyasini o‘rganish kerak. Nazorat materialini tahlil qilish natijasida olingan ko‘rsatkichlar deb ataladigan grafikda chiziladi. nazorat kartasi va nazorat materialiga pasportda ko‘rsatilgan haqiqiy (to‘siq yoki maqsadli) qiymat bilan solishtiriladi. Ushbu taqqoslash natijalariga ko‘ra xulosa chiqariladi - tadqiqot to‘g‘ri o‘tkazildimi, metodologiyada xatolarga yo‘l qo‘yilganmi va nihoyat, olingan bemor namunalarini tahlil qilish natijalariga ishonish mumkinmi? Bular nazorat materialini tahlil qilish bilan parallel ravishda olib boriladi.

Shunday qilib, nazorat materialini o‘rganish natijalarini olgan laborant har qanday ko‘rsatkichni aniqlash sifatini o‘zi baholashi va bemorlarning tahlillari natijalarini shifokorga topshirishi yoki tadqiqotni takrorlashi mumkin. Ichki sifatni nazorat qilish bo‘yicha chora-tadbirlar kuchaytirilishi va kerak bo‘lganda, standart materiallar yoki ma'lum analit konsentratsiyasining nazorat qilinadigan namunalari, shu jumladan, ishonchli va aniq natijalarni ta'minlash uchun namunalarni takroriy tahlil qilish yoki ochilgan namunalarni qo‘llash kabi kompleks tahlil tizimini kuchaytirish kerak. Laboratoriya sifatini nazorat qilishning samaradorligi har yil bir marta qayta ko‘rib chiqiladi, uning prinsiplari va nazariyalari to‘g‘ri, to‘liq, operatsion jihatdan to‘g‘ri yoki yo‘qligi, usulning takomillashtish kerakligi boyicha xulosa qilinishi lozim.

REFERENCES.

1. E3S Web Conf. Volume 474, 2024. X International Annual Conference “Industrial Technologies and Engineering” (ICITE 2023)Preparation of polycrotonic aldehyde Shavkat Oblokulov E3S Web Conf. 474 01003 (2024) DOI: 10.1051/e3sconf/202447401003

2. Облокулов Ш. Ш. (2025). СИЙДИК ФИЗИКАВИЙ ХОССАЛАРИНИ ЎРГАНИШНИНГ ДИАГНОСТИК АҲАМИЯТИ. Development Of Science, 7(2), pp. 140-145. https://doi.org/0

3. Облокулов, Ш. Ш. (2024). КРОТОН АЛДЕГИДНИНГ (2-БУТЕНАЛ) МИҚДОРИЙ АНАЛИЗИ. AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE, 2(3), 33-36.

ISSN 3030-3907

2. Ш.Ш. Облокулов. ВЛИЯНИЯ КИСЛОТНЫХ И ОСНОВНЫХ ГРУПП КАТАЛИЗАТОРА НА СКОРОСТЬ РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ НИЗШИХ АЛЬДЕГИДОВ.. 2024-11-27 Vol. 2 No. 11 (2024): MASTERS

1. Облокулов, Ш. Ш. (2023). КРОТОН АЛЬДЕГИД МАВЖУДЛИГИНИ АНИҚЛАШ УСУЛЛАРИ. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(13), 178-192.

2. Sapaev,B. , Jawad Kadham,M. , Toshbekov,B. , Obloqulov,S. , Nizamkhodjaev,S. , Kholmurodova,D. , Esanmuradova,N. , Lutfullaev,U. , Ulashev,H. and Hafizov,A. (2025). An overview of the direct cyano-acylation/-esterification of unsaturated hydrocarbons. Chemical Review and Letters, 8(4), 840-848. doi: 10.22034/crl.2025.526683.1615

3. Sapaev,B.,Jawad Kadham, M.,Toshbekov, B., Obloqulov,S., Nizamkhodjaev,S., Kholmurodova,D., Esanmuradova,N., Lutfullaev,U.,Ulashev,H.,Hafizov,A. (2025). 'An overview of the direct cyano-acylation/-esterification of unsaturated hydrocarbons', Chemical Review and Letters, 8(4), pp. 840-848. doi: 10.22034/crl.2025.526683.1615

4. Shavkat Shayimovich Oblokulov, Condensation And Polymerization Of Some Lower Aldehydes And The Influence Of Acid And Basic Groups Of The Catalyst On The Reaction Rate. (2025): Volume 05 Issue 06 , https://www.nvpublicationhouse.com/index.php/nvlajast/issue/view/28

3. Shavkat Shayimovich Oblokulov, TIBBIYOT UNIVERSITETLARIDA «NUKLEOPROTEINLARNING HAZMLANISHI VA SO`RILISHI» MAVZUSINI O`QITISH METODIKASI, Vol. 4 No. 39 (2025): O‘ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI , https://bestpublication.net/index.php/ozfan/issue/view/68

4. Sapaev, B., Kadham, M. J., Toshbekov, B., Obloqulov, S., Nizamkhodjaev, S., Kholmurodova, D., ... & Hafizov12, A. An overview of the direct vicinal cyano-acylation/-esterification of unsaturated hydrocarbons.

5. Sapaev, B., Jawad Kadham, M., Toshbekov, B., Obloqulov, S., Nizamkhodjaev, S., Kholmurodova, D., ... & Hafizov, A. (2025). An overview of the direct cyano-acylation/-esterification of unsaturated hydrocarbons. Chemical Review and Letters, 8(4), 840-848.

ISSN 3030-3907

TA’LIMDA KOLLABORATIV O‘QITISHGA TA’SIR ETUVCHI O‘QUV DASTURLARINI ISHLAB CHIQISH MODELLARI TAHLILI

Xalilova Nasiba Djamolovna
Tayanch doktorant, Navoiy davlat universiteti
E-mail: n_djamolovna@mail.ru
Tel: +998907390195

Annotatsiya. Tadqiqotning maqsadi uch xil model asosida o‘quv dasturini ishlab chiqish tizimining bosqichlarini ko‘rib chiqish va taqqoslashdan iborat. O‘quv dasturlarini ishlab chiqish modellari ta’lim uchun dasturlarni tuzishda metodik ko‘rsatma vazifasini bajaradi. Ushbu tadqiqotda Taba tomonidan ishlab chiqilgan teskari model, Taylerning maqsad-vosita modeli va Olivaning kengaytirilgan modeli asosida o‘quv dasturini ishlab chiqish bosqichlari tahlil qilinadi. Ta’lim jarayonida qo‘llaniladigan o‘quv dasturi — bu o‘quv dasturini ishlab chiqish jarayonida loyihalash, amalga oshirish va baholash uchun zarur bo‘lgan ilmiy tafakkur hamda ko‘nikmalarni qamrab oluvchi yozma hujjat sifatida talqin etiladi. Tadqiqotchining fikricha, mazkur uchta model o‘quv dasturini ishlab chiqish jarayonida muhim nazariy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Taba modelining asosiy xususiyati shundaki, u boshqa modellardan farqli ravishda o‘qituvchidan boshlanadi va sinf xonasidan amaliy qo‘llashni nazarda tutadi. Tayler modeli esa o‘quvchilarning ehtiyoj va qiziqishlarini aniqlashdan boshlanadi; bu yondashuv pedagoglarga talabalarni o‘qishga rag‘batlantirishda yordam beradi. Oliva modeli esa o‘quv dasturini sodda, keng qamrovli va tizimli tarzda ishlab chiqishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: O‘quv dasturini ishlab chiqish, o‘quv dasturini loyihalash, o‘quv dasturini amalga oshirish, o‘quv dasturini baholash, Taba, Tayler va Oliva modellari tahlili, kollaborativ o‘qitish.

Annotation. The purpose of the research is to review and compare the stages of the curriculum development system based on three different models. Curriculum development models serve as methodological guidelines for developing educational programs. This study analyzes the stages of curriculum development based on the inverse model developed by Taba, Tyler's goal-to-means model, and Oliva's extended model. The curriculum used in the educational process is interpreted as a written document covering scientific thinking and skills necessary for the design, implementation, and evaluation of the curriculum in the process of its development. According to the researcher, these three models have important theoretical and practical significance in the process of developing a curriculum. The main feature of the Taba model is that, unlike other models, it begins with the teacher and implies practical application from the classroom. The Tyler model begins with identifying students' needs and interests; this approach helps educators

ISSN 3030-3907

motivate students to learn. The Oliva model is aimed at developing the curriculum in a simple, comprehensive, and systematic way.

Keywords: Curriculum development, curriculum design, curriculum implementation, curriculum evaluation, analysis of the Taba, Tyler and Oliva models, collaborative learning.

Аннотация. Цель исследования-рассмотреть и сравнить этапы системы разработки учебных программ на основе трех различных моделей. Модели разработки учебных программ выступают в качестве методических указаний при составлении программ для обучения. В этом исследовании анализируются этапы разработки учебной программы на основе обратной модели, разработанной табой, модели цели и моторики Тайлера и расширенной модели оливы. Учебная программа, используемая в образовательном процессе, интерпретируется как письменный документ, охватывающий научное мышление и навыки, необходимые для проектирования, реализации и оценки в процессе разработки учебной программы. По мнению исследователя, эти три модели приобретают важное теоретическое и практическое значение в процессе разработки учебной программы. Ключевой особенностью модели Taba является то, что она, в отличие от других моделей, начинается с учителя и подразумевает практическое применение из класса. Модель Тайлера, с другой стороны, начинается с определения потребностей и интересов учащихся; этот подход помогает педагогам мотивировать студентов учиться. Модель Oliva, с другой стороны, направлена на разработку учебной программы простым, всеобъемлющим и систематическим образом.

Ключевые слова: разработка учебной программы, разработка учебной программы, реализация учебной программы, оценка учебной программы, анализ моделей Taba, Tyler & Oliva, совместное обучение.

Kirish

“Curriculum” atamasi turli ta’lim muhitlarida to‘plangan bilim va o‘quv tajribalari, kognitiv mazmun, o‘quv rejasi hamda texnologiyalardan foydalanishni o‘z ichiga olgan yozma hujjat sifatida ta’riflangan. O‘quv dasturini ishlab chiqish vazifasi, aslida, o‘quv mazmuni/ta’lim fanlari bilan talaba, o‘qituvchi, ota-onalar va jamiyat kabi subyektlar o‘rtasida uzviy aloqani shakllantirishdan iboratdir.

Lewisning ta’kidlashicha, o‘quv dasturi — bu talabalarni turli xil ma’lumotlar va ta’lim metodlari bilan shug‘ullanish imkonini beruvchi maqsadlar majmuasidir. O‘quv dasturi nazariyasining asosiy maqsadi mavjud bilimlarga tayangan holda dastur faoliyatining turli jihatlariga yanada mazmunli qiymat berishdan iboratdir. Beauchamp tomonidan ham shunday xulosa qilingan: o‘quv dasturi nazariyasining markaziy vazifasi — mavjud bilimlarga asoslangan holda

ISSN 3030-3907

o‘quv dasturi faoliyatining turli jihatlariga mazmun kiritishdir. Shuningdek, o‘quv dasturi tizimi, uni ishlab chiqish, amalga oshirish va takomillashtirish uchun zarur bo‘lgan xodimlar hamda jarayonlar tashkilotidan iborat ekanligi qayd etilgan.

Ornstein va Hunkinslarning fikriga ko‘ra, o‘quv dasturini ishlab chiqish tizimi uch asosiy bosqichni o‘z ichiga oladi: loyihalash, amalga oshirish va baholash. O‘quv dasturi jarayoni aniq tartibda tashkil etiladi: birinchi bosqich — dastur maqsadlarini aniq belgilash; ikkinchi bosqich — o‘quv dasturini amaliyotga joriy etish; uchinchi bosqich esa — dastur samaradorligini baholash. Baholash bosqichida rejalashtirish, amalga oshirish, ma’lumot to‘plash, rejalashtirilgan natijalar bilan haqiqiy ta’limiy natijalar o‘rtasidagi tafovutlarni tahlil qilish, o‘quv dasturini rivojlantirish samaradorligini aniqlash va uning ahamiyatini belgilash zarur.

Oliy ta’limda kichik guruhlarda o‘qitish tajribasi bir qator muhim jihatlar bo‘yicha an’anaviy yondashuvdan ustunligini ko‘rsatuvchi kuchli dalillarni taqdim etdi. Bunga bilimlarni rivojlantirish, tafakkur ko‘nikmalari, ijtimoiy ko‘nikmalar hamda kursdan umumiy qoniqish darajasi kiradi. Bu esa o‘quv jarayonida yuqori darajadagi o‘zaro hamkorlikni ta’minlovchi o‘quv dasturlarini ishlab chiqish zarurligini yaqqol ko‘rsatadi.

Kurucay va Inan, shuningdek Laal va Ghodsi tadqiqotlarida ta’kidlanganidek, agar kollaborativ ta’lim strategiyalari samarali qo‘llansa, fakultet a’zolari murakkab kurslarda ham o‘quv natijalarini va talabalar tajribasini sezilarli darajada yaxshilashlari mumkin. Kollaborativ o‘qitishning afzalliklari qatoriga imtihon natijalarining yaxshilanishi, talabalarning akademik tajribaga ijobiy munosabati, muammolarni hal qilish, muloqot va sifatli tahliliy ko‘nikmalarni rivojlantirish, shuningdek boshqa affektiv va psixologik ijobiy natijalar kiradi. Bunday yondashuvlar oliy ta’lim bosqichida o‘quv dasturini ishlab chiqishda muhim ko‘rsatkich sifatida qaralishi mumkin.

Afsuski, oliy ta’lim tizimida kollaborativ ta’lim yondashuvlarining joriy etilishi amaliyotda ko‘plab ish joylarida qo‘llanilayotgan ilg‘or usullardan ortda qolmoqda.

Ta’lim muassasasining maqsad va vazifalariga erishishning asosiy vositasi o‘quv dasturi hisoblanganligi sababli, o‘quv dasturini rejalashtirish va ishlab chiqishga e’tibor qaratish mamlakat ta’lim tizimidagi islohotlarning muhim ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. O‘qituvchilarning o‘quv dasturini rejalashtirishdagi roli faqatgina o‘z sinf xonalaridan tashqariga kengayib borayotganligi sababli, ular ta’lim islohotlarini e’tibordan chetda qoldirish imkoniyatiga ega emaslar. Shu bois, barcha o‘qituvchilar ta’lim tizimida olib borilayotgan milliy islohotlarni imkon qadar chuqur anglashlari, bozor talablariga moslashishlari muhim ahamiyat kasb etadi.

ISSN 3030-3907

O‘quv dasturini ishlab chiqish ta’lim islohotlarining eng murakkab jihatlaridan biridir. Chunki o‘quv dasturini ishlab chiqish o‘qitishni osonlashtirishni ko‘zda tutadi, ammo o‘qitishning o‘zi juda murakkab va o‘zgaruvchan jarayon sanaladi. Mazkur murakkabliklar o‘quv dasturini yangilashda to‘siq bo‘lib xizmat qiladi va ko‘plab hollarda uni eskicha deb ta’riflanishiga olib keladi. Prenskyning ta’kidlashicha, ko‘pchilik uchun kelajak hayotiga tayyorgarlik maktabda emas, balki undan keyin o‘rganilgan bilimlar orqali shakllanadi.

O‘quv dasturini integratsiya qilish va kollaborativ ta’lim yondashuvini qo‘llash esa, shubhasiz, talabalar bilim olish jarayonini samaraliroq qiladi hamda ularning akademik natijalarini yaxshilaydi.

Tadqiqotning maqsadi shundan iboratki, o‘quv dasturini ishlab chiqish modellari bo‘yicha olib borilgan tahlillar — dastur loyihalash, uni amalga oshirish va baholash jarayonlarida chuqurroq tushuncha hosil qilishga yordam beradi. Bu esa, o‘z navbatida, o‘quvchilarga o‘z shaxsiy hayotlari davomida qo‘llashlari va amalda tatbiq etishlari mumkin bo‘lgan o‘quv dasturlarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ta’lim islohotlarining ijobiy natijalari o‘qituvchilarning faolligini faqat sinf xonasidan iborat chegaradan kengaytirib, maktab miqyosida o‘quv dasturini rejalashtirish jarayoniga jalb etishga xizmat qilishi mumkin. Ta’lim islohotlari jamiyat ongida ta’limning ahamiyatini yana bir bor tasdiqlash orqali ta’lim sohasiga katta xizmat ko‘rsatadi. Islohotlar o‘qituvchilarning e’tiborini butun ta’lim muassasasi doirasidagi kengroq o‘quv dasturlariga qaratishi lozim. Bu esa barcha manfaatdor tomonlar — o‘qituvchilar, talabalar, davlat, maktablar va biznes sektori uchun foyda keltiradi.

Kollaborativ ta’lim orqali turli madaniy va ijtimoiy guruhlarga mansub talabalar bir-biridan yangi bilim va tajribalarni o‘rganib, hayotga yangicha qarashni shakllantiradilar. Bu jarayon ularga o‘z hayoti va qadriyatlarini sinfdoshlari bilan taqqoslab ko‘rishga, farqlarni tan olishga va ularni tanqid qilmasdan hurmat qilishga yordam beradi. Shuningdek, bu turli manfaatdor tomonlarga — xususan, ta’lim beruvchilarga talabalar kelajakda faoliyat yuritadigan real biznes olamini aks ettiruvchi o‘quv dasturlarini ishlab chiqishda yordam beradi.

Natijada, ta’lim islohotlari jamiyat manfaatiga xizmat qiluvchi, ijtimoiy, iqtisodiy va siyosiy muammolarni o‘zaro hamkorlikda hal qila oladigan mas’uliyatli fuqarolarni tarbiyalashga zamin yaratadi. Ushbu tadqiqot esa kelgusida ta’lim dasturlarini rivojlantirish va ularni bugungi kun sharoitida yanada dolzarb qilish uchun qimmatli ilmiy ma’lumotlarni taqdim etadi.

METODOLOGIYA

ISSN 3030-3907

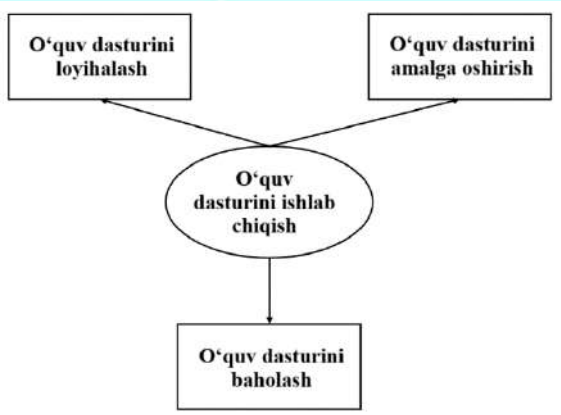
Ushbu tadqiqotda ikkinchi darajali metodlar qo‘llanilib, o‘quv dasturini ishlab chiqish va kollaborativ ta’lim mavzusiga oid mavjud ilmiy adabiyotlar tahlil qilindi. Tadqiqot asosan boshqa mualliflar tomonidan ilgari amalga oshirilgan ilmiy izlanishlar natijalari va ularning chop etilgan manbalaridan olingan ma’lumotlarni umumlashtirishga qaratilgan. Butun maqola talabalarning o‘quv faoliyatini samarali oshirishda o‘quv dasturini ishlab chiqish va kollaborativ ta’lim yondashuvining ahamiyatiga oid batafsil tahlilni o‘z ichiga oladi.

O‘quv dasturini ishlab chiqish modellari sharhi. O‘quv dasturini ishlab chiqishning barcha modellari mazkur jarayonni samarali tashkil etishda muhim ahamiyatga ega. O‘quv dasturini ishlab chiqish modellari ta’lim rejalashtiruvchilari, murabbiylar va ma’murlar uchun yo‘riqnoma vazifasini bajaradi. Shuningdek, ijobiy o‘zgarishlarga erishish uchun o‘quv dasturi maqsadli, oldindan rejalashtirilgan va izchil bo‘lishi zarur. O‘quv dasturini ishlab chiqish modelining asosiy maqsadlari nafaqat shaxsiy, balki ijtimoiy ehtiyojlarga ham asoslanadi.

Modellashtirish — o‘quv dasturini ishlab chiqish rejasi va yo‘nalishini belgilash vositasidir. Modellar ta’limiy maqsadlarda foydalanish uchun namunaviy yo‘riqnomalarni taqdim etadi. O‘quv dasturini ishlab chiqishda qo‘llaniladigan modellardan foydalanish natijalarni samaraliroq qilish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqot uchta mashhur model — Tylerning “Maqsad-vosita modeli” (Ends–Means Model), Tabaning “Teskari modeli” (Inverted Model) hamda Olivaning “Kengaytirilgan modeli” (Expanded Model) asosiy bosqichlarini tahlil qiladi. O‘qitish, o‘rganish va baholashning ma’lum strategiyalarini qo‘llashda, shuningdek asosiy tamoyillarni ishlab chiqishda o‘quv dasturini ishlab chiqish modellari dizaynerlarga jarayonni aniq va tizimli tarzda rejalashtirish imkonini beradi.

1-rasmda maktablarda o‘quv dasturini ishlab chiqishda inobatga olinishi zarur bo‘lgan bosqichlar tasvirlangan.



1-rasm. O‘quv dasturi jarayonining bosqichlari

Hunkins va Ornstein ta’kidlashicha, o‘quv dasturini ishlab chiqish yondashuvlari texnik va notexnik yondashuvlarga ajratiladi. Mualliflarning qayd

ISSN 3030-3907

etishicha, texnik–ilmiy yondashuv mantiqiy, samarali va ta’limni yetkazishda qulay hisoblanadi. Notexnik yondashuv esa subyektiv, shaxsiy va estetik xarakterga ega bo‘lib, ko‘proq o‘quvchiga qaratilgan. Shu sababli, o‘quv dasturini ishlab chiqish jarayoni rejalashtirish, amalga oshirish va baholash bilan birga inson omili, jarayonlar va amaliy tartiblarni ham qamrab oladi.

Biroq, o‘quv dasturini ishlab chiqish modellari texnik jihatdan foydali bo‘lishiga qaramay, ba’zan insoniy omilni — shaxsiy his-tuyg‘ular, munosabatlar va qadriyatlarni yetarlicha hisobga olmaydi.

Tyler va Oliva modellari deduktiv yondashuv asosida shakllantirilgan. Deduktiv yondashuvda o‘quv dasturi maqsad va vazifalari dastur rejalashtiruvchisi tomonidan belgilanadi, o‘qituvchilar esa ta’limiy strategiyalarni ishlab chiqadilar. Keyinchalik, ham dastur rejalashtiruvchilar, ham o‘qituvchilar baholash usullarini ishlab chiqishda hamkorlik qiladilar. Deduktiv modellarda jarayon umumiydan xususiyga qarab harakatlansa, induktiv model, masalan, Taba modeli, aksincha, xususiydan umumiyga qarab rivojlanadi.

O‘quv dasturini ishlab chiqish modellari

Hilda Tabaning teskari modeli: o‘quv dasturini ishlab chiqishning sakkiz bosqichi. Taba modeli dastlab 1971-yilda Hilda Taba tomonidan sinf darajasida o‘qituvchilar foydalanishi uchun taklif qilingan bo‘lib, uning 1962-yilda chop etilgan Curriculum Development: Theory and Practice (“O‘quv dasturini ishlab chiqish: nazariya va amaliyot”) asarida batafsil tasvirlangan. Hilda Taba — Estoniyada tug‘ilgan va AQShda faoliyat yuritgan ta’lim nazariyotchisi bo‘lib, 1960–1970-yillarda o‘quv dasturini loyihalash g‘oyalariga katta ta’sir ko‘rsatgan.

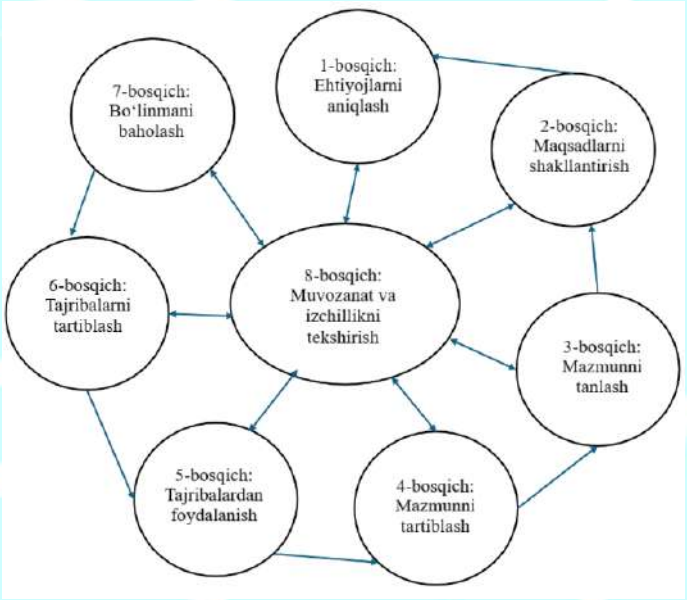
Hilda Tabaning ishlari klassik o‘quv dasturi nazariyasi sifatida qaraladi va hozirgi kunda ham o‘quv dasturini ishlab chiqishda yangicha g‘oya va innovatsiyalarni shakllantirishda o‘z ahamiyatini saqlab qolmoqda. Uning ko‘plab g‘oyalari o‘sha davrdagi hamkasbi, mashhur ta’lim nazariyotchisi Ralph Tylepning ishlari ta’sirida shakllangan. Tyler o‘zining “Principles of Curriculum and Instruction” (O‘quv dasturi va ta’lim prinsiplari) nomli mashhur asarida o‘quv dasturini ishlab chiqish jarayonini yoritgan.

Shunga qaramay, Hilda Taba Ralph Tylerning qarashlaridan ilhomlanish bilan birga, o‘zining moslashuvchan va o‘qituvchi markazli yondashuvi orqali dastur nazariyotchilarining fikrlash doirasiga yangi chaqiriqlarni kiritgan. Ushbu model 1960-yillarda e’lon qilingan bo‘lsa-da, bugungi kunda ham global miqyosda o‘quv dasturi loyihalashga ta’sir ko‘rsatmoqda hamda Amerika, Yevropa va boshqa mintaqalarda keng qo‘llanilmoqda.

Taba ta’limiy strategiyalar demokratik yo‘l-yo‘riqlar va hamkorlik asosida, ya’ni o‘qituvchilar hamda boshqa ilmiy yetakchilar ishtirokida belgilanishi lozim deb hisoblagan. Bunday kollaborativ yondashuv orqali o‘qituvchilar talabalar

ISSN 3030-3907

ehtiyojlarini ustuvor qo‘ygan holda o‘quv dasturi bo‘yicha qarorlar qabul qilish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Ta’lim mazmuni doimiy o‘zgarib, yangilanib boradigan sharoitda hamkorlik, qarorlarni birgalikda qabul qilish va o‘quv dasturini moslashuvchan tarzda ishlab chiqish progressiv ta’lim dasturini ta’minlashning muhim omillari hisoblanadi.



2-rasm. Tabaning teskari modeli

Taba ta’kidlashicha, o‘quv dasturini yaratishda o‘qituvchilar bevosita ishtirok etishlari zarur va bu yondashuv “grass-root approach” (ildizlardan boshlanuvchi yondashuv) deb ataladi. Shunga qaramay, Taba o‘z modelini yanada kengaytirib, o‘quv dasturini ishlab chiqishda o‘qituvchilarning roliga alohida ahamiyat berdi. Uning fikricha, umumlashtirilgan o‘quv maqsadlari o‘quv dasturi atrofida tizimlashtirilishi lozim, chunki bu yondashuv talabalarga nazariy prinsiplarga samarali ravishda erishish va ularni kashf etishda yordam beradi.

Tabaning teskari modeli quyidagi asosiy bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

- Ehtiyojlarni aniqlash – o‘quv dasturini ishlab chiqishda ehtiyojlarni baholash vositalaridan foydalanish.
- Aniq maqsadlarni shakllantirish – o‘rganilishi lozim bo‘lgan tushunchalar va munosabatlarni, shakllantirilishi kerak bo‘lgan tafakkur usullarini, egallanishi zarur odat va ko‘nikmalarni belgilash. Ushbu jarayon bevosita o‘qituvchilar tomonidan amalga oshiriladi.
- Mos va dolzarb mazmunni tanlash – talabalarning rivojlanish darajasiga mos faoliyat turlari va mazmunni tanlash hamda har bir tanlov uchun asos yozish.
- Mazmunni tartibga solish – oddiy mavzulardan boshlash, ularni chuqurroq o‘rganish va keyinchalik murakkab mavzularga o‘tish.
- O‘qituvchi va talabalar tajribalarini tanlash va tartibga solish – talabalarga bir nechta maqsadlarga erishish imkonini beruvchi ko‘p maqsadli faoliyatlarni belgilash va tizimlashtirish.

ISSN 3030-3907

• Doimiy baholash – o‘quv bo‘linmasini muntazam baholab borish, talabalar qiziqishlari va munosabatlarini qayd etish.

•Muvozanat va ketma-ketlikni tekshirish – faoliyatlar umumlashtirish ko‘nikmalarini rivojlantirish imkonini berishini, mazmun izchil ketma-ketlikda tashkil etilganini, yozma va og‘zaki ishlar, tadqiqot va tahlil o‘rtasida muvozanat ta’minlanganini nazorat qilish.

Tabaning teskari modeli yuqori darajadagi tafakkur ko‘nikmalaridan foydalanishga turtki beradi va talabalarda xulosa chiqarish, sintez qilish va umumlashtirish kabi tushunish ko‘nikmalarini shakllantirishga yordam beradi. Ushbu model iqtidorli o‘quvchilarga turli xil javob variantlari bo‘lgan savollarni o‘rganish imkoniyatini berib, ularning rivojlanishiga xizmat qiladi. Modelning asosiy xususiyati shundaki, u ochiq yakunli yondashuvga asoslangan bo‘lib, bunda aniq “to‘g‘ri” yoki “noto‘g‘ri” javob mavjud emas.

Talabalar guruh bo‘lib ishlaganlarida ular boshqalar bilan hamkorlikda muloqot va tinglash ko‘nikmalarini rivojlantiradilar. Bu esa umumlashtirishdan oldin va keyin sog‘lom sinf muhokamalarini tashkil etish imkonini beradi.

Shu bilan birga, modelning ayrim cheklovlari ham mavjud. Jumladan, ba’zi talabalar uchun ochiq yakunli topshiriqlarni bajarish qiyinchilik tug‘dirishi mumkin. Agar o‘quv jarayonida aniq yo‘nalishlar berilmasa, o‘qituvchilar uchun dars rejasini tuzish va savollarni tayyorlash jarayoni murakkablashadi. Shuningdek, bu modelni barcha fanlarga moslashtirish ham qiyin bo‘lishi mumkin. Tylerning o‘quv dasturi modeli

Ralph Tyler 1949-yilda “Basic Principles of Curriculum and Instruction” (O‘quv dasturi va ta’limning asosiy prinsiplari) asarini chop etganida, ta’lim sohasida muhim mezon o‘rnatdi. Uning o‘quv dasturi modeli ta’limda hisobdorlik masalalariga bo‘lgan ortib borayotgan e’tiborga javoban ishlab chiqilgan bo‘lib, chop etilganidan buyon o‘quv dasturini rejalashtirish jarayonida yetakchi o‘rin egallab kelmoqda.

Mazkur model butun o‘quv dasturini ishlab chiqish jarayoniga aniq va ravshan maqsadlar orqali yo‘nalish beradi, bu esa o‘qituvchilarga talabalaridan qanday natijalarni kutishlarini tushunishda aniq mezon yaratadi. Maqsadlar puxta boshqarilishi mumkinligi tufayli erishilgan natijalarni monitoring qilish osonlashadi.

Tyler modeli barcha ta’lim sohalari va bosqichlariga tatbiq etilishi mumkin bo‘lib, har bir fan mazmuni, o‘quv faoliyatlari va ta’lim metodlarining dolzarbligini obyektiv baholash imkoniyatini beradi.

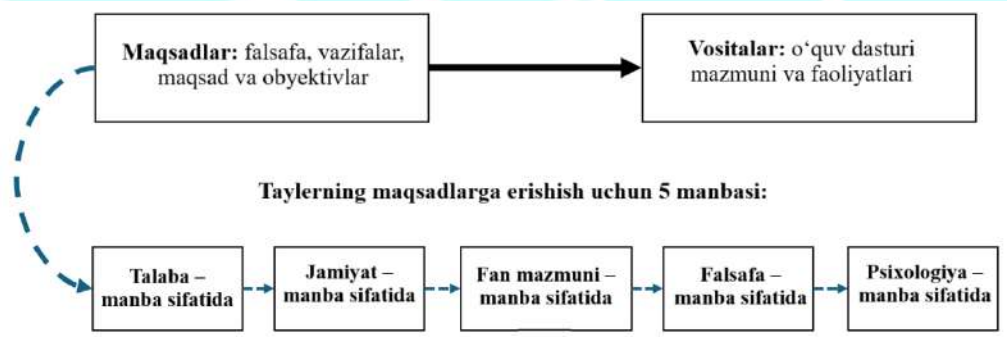
O‘quv dasturi elementlarining ketma-ketligi mantiqan izchil bo‘lib, ushbu model natijalarni oldindan taxmin qilishda qulay vosita hisoblanadi. Tylerning ta’kidlashicha, talabalar va ularning ijtimoiy kelib chiqishi, hozirgi va kelajak

ISSN 3030-3907

jamiyati hamda asosiy fanlar bo‘yicha bilimlarni tahlil qilish orqali kelajak fuqarolarining afzal xususiyatlarini aniqlash mumkin.

Brady va Kennedy shuningdek, Tylerning maqsadlarga yo‘naltirilgan modeli juda ilg‘or ta’sir ko‘rsatganini ta’kidlaydilar. Chunki u o‘qituvchilarning professionalligini e’tirof etgan hamda maktab o‘quv dasturini takomillashtirishga e’tiborni qaratgan. Bu esa o‘qituvchilarni o‘zlarining talabalariga qo‘ygan ta’limiy maqsad va vazifalarini ochiqchasiga o‘ylash va ulardan saboq chiqarishga undagan.

Tylerning “Maqsad–vosita modeli” (Ends–Means Model) o‘quv dasturini rejalashtirishda inqilobiy yondashuv sifatida qaraladi. Tylerga ko‘ra, o‘quv dasturi tuzuvchi avvalo dastur qanday maqsadlarga xizmat qilishi kerakligini aniqlashi, keyin esa shu asosda rejalashtirishi lozim. Tyler ta’limiy maqsadlar va vazifalarni belgilashda besh omilni o‘rganishni tavsiya qiladi: talabalarning o‘zi, jamiyat hayoti, fanlar mazmuni, falsafa va psixologiya.



3-rasm. Tylerning Maqsad–Vosita modeli

1990-yillarda natijalarga yo‘naltirilgan ta’lim (Outcomes-Based Education) konsepsiyasi joriy etilishi bilan Tyler modelining mashhurligi yana ortdi. Model tanqid qilinishiga qaramay, Tylerning fikrlari hanuz ommabop bo‘lib qolmoqda va uning xulq-atvorga yo‘naltirilgan maqsadlar, o‘quv dasturini tashkil etish va baholashga oid konsepsiyalari bugungi kunda ham ta’lim standartlari hamda hisobdorlik harakatlarining ajralmas qismi sifatida qaralmoqda.

Talaba – asosiy manba sifatida. O‘quv dasturi tuzuvchisi, avvalo, talabalar ehtiyojlari va istaklarini aniqlashi lozim. Ushbu ma’lumot pedagoglarga talabalarni o‘qishga undashda yordam beradi. Dastur tuzishda talabalar qobiliyatlari ham inobatga olinishi zarur.

Jamiyat – manba sifatida. O‘rganish jarayonida umumlashtirish muhim o‘rin tutadi. Talabalar atrof-muhitni anglashlari va boshqalar bilan hamkorlik qilishlari shart. Shu bois, mahalliy hamjamiyat va jamiyatning o‘zi talabalar uchun “o‘quv laboratoriyasi” vazifasini bajaradi. Jamiyatni o‘rganish jarayonida talaba muammolarni aniqlashi va ularni hal etish yo‘llarini topishi mumkin.

Fan mazmuni – manba sifatida. Tyler John Dewey ta’limotidan ilhomlangan bo‘lib, u “amaliyot orqali o‘rganish” g‘oyasini ilgari surgan. Shuningdek, Tyler

ISSN 3030-3907

Jerome Brunerning bilimlar tuzilmasi haqidagi qarashlaridan ham ta’sirlangan. Shu sababli Tyler biror fanni egallash uchun uning ichki tuzilishini tushunish zarurligini ta’kidlagan.

Falsafa – manba sifatida. Tylerning fikricha, puxta o‘quv dasturini ishlab chiqish puxta fikrlashdan boshlanadi, puxta fikrlash esa ma’lum bir falsafani shakllantirish orqali yuzaga keladi. Maktab falsafasi va o‘qituvchi falsafasini belgilash muhim. Tyler modeli shuni ko‘rsatadiki, boshqalarni tushunish uchun, avvalo, inson o‘zini tushunishi zarur.

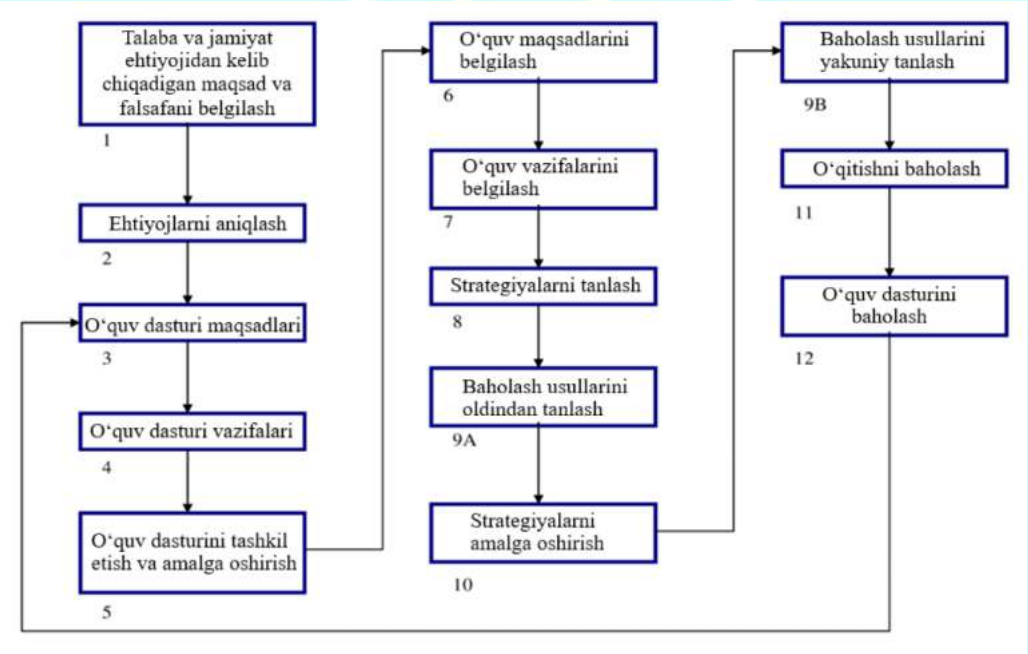
Psixologiya – manba sifatida. Tyler ta’kidlashicha, samarali o‘quv dasturini ishlab chiqish uchun talabalar rivojlanish bosqichlari va o‘qish jarayonining tabiatini anglash zarur. Uning falsafasiga ko‘ra, dastlab talabalar nimani bilishi va nimalarni bajara olishi kerakligi belgilanadi, so‘ngra har bir dars o‘qituvchi o‘zining pedagogik falsafasidan kelib chiqib loyihalanadi.

Oliva modeli. Peter Oliva tomonidan ishlab chiqilgan model o‘n ikki tarkibiy qismdan iborat bo‘lib, o‘quv dasturini ishlab chiqish jarayonini bosqichma-bosqich ifodalaydi. Bu jarayon talabalar ehtiyojlarini va jamiyat talablarini aniqlashdan boshlanib, o‘quv dasturini baholash bosqichigacha davom etadi. Oliva ushbu modelni sodda, keng qamrovli va tizimli tarzda yaratishni maqsad qilgan.

Mazkur model ikki kichik modelni o‘z ichiga oladi: o‘quv dasturi kichik modeli va o‘qitish kichik modeli. O‘quv dasturi kichik modeli asosan rejalashtirish bosqichlarini o‘z ichiga oladi va u amaliyotga tatbiq etilib, o‘qitish kichik modeliga aylantirilmaguncha to‘liq hisoblanmaydi.

Oliva modeli Taba modelining ayrim cheklovlarini bartaraf etadi. Chunki Taba modeli maqsadlarni shakllantirishdan avval faqatgina talabalar ehtiyojlarini aniqlashga e’tibor qaratgan. Oliva esa maqsadlarni belgilashda nafaqat talabalarni, balki jamiyat ehtiyojlarini, fan mazmunini hamda ularning falsafiy va psixologik tamoyillarini hisobga olgan. Bu jihatlari bilan Oliva modeli Tylerning maqsadlarni tanlashdagi yondashuvlariga yaqin turadi.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Oliva modeli

Oliva modelining tarkibiy qismlari

1-komponent: Ta’lim muassasasining falsafiy yondashuvi, maqsadi, missiyasi va vazifalarini shakllantirish.

2-komponent: Maktab joylashgan hududdagi jamiyat ehtiyojlarini tahlil qilish.

3–4-komponentlar: O‘quv dasturining umumiy maqsadi va maxsus maqsadlarini belgilash.

5-komponent: O‘quv dasturini loyihalash va uni amalga oshirishni tashkil etish.

6–7-komponentlar: O‘quv dasturini umumiy va aniq o‘quv maqsadlari shaklida ifodalash.

8-komponent: Ta’lim strategiyasini aniqlash.

9-komponent: Qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan strategiyalar yoki baholash usullarini dastlabki o‘rganish.

10-komponent: Tanlangan ta’lim strategiyasini amalda qo‘llash.

11–12-komponentlar: O‘qitish natijalarini baholash va o‘quv dasturini umumiy baholash.

Mazkur model turli usullarda qo‘llanilishi mumkin. Birinchidan, u maktab o‘quv dasturini to‘liq ishlab chiqish jarayonini taqdim etadi. Fakultet a’zolari ma’lum bir yo‘nalish bo‘yicha o‘quv dasturini rejalashtirishlari va uni o‘qitish orqali amalga oshirish yo‘llarini ishlab chiqishlari mumkin. Yoki ular maktab miqyosida, turli ixtisosliklarni qamrab oluvchi, masalan, kasbiy ta’lim, yo‘naltiruvchi dasturlar yoki sinfdan tashqari faoliyatlarni o‘z ichiga oluvchi fanlararo dasturlarni ishlab chiqishlari mumkin.

Bu yondashuv, albatta, oliy ta’limda kollaborativ ta’limga jalb etilgan talabalar uchun foydali bo‘ladi. Model fakultet a’zolariga dasturiy qarorlar qabul qilishda modelning o‘quv dasturi komponentlariga e’tibor qaratish imkonini

ISSN 3030-3907

beradi, shuningdek, ular yakunda o‘qitish komponentlariga ham konsentratsiya qilishlari mumkin.

XULOSA

Eng samarali o‘quv dasturi avvalo talabalar ehtiyojlariga — ularning individual yoki sinf darajasidagi xususiyatlariga mos bo‘lishi lozim. Shu bilan birga, o‘quv muhiti, mavjud sharoitlar, moddiy-texnik bazalar va vaqt omili ham hisobga olinishi zarur. Talabalar ehtiyojlari dastlabki bosqichda aniqlanmasdan turib, o‘quv dasturi maqsadlarini belgilash to‘liq va samarali bo‘lmaydi.

Henson fikricha, o‘quv dasturi modellarining ikki turi mavjud: tasviriy (descriptive) va bashoratli (predictive) modellari. Tasviriy modellarda o‘zaro bog‘liq elementlar o‘rtasidagi munosabatlar tushuntirilsa, bashoratli modellar kelajakdagi oqibatlarni oldindan taxmin qilish imkonini beradi.

Eng ta’sirchan ikki model sifatida Tylerning “maqsad–vosita modeli” va Tabaning “teskari modeli” alohida o‘rin tutadi. Tyler modeli o‘quv dasturini ishlab chiqishda avvalo kutilayotgan natijalarni aniqlash, so‘ngra shu asosda dastur yaratishni taklif qiladi. Taba modeli esa, tuman, shtat va federal darajada ishlab chiqilgan bo‘lsa-da, bevosita sinf darajasida, o‘qituvchilar ishtirokida boshlanadi. Shu bois, o‘qituvchilar yangi o‘quv dasturini joriy etishda samaraliroq bo‘ladilar.

Shuningdek, oldindan fikrlash (anticipatory reflection) va darsni puxta rejalashtirish o‘qituvchilarning professionallashuv jarayonida muhim bosqich sifatida qaraladi. Xususan, kollaborativ ta’lim kabi murakkab o‘qitish strategiyalarini amalga oshirishda o‘quv dasturini loyihalashda puxta tayyorgarlik va sifatli dars rejalari yanada muhim ahamiyat kasb etadi.

Har qanday model yoki nazariyaning qiymati, avvalo, undan foydalanuvchilar model va nazariyaning maqsadini qay darajada anglashlariga hamda mahalliy hamjamiyat, maktab va talabalar ehtiyojlari o‘zgarishi bilan uni qayta ko‘rib chiqishga bo‘lgan tayyorliklariga bog‘liq. O‘quv dasturini ishlab chiqishda yuzaga keladigan muammolarni yengish vaqt cheklovlari va talabalar ehtiyojlarining xilma-xilligi kabi to‘siqlarni hal etishni talab qiladi.

Pedagoglar o‘quv dasturini samarali yetkazib berish va talabalarning turli ehtiyojlarini qondirish uchun yangicha g‘oyalarni ishlab chiqishlari zarur. Bunga asosiy tushunchalarga ustuvorlik berish, o‘qitish usullarini o‘zgartirish yoki ta’lim jarayonini imkon qadar samarali qilish uchun texnologiyalardan foydalanish kirishi mumkin.

Hamkasblar bilan hamkorlik qilish eng yaxshi tajribalarni almashish va resurslarni birgalikda ishlatish imkonini beradi, bu esa o‘qituvchilarga muammolarni jamoaviy hal qilishda yordam beradi. O‘quv dasturini yaratishda yuzaga keladigan to‘siqlarni bartaraf etishda pedagoglar o‘z hamkasblarining tajribasi va ko‘magidan foydalanib, mavjud resurslarni jalb qilishlari mumkin.

ISSN 3030-3907

Natijada talabalar o‘z ehtiyojlariga mos, yuqori sifatli ta’lim olish imkoniga ega bo‘ladilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Barkley, E. F., Major, C. H. & Cross, K. P., 2014. Collaborating Learning Techniques: A Pressure for College Faculty. 2nd ed. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
2. Beauchamp, G. A., 1961. Curriculum Theory. Illinois: Kagg Press.
3. Beauchamp, G. A., 1981. Curriculum Theory. Itasca, Illinois: F E Peacock.
4. Beyer, L. E. & Apple, M. W., 1998. The Curriculum: Problems, Politics, and Possibilities. 2nd ed. Albany: State University of New York Press.
5. Brady, L. & Kennedy, K., 2010. Curriculum Construction. Frenchs Forest, NSW: Pearson Centre for University Teaching.
6. Carl, A. E., 2009. Teacher Empowerment Through Curriculum Development: Theory Into Practice. Capetown, South Africa: Juta and Company Ltd.
7. Clark, R. C., 2019. Evidence-based Training Methods: A Guide for Training Professionals. American Society for Training and Development.
8. Henson, K. T., 2010. Curriculum Planning: Integrating Multiculturalism, Constructivism, and Education Reform. 4th ed. Illinois: Waveland Press.
9. Hunkins, E. P. & Hammill, P. A., 1994. Beyond Tyler and Taba: Reconceptualizing the Curriculum Process. Peabody Journal of Education, 69(3), pp. 4-18.
10. Hunkins, F. P. & Ornstein, A. C., 2004. Curriculum: Foundations, Principles and Issues. Boston: Allyn and Bacon.
11. Kimpston, R. D. & Rogers, K. B., 1986. A Framework for Curriculum Research. Curriculum Inquiry, 16(4), pp. 463-474.
12. Kunkel, J. G. & Shafer, W. E., 1997. Effects of Student Team Learning in Undergraduate Auditing Courses. Journal of Education for Business, 72(4), pp. 197-200.
13. Kurucay, M. & Inan, F. A., 2017. Examining the Effects of Learner-Learner Interactions on Satisfaction and Learning in an Online Undergraduate Course. Computers and Education, Volume 115, pp. 20-37.
14. Laal, M. & Ghodsi, S., 2012. Benefits of Collaborative Learning. Procedia-Social and Behavioural Sciences, Volume 31, pp. 486-490.
15. Laanemets, U. L. & Katrin, K., 2013. The Taba-Tyler Rationales. Journal of American Assocation of Advance Curriculum Study, Volume 9, pp. 1-12.
16. Lewis, A. J., 1972. Supervision for Improved Instruction: New Challenges, New Responses. Belmont, California: Wadsworht Pub.
17. Lunenburg, F. C., 2011. Curriculum Development: Inductive Models. Schooling, 2(1), pp. 1-8.

ISSN 3030-3907

18. Middaugh, E. & Perlstein, D., 2005. Thinking and Teaching in a Democratic Way: Hilda Taba and the Ethos of Brown. Journal of Curriculum and Supervision, 20(3), pp. 234-256.
19. Oliva, P. F., 1992. Developing the Curriculum. Boston: Allyn and Bacon, MA.
20. Oliva, P. F., 2009. Developing the Curriculum. Boston, MA: Allyn & Bacon.
21. Ornstein, A. C. & Hunkins, F. P., 2009. Curriculum: Foundations, Principles, and Issues. Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
22. Ornstein, A. C. & Hunkins, F. P., 2009. Curriculum:L Foundations, Principles, and Issues. Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
23. Prater, E. & Rhee, H. S., 2003. The Impact of Coordination Methods on the Enhancement of Business Writing. Decision Sciences Journal of Innovative Education, 1(1), pp. 57-71.
24. Prensky, M., 2008. Turning on The Lights. Educational Leadership, 65(6), pp. 40-45.
25. Slavin, R. E., 1990. Achievement Effects of Ability Grouping in Secondary Schools: A best-Evidence Systhesis. Review of Educational Research, 60(3), pp. 471-499.
26. Tinning, R., MacDonald, D., Wright, J. & Hickey, C., 2001. Becoming a Physical Education Teacher. Frenchs Forest, NSW: Pearson.
27. Upholf, J. K., 1982. Curriculum Development: Theory into Practice. 2nd ed. New York: Macmillian Publishing Co.,.
28. Wallen, N. E. et al., 1969. The Taba Curriculum Development Project in Social Studies. San Francisco, CA: US Department of Health, Education and Welfare.
29. Yazici, H. J., 2004. Student Perceptions of Collaborative Learning in Operations Management Classes. Journal of Education for Business, 80(2), pp. 110-118.

ISSN 3030-3907

KON-METALLURGIYA SANOATIDA HOSIL BO‘LADIGAN KAM KONSENTRATSIYALI ERITMALARDAN METALLARNI IONLI FLOTATSIYA USULIDA AJRATIB OLISH IMKONIYATI.

Masidikov E.M.

Olmaliq davlat texnika instituti “Metallurgiya” kafedrasi katta o‘qituvchi (PhD)

0009-0003-9335-9361

Annotatsiya. Maqolada tarkibida kam konsentratsiyali metal ionlari bo‘lgan eritmalar, aylanma sanoat suvlaridan metallarni yuqori darajada ajratib olishga imkon beradigan tadqiqot natijalari keltirilgan. Hususan ionli flotatsiya usulida kam konsentratli eritma tarkibidan misni boyitmaga ajratib olishda DEDTKNa reagentini qo‘llab o‘tkazilgan tajriba natijalari nazariy hamda amaliy keng yoritib berilgan.

Kalit so‘zlar: Eritma, ionli flotatsiya, boyitma, DEDTKNa, reagent, kation, anion, ion, bo‘tana, ko‘pikli mahsulot, kislota, ishqor, gidroksid, pH muhit.

Аннотация. В статье представлены результаты исследований, позволяющих эффективно извлекать металлы из растворов с низкой концентрацией ионов металлов и оборотных промышленных вод. В частности, подробно освещены с теоретической и практической точек зрения результаты экспериментов по извлечению меди из низкоконцентрированного раствора в концентрат методом ионной флотации с применением реагента ДЭДТКNa.

Ключевые слова: Раствор, ионная флотация, концентрат, ДЭДТКНа, реагент, катион, анион, ион, пульпа, пенный продукт, кислота, щелочь, гидроксид, среда pH.

Abstract. This article presents research results that enable a high degree of metal extraction from industrial circulating water and solutions containing low concentrations of metal ions. Specifically, the experimental results of using the DEDTKNa reagent for extracting copper from a low-concentration solution into a concentrate by ion flotation are extensively elucidated both theoretically and practically.

Keywords: Solution, ionic flotation, concentrate, DEDTKNa, reagent, cation, anion, ion, slurry, foam product, acid, alkali, hydroxide, pH environment.

Kirish

Jahonda bugungi kunda mineral xom ashyolarni va texnogen chiqindilarni qayta ishlashning samarali usullarini ishlab chiqish, ularning tarkibidagi foydali komponentlarni to‘liq ajratib olish, qora, rangli va nodir metallarni ishlab chiqarish hajmini oshirish, chiqindisiz texnologiyalarni yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shuningdek, kon metallurgiya sanoatining barcha turdagi texnogen chiqindilarini (konchilik sanoati, boyitish fabrikalari chiqindilari, gidrometallurgik

ISSN 3030-3907

va pirometallurgik jarayonlarning suyuq va qattiq chiqindilari) ishlab chiqarishga jalb etish, foydalanilayotgan reagentlarni jarayonga qaytargan holda murakkab tarkibli birikmalarni alohida oksidlarga ajratish va buning natijasida texnogen chiqindilar tarkibidan foydali komponentlarni ajratib olishni amaliyotga joriy etishga e'tibor qaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Konchilik va metallurgiya sanoatining kam konsentratsiyali aylanma eritmalari hamda chiqindi suvlaridan turli moddalarning ionlarini flotatsiya usulida ajratib olish ionli flotatsiya deyiladi "Ionli flotatsiya" atamasi 1959-yilda Vitvatersrand universiteti (Janubiy Afrika, Yoxannesburg) fizik kimyo professori Feliks Sebba tomonidan eritmada ionlarni ajratib olish uchun mo'ljallanib flotatsiya jarayoniga tadbiq qilish uchun kiritilgan. Ionli flotatsiyada yig'uvchi reagentlar sifatida sirt faolligi yuqori bo'lgan moddalar (sirt faol moddalar) ishlatiladi.

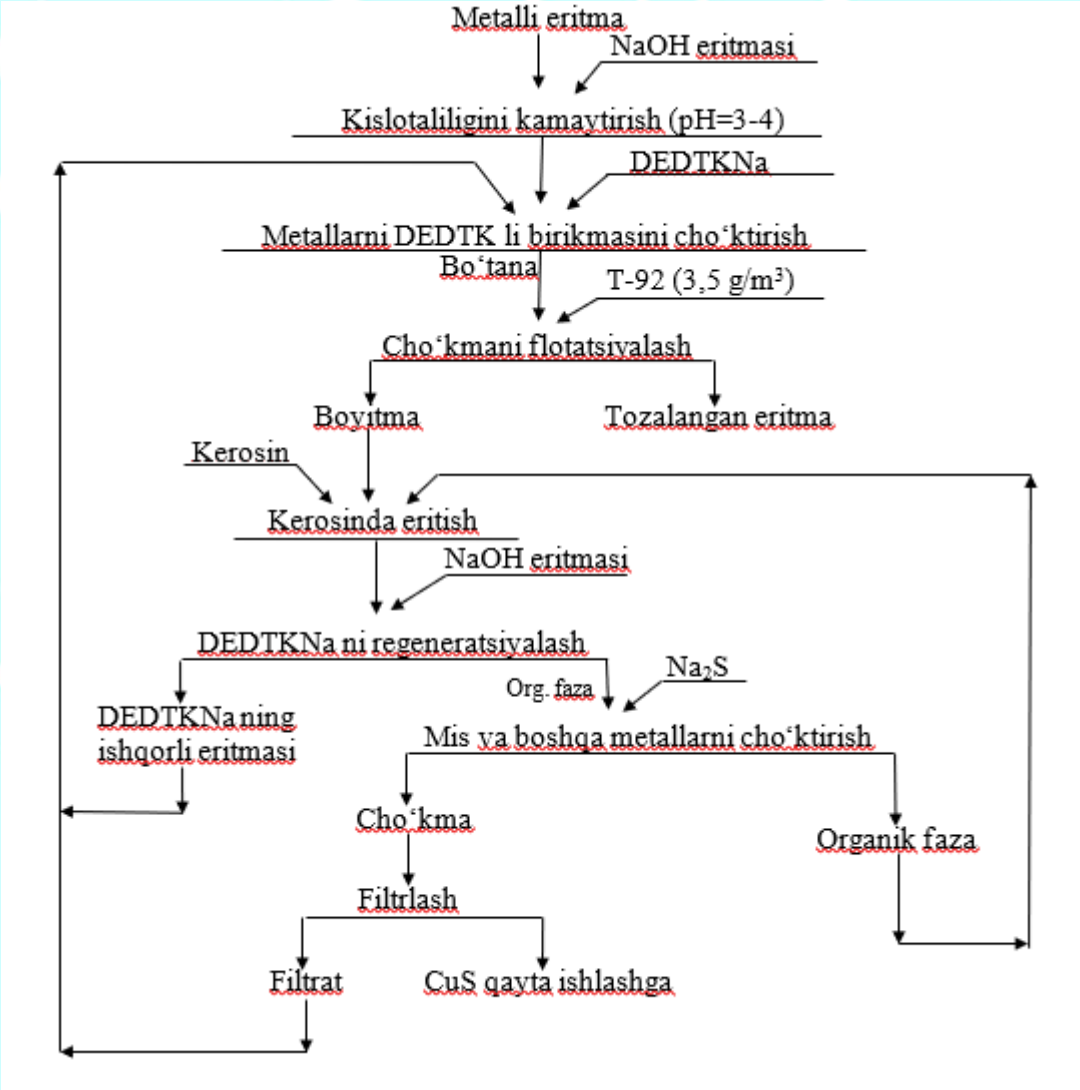
Ionli flotatsiya uchun mos keladigan ion suyuqlik-gaz interfeysida to'planishi kerak, ya'ni eritmadan sizib o'tadigan gaz pufakchalari ustida. Jarayon sharoitlari shunday tanlanadiki, eritma orqali gaz pufakchalari olingan ionlar (kolligen) birikmasining (sublatini) sirt faol moddasi bilan suzib yuradi va uning ustida kichik (bir necha santimetrdan ko'p bo'lmagan) beqaror ko'pik qatlami paydo bo'ladi. Eritma yuzasida, uning yuqori qatlamlarida ikkilamchi kontsentratsiya jarayonlari natijasida ko'pik (qattiq gidrofobik mahsulot) hosil bo'ladi. Ionli flotatsiyani tegishli jarayonlardan ajratib turadigan xarakterli xususiyatlari sirt faol moddalarni kollektor sifatida ishlatish va ko'pikning mavjudligidir. Pufakchalarning tashqi yuzasi manfiy zaryadlangan va kationlar ko'pikdagi pufakchalar ustidagi qo'sh qavatning tashqi qoplamasida to'plangan. Pufakchalar tomonidan ushlangan eritmada, ko'pik parchalanganda, kationlar konsentratsiyasi dastlabki eritmaga qaraganda yuqori bo'ladi.

Kationlarni flotatsiyalash uchun anion tipdagi yig'uvchi talab qilinadi, masalan, R–COO- (karboksilat), $R–SO_3^-$ (sulfonat), $R–OSO_3^-$ (sulfat), $RC_6H_5–SO_3^-$ (benzolsulfat), $R–OPO_3^{-2}$ (fosfat), $R–CHSO_3COO^-$ (sulfokarboksilat), bunda, R – uglevodorod radikali C_nH_{2n+1}; n=10-16. Anionlarning flotatsiyasi uchun kation turdagi yig'uvchi qo'llaniladi, masalan, $R\text{-}NH_2$ (birlamchi amin); ikkilamchi R_2NH; uchinchi darajali R_3N. Yig'uvchilar ajratib olinishi kerak bo'lgan ion bilan havo pufakchasiga yopishib oladigan qiyin eruvchan cho'kma hosil qiladi. Ko'pikli flotatsiyada esa gidrofob cho'kmalar ajratib olinadi, ionlar emas. Ion flotatsiyasini bir nechta sohalarda qo'llash imkoniyati mavjud: sanoatda kontsentratsiyani oshiruvchi usul sifatida; eritmalar kimyosining ayrim nazariy muammolarini o'rganishda; biokimyoda. Bu imkoniyatlarning barchasi faol o'rganilmoqda, ammo adabiyotlarda hali yetarlicha yoritilmagan. Amalda, ionli flotatsiya birinchi navbatda eritmalardan qimmatli komponentlarni olish uchun ishlatilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Ionli flotatsiya jarayonini amalga oshirishning texnologik sxemasi 1-rasmda keltirilgan.

Metallarni eritmalardan ionli flotatsiya usulida ajratib olish maqsadida ishlab chiqilgan texnologik sxema quyidagi asosiy texnologik jarayonlarni o‘z ichiga oladi: Eritmaning kislotaliligini tushirish pH=3-4 gacha, metallarning DEDTKNa li birikmalarini kollektiv cho‘ktirish, metallarni ajralishi 95% dan yuqori, flotatsiyaning optimal vaqti 6-8 daqiqa, Flotatsiyaning ko‘pikli mahsulotini kerosinda eritish, vo/vs=1, DEDTKNa reagentini regeneratsiyalash (NaOH eritmasi bilan amalga oshiriladi), mis va boshqa metallarni cho‘ktirish (Na_2S yordamida amalga oshiriladi).



1-rasm. Ionli flotatsiyani amalga oshirishning texnologik sxemasi

1-rasmda berilgan texnologik sxemaga ko‘ra dastlab metalli eritma mahsus aralashtirgichli idishda kislotaliligi pH 3-4 gacha kamaytirish uchun so‘ndirilgan ohak eritmasi qo‘shiliadi. Shundan so‘ng eritmaga DEDTKNa solinib metalli birikma cho‘ktiriladi hosil bo‘lgan bo‘tanaga ko‘pik hosil qiluvchi reagent (T-92) qo‘shilib kolonnali flotomashinada flotatsiya jarayoni amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Bo‘tanani flotatsiyalash natijasida ko‘pikli mahsulot va tozalangan eritma olinadi. Ko‘pikli mahsulot kerosin bilan eritiladi. Undan keyin DEDTKNa ni regeneratsiyalash uchun NaOH eritmasi qo‘shiladi, natijada hosil bo‘lgan organik fazaga Na_2S berilib Cu va boshqa metallar cho‘ktiriladi, DEDTKNa ishqorli eritmasi esa jarayonga qaytariladi. Olingan cho‘kma filtrlanib CuS olinadi, organik faza esa jarayonga qaytariladi. Mis (II) sulfidi metallurgik qayta ishlashga yuboriladi.

Eritmalardan metallarni ionli flotatsiya usulida ajratib olish jarayonini tadqiq qilish

Ionli flotatsiyada ishlab chiqarish unumdorligi hamda metallarni ajratib olish darajasi yuqori bo‘ladi (90% dan yuqori). Jarayon eritmalarda metallarning past konsentratsiyalarida (10-100 mg/l) ham samarali ajratib olish imkoniyati borligi bilan ahamiyatlidir. Ionli flotatsiyaning samarali kechishiga ta‘sir qiluvchi omillardan biri bu eritmaning pH muhitidir. Muhitning ko‘p kislotaliligi ionli flotatsiya jarayonning ajratib olinayotgan mahsulotning eruvchanligiga, ionning zaryadiga ta’sir o‘tkazishi, ion-yig‘uvchi nisbatni o‘zgartirishi va ko‘pikning barqarorligiga ta’sir qilishi mumkin.

Ionli flotatsiya jarayonini olib borishning optimal pH muhitini aniqlash maqsadida pH ning turli qiymatlarida tajribalar o‘tkazildi. Yig‘uvchi sifatida dietilditiokarbamat natriy tuzi (DEDTKNa) dan ko‘pik hosil qiluvchi sifatida (T-92) reagentidan foydalanildi. Tadqiqot natijalari 1-jadval va 2-rasmda keltirilgan.

1-jadval

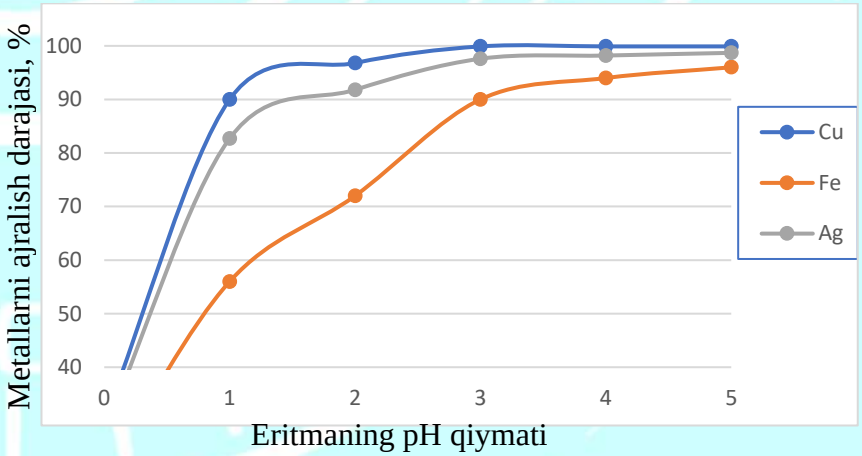
Eritmalardan metallarni DEDTK Na bilan ionli flotatsiyalash natijalari

Dastlabki eritmadagi metallar miqdori, mg/l			Tajriba sharoiti	Eritmaning pH muhit	Ionli flotatsiyadan keyingi eritmadagi metallarning miqdori, mg/l			Ko‘pikli mahsulot-ning chiqishi, g/l	Ko‘pikli mahsulotga ajratib olish darajasi, %		
Cu	Fe	Ag			Cu	Fe	Ag		Cu	Fe	Ag
860	1200	120	DEDTKNa sarfi stexiomet. bo‘y. 100%, flot. davomiyligi-	1	86	528	12,5	21	90	56	89,6
				2	27	336	6,4	22	96,8	72	94,7
				3	1,2	120	0,2	24	99,9	90	99,8

ISSN 3030-3907

			6 min. T-92 sarfi – 3,5 g/m^3	4	1, 2	72	0,1	25	99, 9	94	99,9
				5	1, 2	48	0,1	25	99, 9	96	99,9

Eritmadan metallarni ionli flotatsiya usulida ajratib olish jarayoni samaradorligi ma’lum miqdorda eritmaning pH muhitiga bog‘liq bo‘ladi. Eritmada tajribalar olib borilgan pH ning barcha qiymatlarida ham metallarning DEDTK li birikmalarini ajralishi kuzatiladi. Mis va boshqa metallarning maksimal miqdorda ajralishi pH ning 3-4 qiymatlarida kuzatildi. Iqtisodiy va texnologik ko‘rsatkichlarni inobatga olgan holda ionli flotatsiya jarayonini amalga oshirishda pH ning optimal qiymati 3-4 oralig‘ida bo‘lishi aniqlandi.



2-rasm. Metallarni eritmalardan ajratib olish darajasini eritmaning pH muhitiga bog‘liqlik grafigi

Eritmada metallarning gidrooksidlar ko‘rinishida bo‘lishini ta’minlaydigan pH ning qiymatida metallarni to‘liq ajratib olish mumkin bo‘ladi. pH qiymatini tushishi bilan metallarni ajratib olish darajasini pasayishi yig‘uvchining kislotali muhitda parchalanishi va metallarni eritmada ion holatga o‘tishi bilan bog‘liq bo‘ladi. Metallarni eritmalardan pH ning yuqori qiymatlarida ajratib olish darajasining pasayishi metallarni boshqa yig‘uvchi bilan ta’sirlashmaydigan formaga o‘tishi bilan tushuntiriladi.

Metallar kationlarining ajraluvchanligi asosiy ikki omilga: gidratlanish energiyasi va hosil bo‘lgan birikmaning barqarorligiga bog‘liq. Kation radiusi qanchalik kichik bo‘lsa va uning zaryadi qanchalik katta bo‘lsa, sublatning mustahkamligi shunchalik yuqori bo‘ladi va flotatsiya jarayoni shunchalik yaxshi kechadi. Tadqiqot natijalari ushbu organik reagent asosida mis ionlarini selektiv ajratib olish, va sorbsiya qilishda samarali qo‘llanilishi mumkinligini ko‘rsatadi. Ushbu yondashuv kelgusida metall ionlari bilan kompleks hosil qiluvchi yangi reagentlarni loyihalash va sintez qilishda nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi. Shuningdek, metallarni ionli flotatsiya usulida ajratib olish jarayoni

ISSN 3030-3907

samaradorligini yig‘uvchi reagent sarfiga bog‘liqligi ham o‘rganildi. DEDTKNa bir asosli kuchsiz dietilditiokarbamid kislotaning tuzi bo‘lib quyidagi tuzilish formulasiga ega.

Hozirgi kunda DEDTKNa ni ta’sir qilish bosqichlarining nazariyasi eksperimental tasdiqlangan. Birinchi bosqichda 1-reaksiya bo‘yicha anionning gidrolizi ro‘y beradi.

$(C_2H_5)_2NC(S)S^- + H^+ = (C_2H_5)_2NC(S)SH$ (1)

Nisbatan sekin kechadigan ikkinchi bosqichda bir asosli dietilditiokarbamid kislotaning mos keluvchi ikkilamchi amin va uglerod disulfidi hosil bo‘lishi bilan parchalanadi.

$(C_2H_5)_2NC(S)SH^- + H^+ = (C_2H_5)_2NH_2 + CS_2$ (2)

Kislotaliligi yuqori bo‘lgan suvli eritmalarda metall ionlarini ajratib olish imkoniyati yig‘uvchi reagentning parchalanish tezligi bilan emas, balki ma’lum bir metallning berilgan reagent bilan kuchli birikmalar hosil qilishga moyilligi bilan belgilanadi. Eritmada asosan mis, temir va kumush metallariga tahlillar olib borilgan bo‘lib. Bundan tashqari rux, molibden, nikel va bir qancha ahamiyatga ega bo‘lgan metallar ham uchraydi. Ionli flotatsiyada eritmada uchraydigan barcha metallarni kompleks ajratib olish imkoniyati yuqori bo‘lib. Metal ionlarining DEDTKNa bilan o‘zaro ta’siri quyidagi reaksiyalar natijasida yuz beradi:

$Cu^{+2} + 2(C_2H_5)_2NC(S)SNa = [(C_2H_5)_2NC(S)S]_2Cu + 2Na^+$ (3)

$Fe^{+2} + 2(C_2H_5)_2NC(S)SNa = [(C_2H_5)_2NC(S)S]_2Fe + 2Na^+$ (4)

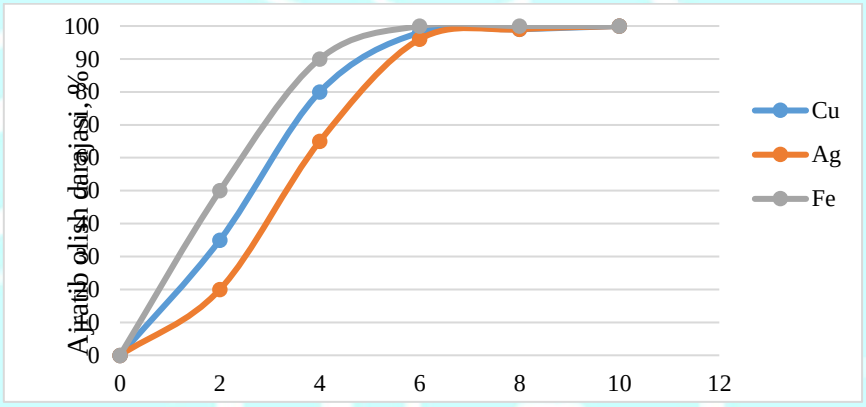
$Fe^{+3} + 2(C_2H_5)_2NC(S)SNa = [(C_2H_5)_2NC(S)S]_3Fe + 3Na^+$ (5)

$Ag^+ + (C_2H_5)_2NC(S)SNa = (C_2H_5)_2NC(S)S]\ Ag + Na^+$ (6)

Tadqiqotlar natijasida aniqlandiki, yig‘uvchi reagent konsentratsiyasining ortishi pH ning kichik qiymatlarida ham metallarni ajratib olish darajasining yuqori bo‘lishiga olib keladi. Ma’lum bo‘ldiki pH ning keng intervalida DEDTKNa ning dastlabki konsentratsiyasi 25 g/l bo‘lganda bu usul samarali bo‘lishi aniqlandi.

Tadqiqotlar jarayonida metallarning DEDTKNa li cho‘kmalarini ajratib olishning optimal vaqtini aniqlash bo‘yicha tajribalar ham o‘tkazildi. Ionli flotatsiyaning optimal vaqtini aniqlash bo‘yicha 3, 4, 6, 8, 10 daqiqa davomida tajribalar olib borildi, o‘tkazilgan tajribalar narijasiga ko‘ra 3-rasmda keltirilgan diagramma qurildi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Metallarni eritmadan boyitmaga ajratib olish darajasini flotatsiyalash davomiyligiga bog‘liqligi

3-rasmdagi diagrammadan ko‘rinib turibdiki metallarni eritmadan to‘liq ajratib olish uchun 6-8 minut davomida flotatsiyalash lozim bo‘ladi.

2-jadval

Kam konsentratsiyali eritmani ionli flotatsiyalashning material balansi (elementlar bo‘yicha)

№	Mahsulotlar	O‘l. birligi	Miqdori	Tarkibi			Miqdori, g			Taqsimlanishi, %		
				Cu, %,g/l	Ag, g/t,	Fe,g/l	Cu	Ag	Fe	Cu	Ag	Fe
	Ionli flotatsiya											
1	Yuklandi:											
2	Eritma	g	3432,4	0,86	0,122	1,2	2,957	0,00042	4,12	89,57	4,7	1,42
3	DEDTKNa	g	24,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	**Jami:**		**3456,7**									
5	Boyitma	g	25,95	11,36	16,06	14,25	2,95	0,000417	3,7	89,3	4,67	1,42
6	Eritma	g	3430,7	0,002	0,0008	0,12	0,00	0,00000	0,42	0,27	0,03	0,16
7	**Jami:**		**3456,7**				**2,957**	**0,00042**	**4,12**	**89,57**	**4,7**	**1,58**

Gidrofob cho‘kmalarning flotatsiyalash kinetikasi birinchi tartibli kimyoviy reaksiya kinetikasi tenglamasiga o‘xshash tenglama bilan tavsiflanadi. Bunda muvozanat konstantasi doimiyligi flotatsiya jarayoni qanday tezlikda borishini ko‘rsatib ajratib olinayotgan materialning flotatsion xossasini, jarayonning reagent rejimini va amalga oshirish dastgohi konstruksiyasini tavsiflaydi.

Tajriba sharoiti: pH-3-4, yig‘uvchi reagent sarfi-stexiometriya bo‘yicha 100%, T-92 sarfi-3,5 g/m^3. Metallarni eritmalardan ionli flotatsiya usulida ajratib olishning maksimal qiymatiga 20-25^{o}C haroratda erishildi. Haroratning bundanda

ISSN 3030-3907

oshirilishi hosil bo‘lgan birikma (sublat) ning eruvchanligi ortishi sababli jarayon samaradorligining pasayishiga olib keladi.

Xulosa

Konchilik va metallurgiya sanoatining kam konsentratsiyali aylanma eritmalari hamda chiqindi suvlaridan turli moddalarning ionlarini flotatsiya usulida ajratib olish ionli flotatsiya usulida amalga oshirildi. Kam konsentratsiyali eritma tarkibidagi qimmatli metallarni yig‘uvchi reagent DEDTKNa qo‘llagan holda ionli flotatsiya usulida ajratib olishning optimal parametrlari aniqlandi. Bunga ko‘ra flotatsiyalashda pH ning optimal qiymati 3-4 oralig‘ida bo‘lishi, DEDTKNa konsentratsiyasi 25 g/l, T-92 sarfi-3,5 g/m^3, flotatsiyalash vaqti 6-8 minut. Bunda misni eritmadan ajratib olish darajasi 99,9% ga yetib tarkibida 11,36% Cu va 16,06% Ag bo‘lgan flotoboyitma qo ‘shimcha mahsulot sifatida olindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Абдурахмонов С.А., Масидиков Э.М., Ахтамов Ф.Э. Возможности привлечения к переработке техногенных отходов меднообогатительных фабрик // Universum: технические науки,-г. Москва,-2024. - №12(129).-С.16-19.
2. Abduraxmonov S., Masidikov E.M., Axtamov F.E. Возможности комплексной переработки техногенных отходов медного производства // Universum: технические науки. - Москва, 2022. - №11 (104). – С. 74-78.
3. Abdurakhmonov S.A., Masidikov E.M., Akhtamov F.E. Possibilities of comprehensive processing of man-made waste from copper processing plants // International scientific journal Science and innovation,-2024.-Vol. 3, - p. 130-135.
4. Masidikov E.M., Abduraxmonov S.A., Axtamov F.E. Mis boyitish fabrikasi texnogen chiqindilarini qayta ishlashga jalb qilish imkoniyatlari // Kompozitsion materiallar: Ilmiy-texnikaviy va amaliy jurnali-№4/2024y; 217-220-b.
5. Abduraxmonov S.A., Masidikov E.M., Axtamov F.E. Mis boyitish fabrikalari texnogen chiqindilarini kompleks qayta ishlash imkoniyatlari // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, - 2024. Vol. 2(5), 44-49-b.
6. Abduraxmonov S.A., Masidikov E.M., Axtamov F.E. Mis boyitish fabrikasi texnogen chiqindilaridan metallarni ajratib olish bo‘yicha tadqiqotlar // Sanoatda raqamli texnologiyalar ilmiy texnik jurnali, - 2024. Vol. 2, №4-1, 53-56-b.
7. Xoliqulov Doniyor Baxtiyorovich, Boltayev Olmos Najmidinovich, Xaydaraliev Xolbay rustam o‘g‘li. «mis ishlab chiqarish texnologik eritmalaridan metallarni cho’ktiruvchi reagentlar yordamida ajratish» // International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, vol. 1, no. 2, 2020, pp. 36–45.
8. Абдурахмонов С.А., Холикулов Д.Б. Применение ионной флотации для извлечения металлов из растворов, образующихся при производстве цветных

ISSN 3030-3907

металлов // Материалы международной научно-технической конференции. – Навоий, 2013. – С. 106–107.

9. Стрижко В.С., Шехерев Д.В., Абрютин Д.В. Ионная флотация для очистки техногенных растворов: применение и моделирование. М.: Алтекс, 1999. 25 с.

10. Абдурахмонов С.А., Холикулов Д.Б., Нормуротов Р., Назаров А. Статическая обработка показателей ионной флотации металлов из сернокислых растворов // Горный вестник Узбекистана. – 2005. – №4. – С. 67–69.

ISSN 3030-3907

БУРҒУЛАШ ЭРИТМАСИ УЧУН МОЙЛОВЧИ МАТЕРИАЛНИ ОЛИШ ТЕХНОЛОГИЯСИ

Усмонов С.Б.
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти
Санетуллаев Е.Е.
Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети
Тажимова Г.Р.
ЎзР ФА Умумий ва ноорганик кимё институти
Инаев Қ.Ж.
Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети
Бозорбоев З.У.
Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети
Ибраимова Г.Р.
Бердақ номидаги Қорақалпоқ давлат университети
E-mail: Gulistan9808@gmail.com

Аннотация: Ушбу мақолада маҳаллий хом-ашёлар асосида бурғулаш эритмалари учун юқори мойловчанликка эга сурков мойини тайёрлаш технологияси ишлаб чиқилди. Ишлатилган мотор мойи, госсипол қатрони, триэтаноламин ва неоноллар асосида мойловчи реагентнинг бир неча таркиблари синтез қилиниб, физик-кимёвий кўрсаткичлари солиштирилди. Олинган натижалар маҳаллий хом-ашёлар асосида бурғулаш жараёни самарадорлигини ошириш имконини тасдиқлайди.

Калит сўзлар: бурғулаш эритмаси, мойловчи қўшимча, ишлатилган мотор мойи, госсипол қатрони, эмульсия барқарорлиги, триэтаноламин, неонол.

Аннотация: В данной статье разработана технология приготовления смазки с высокой смазываемостью для буровых растворов на основе местного сырья. Синтезировано несколько составов смазочного реагента на основе отработанного моторного масла, госсиполовой смолы, триэтаноламина и неонолов и сравнены их физико-химические показатели. Полученные результаты подтверждают возможность повышения эффективности процесса бурения на основе местного сырья.

Ключевые слова: буровой раствор, смазочная добавка, отработанное моторное масло, госсиполовая смола, стабильность эмульсии, триэтаноламин, неонол.

Abstract: This article develops a technology for preparing highly lubricating lubricants for drilling fluids based on local raw materials. Several compositions of a lubricating reagent were synthesized based on spent motor oil, gossypol resin, triethanolamine, and neonols, and their physicochemical indicators were compared. The obtained results confirm the possibility of increasing the efficiency of the drilling process based on local raw materials.

Keywords: drilling fluid, lubricating additive, spent motor oil, gossypol resin, emulsion stability, triethanolamine, neonol.

Кириш

Бурғулаш эритмаларининг самарадорлиги кўп жиҳатдан уларнинг мойловчанлик даражаси, эмульсия барқарорлиги ва металл–гил заррачалари билан ўзаро таъсирига боғлиқ. Илмий манбаларда қайд этилишича, бурғулаш жараёнида юзага келувчи ишқаланиш, едирилиш ва қудуқ деворларининг емирилиши асосан мойловчи қўшимчалар етарли даражада эмаслиги билан боғлиқ бўлади [1–3]. Шунинг учун бурғулаш суюқликларига юқори мойловчанликка эга, термик барқарор ва металл юзасида ҳимояловчи плёнка ҳосил қиладиган реагентларни қўллаш долзарб ҳисобланади.

Сўнгги йилларда экологик ва иқтисодий жиҳатдан самарали бўлган материаллардан, хусусан, қайта ишланган мойлар ва ўсимлик таркибли қатронлардан фойдаланиш кенгайиб бормоқда [4]. Адабиётларда ишлатилган мотор мойининг ҳимояловчи ва мойловчи плёнка ҳосил қилиш қобилияти юқори экани, шунингдек, унинг қайта ишланиши иқтисодий жиҳатдан мақбул экани таъкидланади [4,5].

Госсипол қатрони каби табиий полифенолли моддалар юқори қутбланишга эга бўлганлиги учун метал юзасига кучли адгезияланади ва термик барқарор плёнка ҳосил қилади, шунингдек, эмульсиянинг турғунлигини оширади [6]. Шу боис госсипол қатронини мойловчи қўшимчалар таркибига қўшиш бурғулаш эритмасидаги сув-мой системасининг барқарорлигини сезиларли яхшилайди.

Эмульсия барқарорлигида триэтаноламин муҳим ўрин тутади. Манбаларда у сирт-фаол модда сифатида эмульсиянинг парчаланишига йўл қўймаслиги, қатрон билан реакцияга киришиб фаол эмульгатор шакллантириши ва металл-гил заррачаларининг ҳўлланиш хусусиятларини яхшилаши қайд этилган [7].

Неонол туркумидаги ноионоген сирт-фаол моддалар эса кам миқдорда ҳам сув-мой эмульсиясини барқарорлаштириш, сирт таранглиқни пасайтириш ва дисперсияни яхшилаш қобилиятига эга [8]. Тадқиқотларда триэтаноламин–неонол комбинацияси синергетик таъсир кўрсатиб, эмульсия барқарорлигини янада ошириши исботланган.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ

Бурғулаш эритмаси учун сурков мойини олиш учун биз ишлатилган мотор мойи, госсипол қатрони, триэтаноламин ва неоноллардан фойдаландик.

Республикамизда турли хил саноат ва халқ хўжалигида ишлатилган мотор мойлари заҳирасининг юқорилигини инобатга олган ҳолда мойловчи материалнинг бир компоненти сифатида ишлатилан мотор мойи танлаб олинган. Бунда ишлатилган мотор мойининг асосий вазифаси мойловчанлик хусусиятини яхшилаш орқали ишқаланиш коэффициентини камайтириш, қудуқ деворларда гидрофобизатор, металл ва гилда плёнка ҳосил қилиши,

ISSN 3030-3907

шламнинг бурғилаш колоннасига адгезияланишини камайтиради ва қисман эритманинг қовушқоқлигига таъсир кўрсатади.

Республикамизда пахта етиштириш ва ёғ-мой саноатининг яхши ривожланганлигини инобатга олган ҳолда бурғулаш эритмасининг мойловчанлик хусусиятини яхшиловчи реагент таркибига госсипол қатронидан фойдаланиш мумкинлигини ўргандик. Госсипол қатронининг асосий вазифаси адгезион-боғловчи ва ҳимояловчи компонетдир, у юқори қутбланишга эга шунинг учун мойнинг метал юзасига адгезияланишини яхшилайди, металда юпқа плёнка ҳосил қилади, бу ҳолат эритма таркибида сув бўлганда юқори ҳароратда ҳам ўзини қобилиятини сақлаб қолади. Эмульсиянинг турғунлигини таъминлашга ҳам хизмат қилади, қатрон мой-сув фазаси чегарасининг барқарорлаштиради. У антикоррозион хусусиятга ҳам эга ва пўлатнинг электрокимёвий фаоллигини камайтиради.

Триэтаноламиннинг асосий роли эмульгатор, барқарорлаштирувчи ва қатроннинг фаоллантирувчиси ҳисобланади. У сирт фаол модда ҳисобланиб, госсипол қатронининг кислотали гуруҳлари билан таъсирлашиб сирт фаолик хусусиятини беради. Реагентни бурғулаш эритмасига қўшганда унинг парчаланишини яъни ажралиб кетишини олдини олади, яъни мой ва сув брикишини таъминлайди. Сирт таранглиқни камайтиради ва шлам ва металл юзасининг ҳўлланиш қобилиятини оширади.

Неонол бу ноионоген сирт фаол модда бўлиб, қўшимча эмульгатор ва диспергатор сифатида қўлланилади. Улар оксиэтиленланган алкилфеноллар бўлиб юқори даражада сирт фаолликга эга. Кам концентрацияда ҳам мой ва сувнинг эмульгирлаш хусусиятини яхшилайди. Сирт таранглиқни камайтиради ва катиқ жисмларни (металл, гил ва шлам) ҳўлланиш қобилиятини яхшилайди. Триэтанол амин билан синергетик таъсирлашуви натижасида эмульсия барқарорлигини янада кучайтиради. Кўпик ҳосил бўлишини камайтиради ва мойловчи реагентни бурғулаш эримасига бир хил тақсимланишини таъминлайди.

Натижада ишлатилган мотор мойи мойловчанлик хусусиятини, госсипол қатрони адгезия ва плёнка, триэтаноламин эмульгатор ва қатрон активатори, неонол эса тизимни баркарорлаштирувчи сирт фаол модда сифатида фаолият кўрсатади. Улар биргаликда композиция ҳосил қилиб металл ва гил заррачаларида барқарор мой-қатрон микрорплёнкасини хосил килади, бу эса бурғулаш жараёнида ишкаланиш, едирилиш ва коррозияни пасайтирувчи сифатида фойдаланилади.

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР

Мойловчи реагентнинг таркибини ишлаб чиқаришда танланган компонентлар асосида мойловчи реагентнинг турли таркиблари ишлаб чиқилган. Турли таркибли мойловчи материалнинг миқдорий ўзгариши 1-жадвалда келтирилган.

ISSN 3030-3907

1-жадвал

Мойловчи материалнинг турли таркиблари

Компонетларнинг номи	Компонентлар миқдори, %		
	ММ-1	ММ-2	ММ-3
Ишлатилган мотор мойи	65	75	85
Госсипол қатрони	22,6	16	10,2
Триэтаноламин	12,3	8,96	4,7
Неонол	0,07	0,04	0,03

Уч хил таркибда олинган мойловчи материалнинг энг мақбулини танлаб олиш учун олинган мойловчи материалларнинг физик-кимёвий кўрсаткичлари аникланилган ва 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Олинган мойловчи материалларнинг физик кимёвий кўрсаткичлари

Кўрсаткичноми	Ўлчов бирлиги	ММ-1	ММ-2	ММ-3
Зичлик, 20^0C да	г/см^3	0,96	0,93	0,89
Кинематик қовушқоқлиги, (40^0C)	мм^2/с	180	230	310
Қовушқоқлик (100^0C)	мм^2/с	25	34	48
Ишкаланиш коэфициенти (эритмадаги пўлатга нисбатан)	-	0,18	0,13	0,10
Кўрикланиш (API бўйича)	см^3/см^3	150/100	90-60	40-30
pH сувли фаза (1% эмульсия)		9,2	8,8	8,3
Ҳўлланиш қобилияти (пўлатда бурчак ҳосил қилиши)	° (градус)	24°	18°	15°

2-жадвалдан кўриниб турибдики ММ-2 мойловчи материал энг мақбул кўрсаткичларга эга бўлганлиги учун кейинги бочқичларда бурғулаш эритмаси тайёрлашда танлаб олинган.

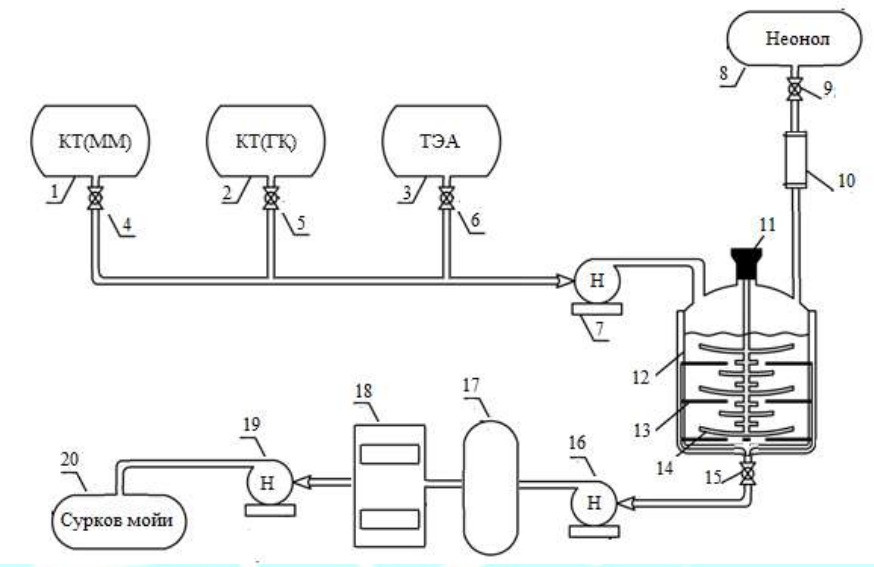
Бурғулаш эритмаси учун сурков мойини олишда асосий хусусияти мойлашга қаратилган бўлиб, умумий миқдордан келиб чиққан ҳолда 75% миқдорда суюқ углеводород сифатида комплекс тайёрланган “Ишлатилган М-20А мотор мойи”, 16% миқдорда комплекс тайёрланган “Госсипол қатрони”, 8,96% миқдорда триэтаноламин аралашмаси ва 0,04% миқдорда депрессор қўндирмаси сифатида “Неонол 9-12” компонентлардан фойдаланилган (3-жадвал).

ISSN 3030-3907

3-жадвал

Бурғулаш эритмаси учун сурков мойининг миқдорий таркиби

Намуна	Комплекс тайёрланган “Ишлатилган М-20А мотор мойи”	Комплекс тайёрланган “Госсипол қатрони”	Триэтаноламин аралашмаси	“Неонол 9-12” депрессорли қўндирма
ММ-2	75%	16%	8,96	0,04



1-расм. Бурғулаш эритмаси учун сурков мойи олиш технологияси: *1-комплекс тайёрланган мотор мойи сақловчи сиғим; 2-комплекс тайёрланган госсипол қатрони сақловчи сиғим; 3-триэтаноламин сақловчи сиғим; 4,5,6,9,15-зулфинлар; 7,16,19-насослар; 8-Неонол 9-12 маркали қўндирмани сақловчи сиғим; 10-қўндирмани тақсимлаб берувчи дозатор; 11-аралаштиргични ҳаракатлантирувчи редуктор; 12-аралаштирувчи реактор; 13-қувурли электр иситкич (ТЭН); 14-аралаштиргич; 17-фильтр; 18-гомогенизатор; 20-тайёр маҳсулотни сақловчи сиғим.*

Технологик схемасининг тавсифи. 1-комплекс тайёрланган мотор мойини сақловчи сиғимдан 4-зулфин очилиб, 7-насос ёрдамида умумий массанинг 75% миқдорда комплекс тайёрланган мотор мойи 12-аралаштирувчи реакторга юборилади ва 4-зулфин қайтиб ёпилади, ушбу реакторда комплекс тайёрланган мотор мойи 60-80°С ҳарорат атрофида 13-қувурли электр иситкичлар ёрдамида қиздирилиб турилади ва унга 2-комплекс тайёрланган госсипол қатрони сақловчи сиғимдан 5-зулфин очилиб 7-насос ёрдамида умумий массанинг 16% миқдорида комплекс тайёрланган госсипол қатрони қўшилади ва 5-зулфин қайтиб ёпилади.

Сўнгра аралашма 10-20 дақиқа давомида 14-аралаштиргич ёрдамида яхшилаб аралаштириб турилади. Вақт ўтгандан сўнг 3-триэтаноламин сақловчи сиғимдан 6-зулфин очилиб 7-насос ёрдамида умумий массанинг

ISSN 3030-3907

8,96% миқдорида триэтаноламин моддаси 12-реакторга қўшилади ва 6-зулфин ёпилади. Сўнгра 12-реактордаги аралашма 14-аралаштиргич ёрдамида худди шундай 10-20 дақиқа давомида яхшилаб аралаштирилади. Ундан кейин 8-Неонол 9-12 маркали депрессорли қўндирмани сақловчи сиғимидан 9-зулфин очилиб 10-дозатор ёрдамида умумий массанинг 0,04% миқдорида 12-реактордаги аралашмага қўшилади ва 9-зулфин ёпиб қуйилади. Реактордаги аралашма 14-аралаштиргич ёрдамида яна 10-20 дақиқа давомида яхшилаб аралаштирилади. Ҳосил бўлган аралашма 12-реаторнинг пастида жойлашган 15-зулфин очилиб 16-насос ёрдамида 17-фильтрга юборилади. Фильтрдан ўтган мой 18-гомогенизаторда гомоген ҳолатга келтирилади ва 19-насос ёрдамида тайёр маҳсулотни сақловчи сиғимга юборилади.

Фақатгина қудуқ чуқурлиги ортганда мойловчи қўшимчани сифат кўрсаткичларини яхшилаш ва ҳароратга чидамлигини ошириш мақсадида таркибига 2% графит қўшилади. Биз ҳам олинган мойловчи материалимиз ва Республикамиз Тазаскан конидан маҳаллий олимларимиз томонидан олинган графитни қўллаган ҳолда ММГ турдаги мойловчи қўшимча ҳам олганмиз ва Шағиллик конида эксплуатацион колонна остини қазишда синовлардан ўтказилган.

ХУЛОСА

Тақдим этилган технологик схема асосида сурков мойини тайёрлаш жараёни ишлаб чиқилди ва унинг амалиётда қўлланиш имконияти тасдиқланди. Қудуқ чуқурлиги ошганда мойлаш хусусиятларини кучайтириш мақсадида 2% графит қўшилган ММГ варианти ҳам тайёрланиб, тоғ-шароитдаги синовлардан муваффақиятли ўтди. Умуман, ишлаб чиқилган мойловчи материал маҳаллий хом ашёлардан фойдаланган ҳолда бурғулаш самарадорлигини оширишга хизмат қилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Darley H.C.H., Gray G.R. Composition and Properties of Drilling and Completion Fluids. – Houston: Gulf Publishing, 2011. 704 p.
2. Caenn R., Darley H.C.H., Gray G.R. Drilling Fluids: Functions and Properties // Journal of Petroleum Science. 2017. Vol. 32. P. 45–62.
3. Ahmed T. Fundamentals of Drilling Engineering. – Richardson: Society of Petroleum Engineers (SPE), 2010. 420 p.
4. Fattah K.A., Al-Mahyawi A.N., Al-Saba M. Recycling of Used Engine Oil for Drilling Fluid Formulations // Journal of Petroleum Exploration and Production Technology. 2019. Vol. 9(2). P. 823–832.
5. Ogbeide S.O. Tribological Performance of Waste Engine Oil as Lubricant Additive // Tribology International. 2018. Vol. 120. – P. 390–398.

ISSN 3030-3907

6. Zhang Y., Liu J., Wang P. Natural Phenolic Resin-Based Lubricants for Drilling Fluids // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2020. Vol. 586. P. 124–139.
7. Kumar R., Singh A., Patel M. Role of Triethanolamine in Stabilizing Oil–Water Emulsions // Journal of Surfactants and Detergents. 2015. Vol. 18(4). P. 645–653.
8. Gao P., Chen L., Xu Y. Nonionic Surfactants (Ethoxylated Alkylphenols) as Emulsifiers in Drilling Fluids // Journal of Petroleum Science and Engineering. 2021. Vol. 205. P. 108–119.

ISSN 3030-3907

KOLLABORATIV O‘QITISHDA MUAMMO-ASOSLI O‘QITISH (PBL) METODINING DIDAKTIK JARAYONDA QO‘LLANILISHI

Xalilova Nasiba Djamolovna
Tayanch doktorant, Navoiy davlat universiteti
E-mail: n_djamolovna@mail.ru
Tel: +998907390195

Annotatsiya. Ushbu maqolada muammo-asosli o‘qitish (PBL) jarayoniga umumiy nazar tashlaymiz hamda PBL samaradorligini o‘rganishga qaratilgan tadqiqotlarni tahlil qilamiz. Xulosa o‘laroq, PBLning nisbiy samaradorligini solishtirgan tadqiqotlar odatda uning uzoq muddatli bilimni saqlab qolish va o‘zlashtirilgan bilimni amaliy qo‘llash borasida yuqori samaradorlikka ega ekanini izchil tasdiqlaydi. Talaba boshchiligidagi ta’lim jarayoni o‘quvchilarni o‘z o‘qish tajribasining markaziga qo‘yadigan eng kuchli usullardan biridir. Bu yondashuv talabalarda innovatsion fikrlash, ijodkorlik, ochiq fikrlilik va mantiqiy mulohaza yuritish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Shuningdek, u amaliy va faol hamkorlikni talab qiluvchi jamoaviy o‘rganish imkoniyatlarini ham yaratadi. PBL an’anaviy ta’lim modeliga xos bo‘lgan, mazmunni haddan tashqari yod olishga yo‘naltirilgan cheklovlarni yengib o‘tishga yordam beradi. Haqiqiy hayotdan olingan muammolarni o‘quv jarayoni uchun to‘g‘ri loyihalash orqali talabalar tartibga solinmagan vazifalar ustida faol ishlash jarayonida zarur o‘quv natijalariga erishadilar. Shuningdek, ta’lim jarayonining asosiy vazifasi insonlarga o‘zlarining kundalik qiyinchiliklarini mazmunli muammolarga aylantira olish va ularni hal qilish uchun zarur fikrlash salohiyatini rivojlantirishdan iborat ekani ta’kidlangan. Muammo-asosli o‘qitish talabalarga voqea va hodisalarga “vertikal nuqtai nazardan” qarashni, ya’ni turli fanlararo bilimlar sintezidan foydalanishni o‘rgatadi. PBL jarayonining mohiyatini chuqurroq anglash ham o‘qituvchilar, ham o‘quvchilar uchun albatta foydalidir.

Kalit so‘zlar: Muammo-asosli o‘qitish (PBL), o‘quv jarayonlari, kichik guruhda hamkorlik, mustaqil yo‘naltirilgan o‘qish, ta’lim samaradorligi.

Annotation. In this article, we will provide an overview of the problem-based learning (PBL) process and analyze research aimed at studying the effectiveness of PBL. In conclusion, studies comparing the relative effectiveness of PBL consistently confirm that it usually has high effectiveness in terms of long-term knowledge retention and practical application of acquired knowledge. The student-led learning process is one of the most powerful ways to put students at the center of their learning experience. This approach develops students' innovative thinking, creativity, open-mindedness, and logical reasoning skills. It also creates opportunities for collaborative learning that require practical and active collaboration. PBL helps overcome the limitations inherent in the traditional

ISSN 3030-3907

learning model, aimed at excessive memorization of content. By correctly designing real-life problems for the educational process, students achieve the necessary learning outcomes in the process of active work on unregulated tasks. It is also emphasized that the main task of the educational process is to develop the thinking potential necessary for people to turn their daily difficulties into meaningful problems and solve them. Problem-based learning teaches students to look at events and phenomena from a "vertical point of view," that is, to use a synthesis of various interdisciplinary knowledge. A deeper understanding of the PBL process is certainly beneficial for both teachers and students.

Keywords: Problem-based learning (PBL), learning processes, small group collaboration, self-directed learning, learning effectiveness.

Аннотация. В этой статье мы рассмотрим процесс проблемно-ориентированного обучения (PBL), а также проанализируем исследования, направленные на изучение эффективности PBL. В заключение, исследования, сравнивающие относительную эффективность PBL, в целом последовательно подтверждают его высокую эффективность с точки зрения долгосрочного сохранения знаний и практического применения усвоенных знаний. Процесс обучения под руководством студента-один из самых мощных способов поставить учащихся в центр их собственного опыта обучения. Такой подход развивает у учащихся навыки новаторского мышления, творчества, непредвзятости и логического мышления. Это также создает возможности командного обучения, которые требуют практического и активного сотрудничества. PBL помогает преодолеть ограничения, присущие традиционной модели обучения, ориентированной на чрезмерное запоминание содержания.акой подход развивает у учащихся навыки новаторского мышления, творчества, непредвзятости и логического мышления. Это также создает возможности командного обучения, которые требуют практического и активного сотрудничества. PBL помогает преодолеть ограничения, присущие традиционной модели обучения, ориентированной на чрезмерное запоминание содержания. Правильно разрабатывая для учебного процесса задачи, взятые из реальной жизни, учащиеся достигают необходимых результатов обучения в процессе активной работы над нерегулируемыми задачами. Также подчеркивается, что основная задача образовательного процесса состоит в том, чтобы дать людям возможность превратить свои повседневные проблемы в значимые проблемы и развить мыслительный потенциал, необходимый для их решения. Проблемно-обоснованное обучение учит студентов смотреть на события и явления с “вертикальной точки зрения”, то есть использовать синтез

ISSN 3030-3907

различных междисциплинарных знаний. Более глубокое понимание сути процесса PBL, безусловно, полезно как учителям, так и ученикам.

Ключевые слова: проблемно-обоснованное обучение (ПБЛ), учебные процессы, сотрудничество в малых группах, самостоятельное ориентированное обучение, эффективность обучения.

KIRISH

Muammo-asosli o‘qitish (Problem-based Learning – PBL) – bu o‘quvchilarni faol ishtirok etishga, dars jarayonidagi mazmunli faoliyat orqali muammolarni hal qilishga yo‘naltirilgan pedagogik yondashuv bo‘lib, yaxshiroq o‘rganishga yordam beradi. O‘quv muhitida hamkorlikka asoslangan yondashuv talabalarning idrok modelini shakllantirishga, ularning o‘quv tajribalarini boyitishga xizmat qiladi. Bu jarayon talabalar tomonidan dars davomida egallangan bilimlarni amalda qo‘llash, tahlil qilish va aks ettirish orqali mustaqil o‘quv odatlarini rivojlantiradi.

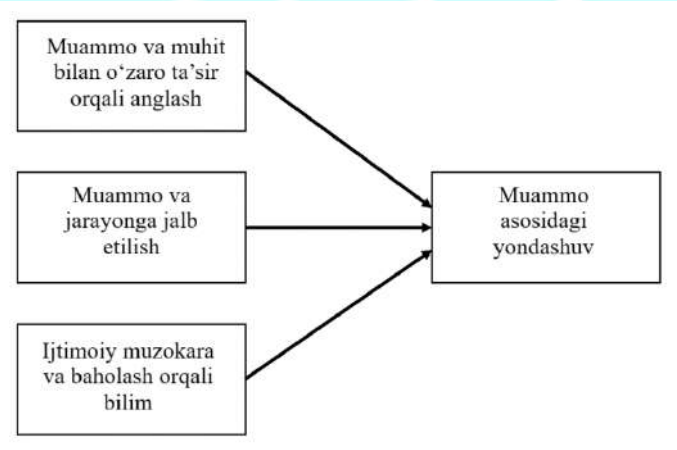
Tadqiqotchilarning fikricha, PBL orqali o‘qish talabalar ta’lim tajribasi uchun “Konstruktiv, o‘z-o‘zini boshqaruvchi, hamkorlikka asoslangan va kontekstual” faoliyat hisoblanadi.

Konstruktivizmning asosiy tamoyiliga ko‘ra, talabalar faol bilim izlovchi va bilimni birgalikda yaratuvchi sifatida ko‘riladi va ular avvalgi bilimlarga tayangan holda yangi o‘quv tajribalarini shaxsiy mental tasavvurlar yoki sxemalarga joylashtiradilar. Bunday ijtimoiy o‘zaro ta’sir talabalarning kognitiv rivojlanishi uchun muhim omil sifatida qaraladi.

Bir nechta mualliflar kuzatishicha, o‘quvchilarning xulq-atvori va natijalariga e’tibor qaratish bilan birga ularga metakognitiv jarayonlar va o‘z-o‘zini tartibga soluvchi fikrlash strategiyalarini o‘rgatish zarurligi ta’kidlanadi. Pedagogik nuqtai nazardan, PBL konstruktivistik o‘qitish nazariyasiga asoslanadi. PBL yondashuvida (1-rasm):

1. Tushunish – muammo senariysi va o‘quv muhiti bilan o‘zaro ta’sir orqali shakllanadi.
2. Muammo bilan faol shug‘ullanish va muammoni o‘rganish jarayoni o‘quvchini o‘rganishga undaydigan kognitiv dissonansni vujudga keltiradi.
3. Bilim shaxsning o‘z nuqtai nazarining asoslanganligini baholash va ijtimoiy muzokaraga asoslangan hamkorlik jarayonlari orqali rivojlanib boradi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Muammo asosidagi o‘qitish yondashuvi

Konstruktivizm masalasi o‘qituvchilarni tayyorlash va sinfdagi amaliyotda hali ham didaktik, ya’ni biryoqlama o‘qitish uslubi ustun bo‘lib, dinamik fikrlash va muloqot uchun kam imkoniyat mavjud. Sinfda PBLni joriy etish esa shunchaki darsga muammolarni kiritish emas, balki samarali o‘zaro ta’sir va hamkorlikka asoslangan izlanish orqali bilimni konstruksiya qilish imkoniyatlarini yaratish demakdir.

Mashhur ilm-falsafa namoyandasi Popper shunday degan:

“Men yoshlar zerikmasdan, muammolar qo‘yish va ularni muhokama qilishga undaydigan maktab yaratishni orzu qilganman, odamlar berilmagan savollarga berilgan javoblarni eshitishga majbur bo‘lmaydigan, imtihon topshirish uchungina o‘qilmaydigan maktabni”. Popperning ushbu orzusiga ko‘ra, o‘quvchilarga bilimni o‘zlari izlab topish, boshqalar bilan fikr almashish va muhokama qilish imkoniyati beriladi. Shundan so‘ng ular avvalgi va yangi bilimlar hamda tajribalar asosida o‘z bilim tarkibini yanada takomillashtiradilar va qayta tuzadilar. O‘z-o‘ziga yo‘naltirilgan ta’lim, tengdoshlar bilan o‘qish, jamoaviy o‘qitish va taqdimot faoliyatlari orqali o‘quvchilarning kognitiv jarayonlari yanada boyiydi va chuqurlashadi.

Tadqiqotchilar ta’kidlashicha, o‘rganishning ko‘plab jihatlari mavjud bo‘lib, fikrlashni eng samarali tarzda rivojlantirish muammo-asosli o‘qitish (PBL) orqali amalga oshishi mumkin. Bu quyidagi jihatlarni o‘z ichiga oladi:

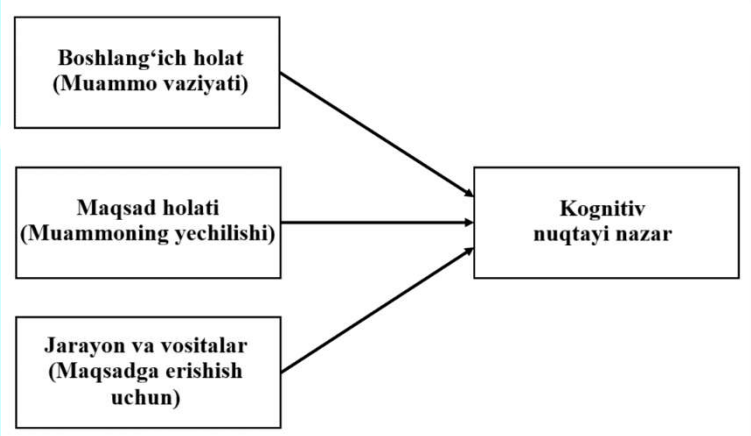
ISSN 3030-3907

1. Konfigurlash (Tizimli va yaxlit fikrlash);
2. Qayta o‘rganish;
3. Qayta fikrlash;
4. Kuzatish va kuzatuvlardan foydalanish;
5. Tanib olish va naqshlar (moyilliklar) yaratish;
6. Yangi dalillar va tushuntirishlar yaratish;
7. Analogiya qilish;
8. Bog‘lash (aloqa o‘rnatish);
9. Tasavvur qilish;
10. Abstraksiyalash;
11. Empatiya qilish;
12. Axborotni qayta shakllantirish;
13. G‘oyalar bilan o‘ynash (tajribadan o‘tqazish).

2-rasm. PBLda (Muammo asosidagi o‘qitishda) kognitiv funksiyalar orqali o‘rganish va fikrlash

3-rasm aniq ko‘rsatadiki, yaxshi fikrlash va samarali o‘rganishning ko‘plab jihatlari mavjud bo‘lib, ularni yanada innovatsion ta’lim tizimida hisobga olish zarur. Tadqiqotchilar fikriga ko‘ra, bilimdon inson — bu muammolarni hal qiluvchi shaxs bo‘lib, u atrof-muhit bilan o‘zaro ta’sirda gipotezalarni sinaydi, umumlashmalar yaratadi va yechimga erishish uchun o‘rganish jarayoniga kirishadi.

Muallifning ta’kidlashicha, ta’limning asosiy maqsadi muammo yechish ko‘nikmalarini, tadqiqot va munozara jarayonini rivojlantirishdir. Kognitiv nuqtai nazardan, barcha muammolar uchta asosiy elementga ega:



3-rasm. Kognitiv nuqtayi nazar

1. Boshlang‘ich holat (muammo vaziyati);
2. Maqsad holati (muammoning yechimi);
3. Boshlang‘ich holatdan maqsad holatiga o‘tish jarayoni va vositalari.

Muammolar nafaqat kognitiv jarayon va o‘qishni shakllantiradi, balki ular o‘quvchining qiziqishi, izlanish ruhiyati, faol ishtiroki hamda real hayotiy masalalarni hal etishga bo‘lgan intilishini ham faollashtiradi. Bu esa muammolar bugungi kunda mavjud bo‘lgan ulkan va qulay bilim manbalaridan samarali

ISSN 3030-3907

foydalanish orqali o‘quvchilarni rag‘batlantirish va ularni kuchliroq qilib shakllantirishda muhim vosita bo‘la olishini ko‘rsatadi.

21-asr ta’limi o‘quvchilarda turli intellektlarni rivojlantirish zaruratiga asoslanadi. Chunki kasblar doimiy emas va kelajakda faqat shu kasbga tayanib yashashning imkoni yo‘q. Biroq insonning o‘zi kelajakka ega: intellektual salohiyatga ega shaxslar tinimsiz izlanish va ijodkor o‘qish orqali o‘z kasbiy yo‘lini va kelajak istiqbolini yaratadi. Bu esa yangi avlod o‘quvchilari hamda pedagoglar uchun muammo-asosli o‘qitish yondashuvini ishlab chiqish va qo‘llashda jiddiy qiyinchiliklar tug‘dirishi mumkin.

METODOLOGIYA

Ushbu tadqiqot muammo-asosli o‘qitish va hamkorlikka asoslangan ta’lim mavzusi bo‘yicha avvalgi adabiyotlarni ikkilamchi tadqiqot usullari orqali tahlil qiladi. Ushbu sharh muammo-asosli o‘qitish yondashuvining oqibatlari va ta’siriga doir ilmiy nashrlarda chop etilgan turli manbalardan olingan ma’lumotlarga asoslanadi. Sharhda turli mualliflar tomonidan qo‘llangan tushunchalar va yondashuvlar yoritiladi hamda ularni boshqa hududlardagi turli ta’lim muassasalarida ham tatbiq etish mumkinligi ta’kidlanadi.

PBL o‘quv sikli uch–besh nafar talabadan iborat kichik guruhlar doirasida amalga oshiriladigan hamkorlikda muammo yechish jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Tadqiqot davomida taklif qilingan PBL sxemasidan moslashtirilgan to‘rt bosqichli PBL sikli quyidagilardan iborat: muammo bilan tanishish, muammoning dastlabki tahlili va o‘quv masalalarini shakllantirish, bilimlarni integratsiyalash, undan so‘ng yechimni taqdim etish va umumiy baholash (4-rasmda ko‘rsatilgan).

1-bosqich: Muammo bilan tanishish

Talabalarga real hayotga oid bir ssenariy taqdim etiladi va u muammoni hal qilish jarayonini boshlashga undaydi. Guruh a’zolari ssenariydagi faktlarni aniqlaydi. Ushbu bosqichning maqsadi guruh a’zolarining barchasi tomonidan ssenariy bo‘yicha umumiy tushuncha shakllantirish va ehtimoliy yechimlarga olib kelishi mumkin bo‘lgan g‘oyalarni yuzaga chiqarishdir. Bu bosqichda talabalar muammoni turli nuqtai nazardan ko‘rib, ssenariyni anglash uchun ko‘plab g‘oyalarni shakllantiradi.

2-bosqich: Muammoni tahlil qilish va o‘quv masalalari

Talabalar o‘zlarining avvalgi bilimlari va ssenariyga tegishli asosiy tushunchalar o‘rtasidagi mazmunli bog‘liqlikni aniqlash uchun tegishli savollar beradilar. Bu ularga o‘quv masalalari va o‘quv maqsadlarini aniqlashga yordam beradi, shundan so‘ng guruh bo‘lib muammo bayonotini shakllantiradilar. Guruh har bir a’zoga tegishli o‘quv vazifalarini taqsimlaydi. Ushbu bosqich kognitiv funksiyaning muhim qismi sifatida bog‘liqliklar o‘rnatish ahamiyatiga urg‘u beradi.

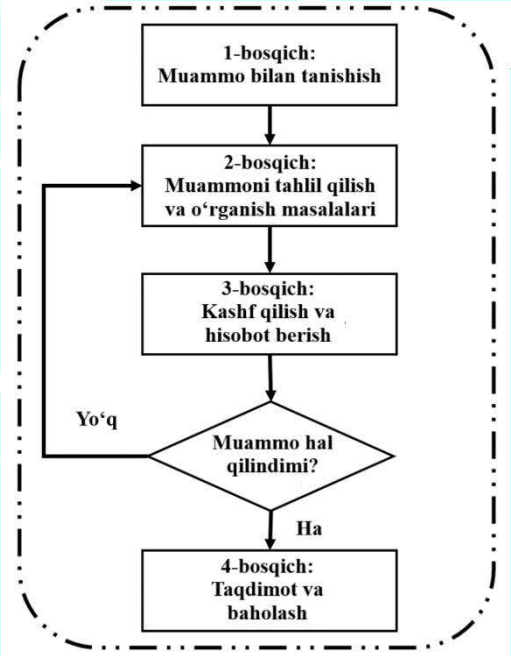
ISSN 3030-3907

3-bosqich: Kashfiyot va hisobot berish

O‘quv masalalari aniqlangandan so‘ng, har bir a’zo o‘z topilmalarini guruh bilan bo‘lishish uchun tayyorlaydi. Ushbu “o‘zaro o‘qitish” jarayonida ma’lumotlarning integratsiyasi va konsolidatsiyasi ham individual, ham guruh darajasida amalga oshadi. Bu bosqichda talabalar savollar berish, bir-birining fikrini tanqidiy muhokama qilish orqali guruhning umumiy tushunchasini yanada rivojlantiradilar. Natijada, ular turli nuqtai nazarlarga asoslangan yechimlarni ishlab chiqadilar.

4-bosqich: Yechimni taqdim etish va baholash

Yakuniy bosqichda guruh o‘z muammo bayonoti, tadqiqot farazlari va taklif etilgan yechimlarni o‘qituvchi va tengdoshlaridan iborat auditoriyaga taqdim etadi. Taqdimotda fikr xaritalari, tadqiqot jarayoni jurnali, nazariyalar va yechimga hissa qo‘shadigan boshqa tegishli ma’lumotlar bo‘lishi mumkin. Bu guruhning taklif etilgan yechimini asoslab berishga xizmat qiladi. Talabalar ushbu jarayon orqali yangi o‘quv yo‘nalishlarini aniqlashga, tizimli va uzluksiz yechim ishlab chiqishga undaladi.



4-rasm. PBLning 4 bosqichli sikli

Innovatsion o‘qitish usullarini, xususan PBLni joriy etishda o‘qituvchilarga zarur yordam ko‘rsatish muhimdir. Muammo-asosli o‘qitish (PBL) – bu o‘quvchilarni murakkab va haqiqiy muammolarni o‘rganishga jalb qiluvchi, talaba markazli yondashuv hisoblanadi. PBL jarayonida talabalar mazkur fan yo‘nalishiga oid haqiqiy muammolarni aniqlash va hal qilish orqali fanga oid mazmunni o‘zlashtiradilar. Muammo-asosli o‘qitishning samarali qo‘llanilishi talabalarni moslashuvchan fikrlovchi, hamkorlikda samarali ishlay oladigan va muammolarni hal qila oladigan shaxs sifatida tayyorlaydi.

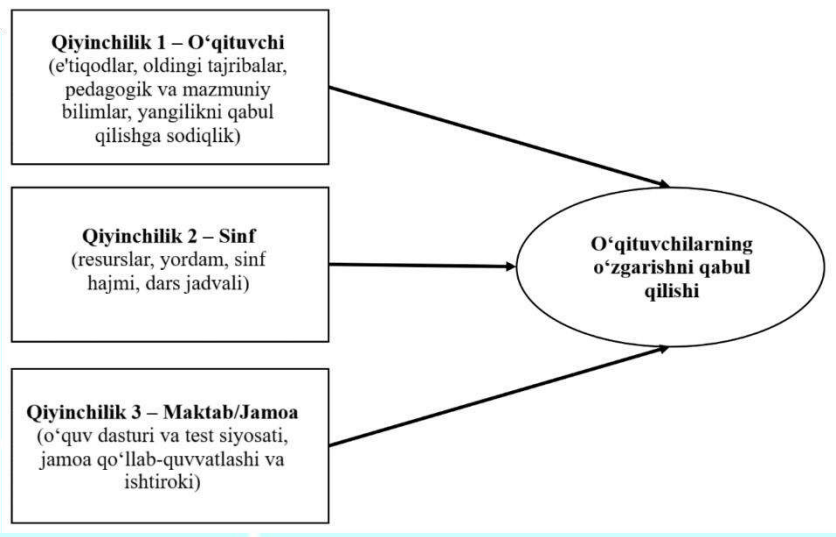
ISSN 3030-3907

PBL usuli talabalar orasida muammoni hal qilish ko‘nikmalarining turli turlarini rivojlantiradi — aniq bir muammoni hal etish uchun zarur bo‘lgan jarayonlarni tavsiflashdan tortib, yechimlarning chuqurligi va ko‘lamini kengaytirishgacha. Tadqiqotchilar fikriga ko‘ra, PBL talabalarga o‘z-o‘zini boshqaruvchi o‘quv ko‘nikmalarini, shuningdek, o‘qishga nisbatan ijobiy munosabatni shakllantirishda yordam beradi.

Talabalar jamoaviy ta’lim jarayonida birgalikda ishlash orqali muntazam ravishda refleksiya va amaliy harakatlarga jalb qilinadilar. Hamkorlik kompetensiyasi shaxslararo va shaxs ichki ko‘nikmalarni, shuningdek, samarali muloqot va ijtimoiylashuv qobiliyatlarini talab qiladi. PBL ushbu ko‘nikmalarni rivojlantirish, talabalarning o‘quv salohiyatini oshirish uchun samarali vosita bo‘la oladi.

Tadqiqotchilarining ta’kidlashicha, o‘qituvchilar sinfda loyiha yoki muammo-asosli o‘qitish (PBL)ni joriy etishda bir qator muhim qiyinchiliklarga duch keladilar. 5-rasmda PBLdan foydalanishda o‘qituvchilar duch kelishi mumkin bo‘lgan muammolar ko‘rsatilgan.

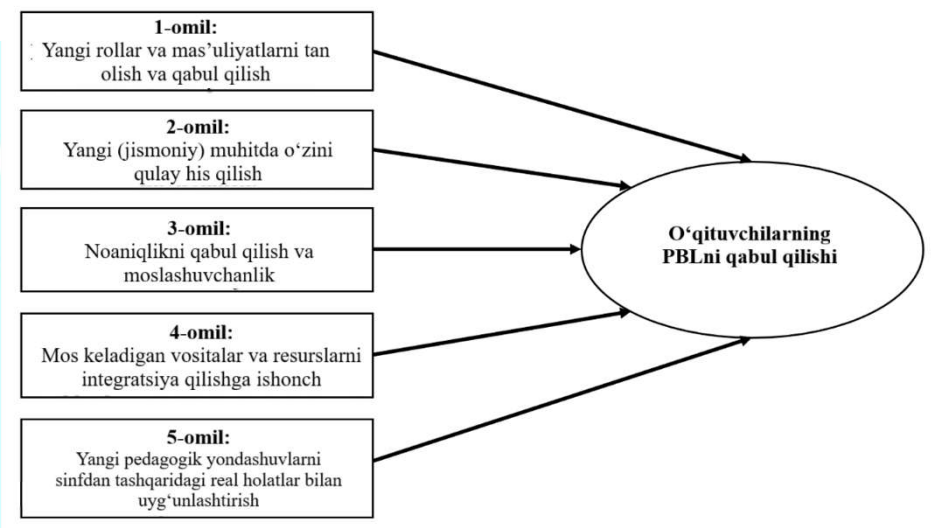
PBLni samarali joriy eta olish uchun, avvalo, o‘qituvchilarning ishonchlari, avvalgi tajribalari, pedagogik yondashuvlari hamda fan bo‘yicha mazmuniy bilimlari, shuningdek, ta’limdagi innovatsiyalarga bo‘lgan tayyorligi va intilish darajasini tushunish zarur. Ikkinchidan, sinfda yetarli darajada o‘quv-uslubiy yordam mavjudligini ta’minlash muhim — bu resurslarning yetarliligi, sinf hajmi hamda dars jadvalining qulaylik darajasini o‘z ichiga oladi. Nihoyat, maktab va keng jamoaning ehtiyojlarini anglash — o‘quv dasturlari va baholash siyosatlari, jamoa qo‘llab-quvvatlashi hamda ularning ishtirok darajasini inobatga olish talab etiladi. Ushbu omillar PBLning joriy etilishi va qabul qilinishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.



5-rasm. O‘qituvchilarning o‘zgarishni qabul qilishidagi qiyinchiliklar

ISSN 3030-3907

Tadqiqotchilarning fikriga ko‘ra, ular o‘qituvchilarning loyiha-asosli o‘qitishni qabul qilishi va qo‘llashi bilan bog‘liq bir nechta muammolarni kengaytirib, 6-rasmda ko‘rsatilgan besh omilni aniqlaganlar. Birinchidan, o‘qituvchi PBLda yangi rol va mas’uliyatlarni tan olishi va qabul qilishi zarur. Ikkinchidan, o‘qituvchi yangi (fizik) o‘quv muhitida o‘zini qulay his qilishi lozim. Uchinchidan, o‘quv jarayonidagi noaniqlik va moslashuvchanlikni qabul qilishga tayyor bo‘lishi kerak. To‘rtinchidan, mos vosita va resurslarni, jumladan texnologiyalarni integratsiya qilishda ishonch hosil qilish uchun zarur ko‘nikmalarni rivojlantirishi talab etiladi.



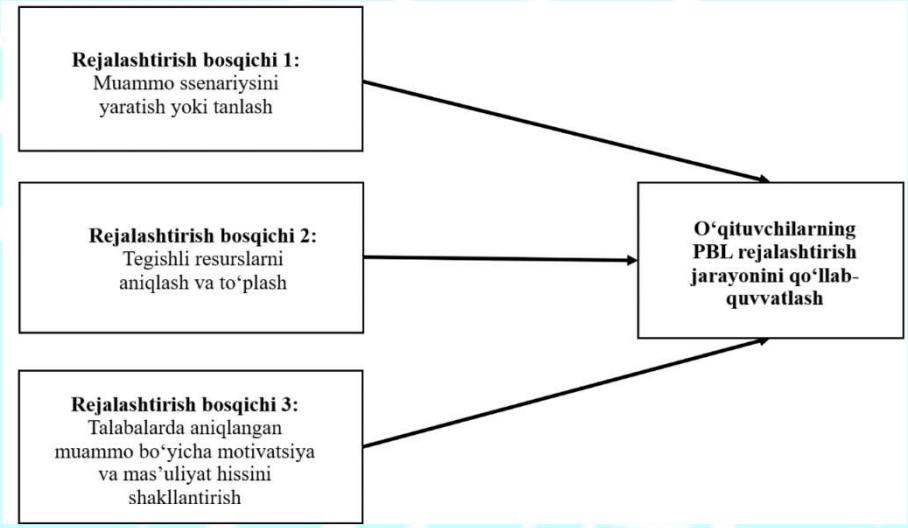
6-rasm. O‘qituvchilarning PBLni qabul qilishiga ta’sir etuvchi kengaytirilgan omillar

Beshinchidan, bu yangi pedagogik yondashuvlarni sinf tashqarisidagi real sharoitlar bilan integratsiya qilishdir. O‘qituvchilar o‘quvchilardan, hamkasblardan va hatto ma’muriyatdan ham turli qiyinchiliklarni kutishlari mumkin. Shuning uchun o‘qituvchining PBLni qabul qilishi ko‘p jihatdan uning o‘qitish va o‘rganish haqidagi qarashlari hamda yangilikni qanchalik chuqur anglaganiga bog‘liq.

PBLni rejalashtirish bo‘yicha sa’y-harakatlar

PBL asosida o‘quv moduli yaratish an’anaviy o‘quv rejasini tuzishdan ancha murakkab va ko‘p bosqichli jarayondir. 7-rasmda PBLni o‘qitish vositasi sifatida qabul qilgan o‘qituvchilar bajarishi lozim bo‘lgan uchta rejalashtirish bosqichi ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



7-rasm. O‘qituvchilarning PBL rejalashtirish jarayonidagi asosiy vazifalar

1-faza rejalashtirish:

Bu bosqichda talabalar bog‘lay oladigan va PBL kompetensiyalarining barchasini qo‘llab muammoni tahlil qilish hamda baholash imkonini beradigan real hayotiy muammo ssenariysini tanlash muhimdir.

2-faza rejalashtirish:

Bu bosqichda o‘quvchilarni muammoni hal etish uchun zarur bo‘lgan tegishli ma’lumotlarni sanoat (amaliy) manbalari va akademik manbalardan aniqlash hamda to‘plashga yo‘naltirish mumkin.

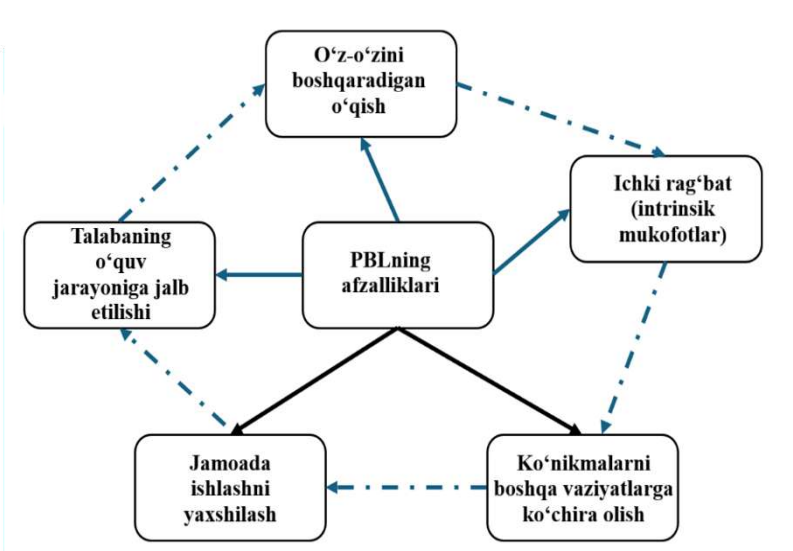
3-faza rejalashtirish:

Ushbu bosqichda talabalar motivatsiyasi va muammo ustidan shaxsiy egalik hissini ta’minlash juda muhimdir. Bu esa ularni muammoni mustaqil ravishda hal etishga olib boradi.

PBLning ta’limdagi afzalliklari

Maktab o‘quv dasturiga PBLni kiritish bir qator afzalliklarni beradi. Bunda talabalar o‘zaro faol muloqot qilish, birgalikda qaror qabul qilish va jamoada ishlash uchun keng imkoniyatlarga ega bo‘ladilar. 8-rasm PBLdan foydalanilganda yuzaga keladigan turli xil afzalliklarni ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907



8-rasm. PBLdan foydalanishning afzalliklari

O‘z-o‘zini o‘qitishni rivojlantirish:

Talaba markaziga yo‘naltirilgan yondashuv bo‘lgan muammo-asosli o‘qitish (PBL) o‘quvchilarga o‘z ta’lim jarayoniga tashabbus va javobgarlik bilan yondashish imkonini beradi. Tadqiqot olib borish va ijodkorlikka asoslangan faoliyatlar esa o‘quvchilarning kattalik davrida ham foyda beradigan ko‘nikmalarini shakllantiradi.

Yuqori darajada jalb qilinishi:

PBL jarayonida talabalar faqatgina tinglovchi bo‘lib o‘tirmaydilar; aksincha, ular o‘rganish jarayonini boshqaradigan asosiy subyektga aylanadilar. Muammolarni hal qilish uchun ular e’tiborli bo‘lishi, tanqidiy fikrlashni qo‘llashi va odatiy qolipdan tashqariga chiqib fikr yuritishi talab etiladi.

Ko‘chiriladigan (transferable) ko‘nikmalarni rivojlantirish:

Talabalar PBL davomida rivojlantirgan qobiliyatlar bitta fan yoki dars bilan cheklanmaydi. Ular maktabdagi boshqa fanlarga ham, real hayotdagi vaziyatlarga ham tatbiq etilishi mumkin — rahbarlikdan tortib, real hayot muammolarini hal qilishgacha.

Jamoada ishlash qobiliyatlarini oshirish:

Ko‘plab PBL loyihalarida talabalar yechim topish uchun guruhlarda ishlaydilar. Bu ularda hamkorlik, muloqot, kelishuvga kelish va tinglash kabi muhim ijtimoiy ko‘nikmalarni rivojlantiradi.

Ichki motivatsiyani rag‘batlantirish:

PBL loyihalarida mukofot oddiy “A bahosi”dan ko‘ra ancha kattaroqdir. Talabalar o‘zlari topgan yechimdan, yaratilgan innovatsion mahsulotdan yoki hal qilingan murakkab masaladan qoniqish hosil qiladilar. Bu jarayon ularda o‘ziga ishonch va ichki rag‘batni kuchaytiradi.

XULOSA

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytganda, yuqorida ko‘rib chiqilgan tadqiqotlar PBLning o‘qitish va o‘rganish uchun samarali yondashuv ekanini ko‘rsatadi, ayniqsa uzoq muddatli bilimni saqlash va bilimni amaliy qo‘llay olish nuqtai nazaridan baholanganida. Ko‘plab tadqiqotlar PBL sharoitida o‘qigan talabalar an’anaviy ma’ruza usulida ta’lim olganlarga nisbatan yuqori akademik natijalarga erishganini ko‘rsatmoqda.

PBL talabalarni o‘z-o‘zini boshqaruvchi, mustaqil o‘quvchi bo‘lishga undaydi, bu esa hatto yuqori motivatsiyaga ega bo‘lgan talaba uchun ham ma’lum darajada murakkab jarayon bo‘lishi mumkin. PBLda talabalar o‘zlarining o‘qishga tayyorgarlik darajasini baholashi, o‘quv maqsadlarini belgilashi, o‘qish jarayonini kuzatishi, o‘zini rag‘batlantirishi, kerak bo‘lganda maqsadlarini qayta ko‘rib chiqishi va moslashtirishi talab etiladi.

O‘qituvchilar esa talabalar o‘rganish tajribasini qo‘llab-quvvatlaydigan hamkorlikka asoslangan o‘quv muhitini shakllantirish orqali yordam berishlari mumkin. Ular talabalar o‘quv tashabbuslarini rag‘batlantirish, maslahat berish va yo‘naltirish orqali jarayonni yengillashtirishi mumkin. O‘qituvchilarga PBLning dastlabki bosqichlarida realistik yondashuvga ega bo‘lish tavsiya etiladi. Ular, eng avvalo, o‘quv dasturida allaqachon muammo yoki masalalar mavjud bo‘lgan bo‘limlardan boshlashi maqsadga muvofiq. Bunday o‘quv bo‘limlari o‘qituvchilarga PBL jarayoniga nisbatan qulayroq kirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Biggs, J., 1996. Enhancing Teaching Through Constructive Alignment. Higher Education, Volume 32, pp. 1-18.
2. Bray, J., Lee, J., Smith, L. & York, L., 2000. Collaborative Inquiry in Practice, Action, Reflection and Making Meaning. London: Sage.
3. Bruner, J., 1960. The Process of Education. Cambridge, MA: Harvard University Press.
4. Carlson, H., 1999. From Practice to Theory: A Social Constructivist Approach to Teach Education. Teachers and Geaching: Theory and Practice, Volume 5, pp. 202-218.
5. Chi, M. T. H. & Glaser, R., 1985. Problem-Soling Ability. In R.J. Sternberg (Ed.), Human Abilities:L An Information Processing Approach (pp. 277-250). New York: Freeman.
6. Derry, S. J., 1996. Cognitive Schema Theory in the Constructivist Debate. Educational Psychology, 31(3 & 4), pp. 163-174.
7. Dochy, F., Segers, M., Bossche, P. V.-d. & Gijbels, D., 2003. Effects of Problem-based Learning: A meta-Analysis. Learning and Instruction, Volume 12, pp. 533-568.

ISSN 3030-3907

8. Dolmans, D., Grave, W. D., Wolfhagen, I. & Vleuten, C. P. M. v. d., 2005. Problem-based Learning: Future Challenges for Educational Practice and Research. Medical Education, 39(7), pp. 732-741.
9. Grant, M. M. & Hill, J. R., 2006. Weighing the Rewards with the Risks? Implementing Student-Centered Pedagogy within High-stakes Testing. In R. Lambert & C. McCarthy (Eds.) Understanding Stress in the Age of Accountability. In: Greenwich, CT: Information Age.
10. Hallinger, P., 2005. Integrating Learning Technology and Problem-based Learning: A Framework and Case Study. Paper Presented at the Annual Meeting. Montreal, American Educational Research Association.
11. Hendry, G. D. & Murphy, L. B., 1995. Constructivism and Problem-based Learning. In P. Little, M. Ostwald & G. Ryan (Eds), Research and development in Problem-based Learning, 3:L Assessment and Evaluation. Newcastle: Australian Problem Based Learning Network.
12. Hmelo-Silver, C. E., 2004. Problem-based Learning: What and How Do Students Learn?. Ecucational Psychology Review, 16(3), pp. 235-266.
13. Kain, D. L., 2003. Problem-based Learning for Teachers, Grades 6-12. Boston: Allyn and Bacon.
14. Krajcik, J. S., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W. & Soloway, E., 1994. A Collaborative Model for Helping Middle School Science Teachers Learn Project-based Instruction. The Elementary School Journal, Volume 94, pp. 483-497.
15. Levin, B. B., 2001. (Ed.), Energising Teacher Education and Professional Development with Problem-based Learning. In: Alexandria, VAAssociation for Supervision and Curriculum Development: s.n.
16. Mayer, R. E., 1983. Thinking, Problem-Solving and Cognition. New York: Freeman.
17. Mayer, R. E., 1996. Learners as Information Processors: Legacies and Limitations of Educational Psychology's Second Metaphor. Educational Psychology, 31(3 & 4), pp. 151-161.
18. Murray, I. & Savin-Baden, M., 2000. Staff Development in Problem-based Learning. Teaching in Higher Education, 5(1), pp. 107-120.
19. Popper, K. R., 1992. Unenfded Quest. London: Routledge.
20. Savery, J. R. & Duffy, T. M., 1995. PBL: Instructional Model and Its Constructivist Framework. Educational Technology, Volume 35, pp. 31-37.
21. Schmidt, H. G., 1993. Foundations of Problem-based: Some Explanatory Notes. Medical Education, Volume 27, pp. 422-432.
22. Schmidt, H. G. & Moust, J. H. C., 2000. Factors Affecting Small-Group Tutoring Learning: A Review of Research. D H Evensen, C E Hmelo-Silver (Eds.),

ISSN 3030-3907

Problem-based Learning: A Research Perspective on Learning Interactions. New Jersey: Lawrence Erlbaum.

23. Simons, K. D., Klein, J. D. & Brush, T. R., 2004. Instructional Strategies Utilized during the Implementation of a Hypermedia, Problem-based Learning Environment: A Case study. Journal of Interactive Learning Research, Volume 15, pp. 213-233.

24. Stephen, W. J., Gallagher, S. A. & Workman, D., 1993. Problem-based Learning for Traditional and Interdisciplinary Classrooms. Journal for the Education of the Gifted, Volume 16, pp. 338-357.

25. Tan, O. S., 2003. Problem-based Learning Innovation: Using Problems to Power Learning in the 21st Century. Singapore: Thomas Learning.

ISSN 3030-3907

ALLOKSAN BILAN INDUKSIYA QILINGAN DIABETDA MIYA TO‘QIMALARIDAGI O‘ZGARISHLAR

Mardonov Sanjar Yoqub o‘g‘li
Buxoro davlat Tibbiyot instituti, Tibbiy va biologik kimyo kafedrasi assistenti
E-mail: sanjar_mardonov@bsmi.uz

Annotatsiya. Alloksan yordamida hosil qilingan qandli diabet modeli pankreatik β-hujayralarning selektiv destruksiyasi va giperglikemiya bilan kechadi. Ushbu modelda markaziy nerv tizimi, xususan miya to‘qimalari, metabolik stress va oksidlovchi shikastlanishga sezgir organ sifatida o‘rganiladi. Mazkur maqolada alloksan diabetida miyadagi morfologik, biokimyoviy va molekulyar o‘zgarishlar tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar. miya to‘qimalari, oksidlovchi stress,neyron, alloksan

Аннотация. Модель сахарного диабета, индуцированного аллоксаном, характеризуется селективным разрушением β-клеток поджелудочной железы и гипергликемией. В данной модели изучается центральная нервная система, мозг как орган, чувствительный к метаболическому и окислительному стрессу. В данной статье анализируются морфологические, биохимические и молекулярные изменения в мозге при аллоксановом диабете.

Ключевые слова. мозг, окислительный стресс, нейрон, аллоксан

Abstract. Alloxan-induced diabetes mellitus model is characterized by selective destruction of pancreatic β-cells and hyperglycemia. In this model, the central nervous system, the brain as a sensitive organ to metabolic stress and oxidative stress, is studied. This article analyzes the morphological, biochemical and molecular changes in the brain in alloxan diabetes.

Keywords. brain, oxidative stress, neuron, alloxan

Kirish

Qandli diabet markaziy nerv tizimiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi, bu esa kognitiv buzilishlar, neyron degeneratsiyasi va oksidlovchi stressning ortishi bilan ifodalanadi. Alloksan modeli eksperimental diabetni o‘rganishda keng qo‘llaniladi, chunki u giperglikemiya va gipoinsulinemiya hosil qilib, miya hujayralarida metabolik stressni kuchaytiradi. Natijada, miya to‘qimalarida oksidlovchi stress, yallig‘lanish va neyron shikastlanishning murakkab mexanizmlari rivojlanadi.

Materiallar va usullar

Eksperimental ishlanmalar vazni 180–210 g bo‘lgan 30 ta erkak kalamushda olib borildi. Alloksan monogidrat 0,9% NaCl eritmasida tayyorlanib, og‘iz bo‘shlig‘i orqali yuborildi. Tajribadan oldin hayvonlar ma’lum muddat oziq-ovqatdan mahrum qilinib, suv erkin berildi. Tajriba Toshkent tibbiyot akademiyasi ilmiy laboratoriyasida standart sharoitda amalga oshirilgan.

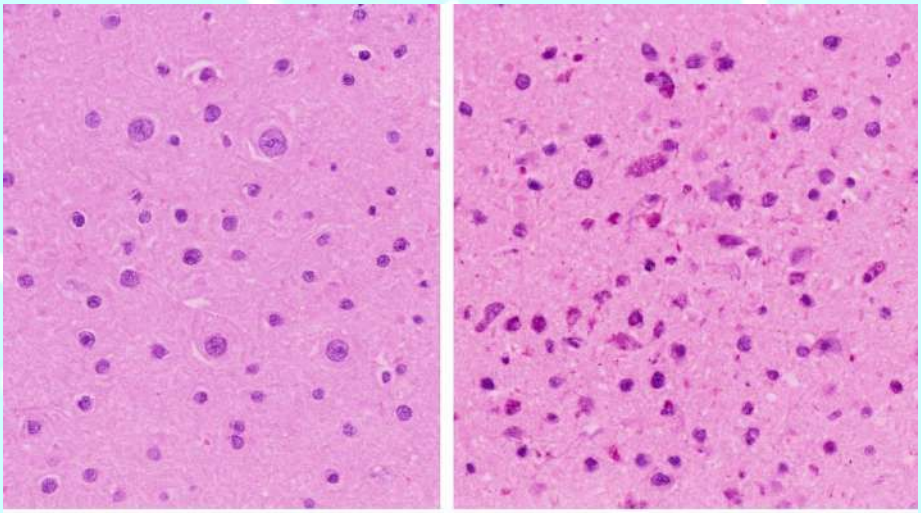
ISSN 3030-3907

Miya to‘qimalari histologik va biokimyoviy tahlil uchun tajribadan so‘ng olingan. Biokimyoviy ko‘rsatkichlar (oksidlovchi stress markerlari) standart laboratoriya metodlari bilan o‘lchandi.

Natijalar

1. Morfologik o‘zgarishlar

- **Neyronlarning degeneratsiyasi va apoptozi**: giperglikemiya va oksidlovchi stress natijasida ko‘p miqdorda neyronlar shikastlangan.



1-rasm. Nerv hujayralari chapda normal va o‘ngda kasallangan ko‘rinishda.

Nazorta guruhida: Hujayra yadrolari tartibli va bir xilda joylashgan. Hujayralar orasida normal zichlik va struktura saqlangan.

Alloksan guruhida: Hujayralar shikastlangan yoki yo‘qolgan. Yadro shakllari turg‘un emas, ba’zilari parchalanib ketgan ko‘rinadi (karyopiknoz va karyoreksis belgisi). Hujayra zichligi kamaygan, ayrim joylarda degeneratsiya yoki nekroz kuzatiladi. Alloksan bu yerda oksidlovchi stress orqali hujayralarni nobud qilgan.

1-jadval.

Oksidlovchi stress markerlarining oshishi: malondialdegid (MDA) darajasi.

	MDA
Sog‘lom	2.612
Alloksan ta’sirida	5.616

ISSN 3030-3907

2-jadval.

Sog‘lom va kasallangan organizmdagi tafovutlar.

Jarayon / Biomarker	Holat normalda	Alloksan diabetida	Izoh / Mexanizm
β-hujayralar holati	Normal	Zararlangan / kamaygan	Alloksan selektiv ravishda β-hujayralarni shikastlaydi
ROS darajasi	Past / fiziologik	Yuqori	Alloksan H_2O_2 va superoksid hosil qiladi
Lipid peroksidatsiya	Past	Yuqori	Membran lipidlari oksidlanadi
Malondialdegid (MDA)	Past	Oshgan	Lipid peroksidatsiya oxirgi mahsuloti
NO (azot oksidi)	Fiziologik darajada	Oshgan	Oksidlovchi stress va yallig‘lanish stimulyatsiyasi
Nitrit / Nitrat	Past / normal	Oshgan	NO metabolizmi orqali hosil bo‘ladi

Alloksan diabeti miya to‘qimalarida giperglikemiya va gipoinsulinemiya natijasida oksidlovchi stress va yallig‘lanish jarayonlarini kuchaytiradi. Neyronlar va glial hujayralarda yuzaga keladigan morfologik shikastlanishlar markaziy nerv tizimining funktsional buzilishlariga olib keladi. Glutamat va GAMK balansining buzilishi, shuningdek apoptoz jarayonining faollashuvi kognitiv va neyrofiziologik buzilishlarni kuchaytiradi. Ushbu model markaziy nerv tizimida diabetik shikastlanish mexanizmlarini o‘rganish va yangi terapevtik yondashuvlarni sinash uchun muhim eksperimental platforma hisoblanadi.

Xulosa

Alloksan bilan induktsiya qilingan diabet markaziy nerv tizimida murakkab patologik o‘zgarishlarga olib keladi: neyron va glial hujayralarda degeneratsiya, apoptoz, oksidlovchi stressning ortishi, yallig‘lanish mediatorlarining ekspressiyasi va neyrotransmitter balansining buzilishi. Ushbu o‘zgarishlar diabetga bog‘liq kognitiv buzilishlar va neyrodegenerativ jarayonlarni aks ettiradi. Model miya to‘qimalaridagi diabetik shikastlanishlarni o‘rganishda va terapevtik strategiyalarni baholashda yuqori ilmiy ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Minossi JG, Lima Fde O, Caramori CA, Hasimoto CN, Ortolan EV, Rodrigues PA, Spadella CT. Alloxan diabetes alters the tensile strength, morphological and morphometric parameters of abdominal wall healing in rats. // Acta Cir Bras. 2014 Feb;29(2):118-24.

ISSN 3030-3907

2. Eprintsev AT, Selivanova NV, Moiseenko AV. Vliianie ékstrakta topinambura na funktsionirovanie malatdegidrogenazy v pecheni krys pri alloksanovom diabete [Effect of jerusalem artichoke extract on the functioning of malate dehydrogenase in the liver of rats with alloxan diabetes]. // Biomed Khim. 2021 Mar;67(2):144-149. Russian.
3. Хазраткулова М. И., Салаева Р. А., Элова Н. А. Определение гипогликемического эффекта штаммов лактобактерий на аллоксановой модели гипергликемии //Фундаментальная наука и клиническая медицина. – 2021. – С. 197-198.
4. Eprintsev AT, Selivanova NV, Moiseenko AV. Vliianie ékstrakta topinambura na funktsionirovanie malatdegidrogenazy v pecheni krys pri alloksanovom diabete [Effect of jerusalem artichoke extract on the functioning of malate dehydrogenase in the liver of rats with alloxan diabetes]. // Biomed Khim. 2021 Mar;67(2):144-149. Russian.
5. Ighodaro OM, Adeosun AM, Akinloye OA. Alloxan-induced diabetes, a common model for evaluating the glycemic-control potential of therapeutic compounds and plants extracts in experimental studies. // Medicina (Kaunas). 2017;53(6):365-374.
6. Abuladze K, Khvichia N, Papava M, Pavliashvili N, Turabelidze-Robakidze S, Sanikidze T. [Morphological alterations in the internal organs of rats with alloxan diabetes]. // Georgian Med News. 2021 Dec;(321):131-135. Russian.
7. Шидаков Ю. М., Шарова Е. В., Абдумаликова И. А. Морфофункциональная характеристика поджелудочной железы крыс при экспериментальной гипергликемии пищевым сахаром //Бюллетень науки и практики. – 2020. – Т. 6. – №. 5. – С. 89-96.
8. Маликова Г. Ю., Жураева А. А., Ташматова М. А. Механизм гипогликемического эффекта полисахаридов шелковицы //Вестник Пермской Государственной фармацевтической академии. – 2021. – С. 158-162.
9. Шахсуфбекова О. М. и др. Влияние густого экстракта клубней топимнамбура сарват на показатели маркеров цитолитического синдрома при экспериментальном алоксановом диабете у крыс //Здравоохранение Таджикистана. – 2017. – №. 1. – С. 49-54.
10. Gamde SM, Ugwah-Oguejiofor CJ, Garba A, Avwioro GO, Moronkeji A, Jimoh AA. Histologic and Biochemical Effect of *Balanite aegyptiaca* Fruit Extract on Alloxan-Induced Diabetes in Wistar Rats. // Ethiop J Health Sci. 2023 May;33(3):441-450.

ISSN 3030-3907

СИНТЕЗ МОНОМЕРЫ НА ОСНОВЕ БЕНЗИМИДАЗОЛА И БЕНЗОТРИАЗОЛА

Таджиева Шахноза Абдувалиевна
Ташкентский химико-технологический институт д-р тех. наук (PhD),
Республика Узбекистан, г Ташкент
E-mail: tshah84@mail.ru
Максумова Ойтура Ситдиковна
Ташкентский химико-технологический институт д-р хим. наук, профессор,
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: omaksumovas@mail.ru

Аннотация. В данной статье приводятся результаты синтеза новых мономеры на основе бензимидазола и бензотриазола с акриловой кислоты. Синтез указанного мономеры осуществляли путем взаимодействия бензимидазол, бензотриазола с акриловой кислоты при температуре 80-90 ºС в среде органического растворителя. Определены *физико-химические свойства полученного мономера.* Изучено влияния различных факторов (природа растворителей, соотношение реагентов, температуры, продолжительность реакции на выход мономерных продуктов. С увеличением природы растворителя в ряду этанол, диметилформамид и соотношении исходных реагентов 1:1 выход мономера увеличивается и составляет 80%. Структура синтезированного мономера подтверждена методом ИК-спектроскопии.

Ключевые слова: бензимидазол, бензотриазол, акриловая кислота, мономер, ИК-спектр, термогравиметрия, азотсодержащий соединений**.**

Аннотация. Ушбу мақолада акрил кислотасидан бензимидазол ва бензотриазол асосида янги мономерлар синтези натижалари келтирилган. Кўрсатилган мономернинг синтези бензимидазол, бензотриазолнинг акрил кислотаси билан 80-90 оС ҳароратда органик эритувчи муҳитида ўзаро таъсири орқали амалга оширилди. Олинган мономернинг физик-кимёвий хоссалари аниқланди. Мономер маҳсулотлар унумига турли омиллар (эритувчилар табиати, реагентлар нисбати, ҳарорат, реакция давомийлиги) таъсири ўрганилди. Этанол, диметилформамид қаторида эритувчи табиати ортиши билан ва дастлабки реагентлар нисбати 1:1 бўлганда мономер унуми ортади ва 80% ни ташкил этади. Синтез қилинган мономернинг тузилиши ИҚ-спектроскопия усулида тасдиқланди.

Калит сўзлар: бензимидазол, бензотриазол, акрил кислотаси, мономер, ИҚ-спектр, термогравиметрия, азот сақловчи бирикмалар.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article presents the results of the synthesis of new monomers based on benzimidazole and benztriazole from acrylic acid. The synthesis of the indicated monomer was carried out by the interaction of benzimidazole, benztriazole with acrylic acid at a temperature of 80-90°C in an organic solvent medium. The physicochemical properties of the obtained monomer were determined. The influence of various factors (solvent nature, reagent ratio, temperature, reaction duration) on the yield of monomer products was studied. With an increase in the nature of the solvent in the ethanol, dimethylformamide series and a 1:1 ratio of the starting reagents, the monomer yield increases and is 80%. The structure of the synthesized monomer was confirmed by IR spectroscopy.
Keywords: benzimidazole, benztriazole, acrylic acid, monomer, IR spectrum, thermogravimetry, nitrogen-containing compounds.

Введение

Бензимидазола и бензотриазола производные представляют большой интерес как в теоретическом, так и практическом отношении. Области применения этих соединений весьма разнообразен. Новые направления использования производных бензимидазола открылись в связи с возможностью их применения в качестве регуляторов роста растений.

С этой целью изучены способы получения ряда азотсодержащих гетероциклов, а именно, бензимидазола и бензотриазола.

Авторы исследовали производных бензимидазола в качестве фунгицидов. Показано, что эффективность некоторых соединений почти в два раза превышает фунгицидные свойства известных препаратов на основе карбендазима. Среди производных 2-аминобензимидазола наиболее известен метиловый эфир 2-бензимидазолил карбаминовой кислоты, который получил достаточно широкое применение в качестве фунгицида для зерновых культур. Процесс гидролиза карбендазима на 2-аминобензимидазол, углекислый газ и метанол можно описать следующей схемой [1].

Изучен процесс нитрования N-пикрил-бензимидазола и свойства моно- и динитропроизводных. Получены 1-пикрил-5,6-динитробензимидазол и 1-пикрил-5,6-динитробензотриазол, представляющие интерес как энерго емкие соединения [3; с.71-73].

Авторы проанализировали влияние структуры некоторых производных бензотриазола, содержащих фенольные, бензильные и бензилоксибензильные группы на их биологическую активность. Исследована токсичность и цитогенетическая активность шести производных бензотриазола: 4-(1-Н-бензотриазолилметил) фенол, 1-бензил-бензотриазол, 1-[4-(бензилокси)-бензил]-1Н-бензотриазол, 1-[2-(бензил-окси)бензил]-1-Н-бензотриазол для Alliumfistulosum. Показано, что соединения имеющие ОН- и бензилные

ISSN 3030-3907

группы в пара положении более токсичны. В зависимости от строения вещества блокирована пролиферативная активность на разных стадиях митоза. Приведены данные, показывающие влияние структуры синтезированных соединений на их биологические свойства [22; с.219].

В работе приведены биологические характеристики, механизм действия и структурная активность производных бензотриазола [3]. Показано, что бензотриазол-6-карбоновая кислота ингибируют CPLA2 и оказывают существенное противовоспалительное действие. Противовоспалительное активность уменьшалась, когда карбоксил бензотриазольный каркас был заменен на карбоксилиндол или карбоксилбензимидазол остаток.

Основания Манниха N-(α-аминоалкил)бензотриазолы имеют множество применений в органическом синтезе, они также используются в качестве летучих ингибиторов коррозии для черных и цветных металлов [4-7].

Материалы и методы

В качестве объектов исследований выбраны: бензимидазол, бензотриазол, акриловая кислота, которые очищались по известным методикам [8].

Бензимидазол - C7H6N2, белые кристаллы; M=118,14 г/моль. Имеет температуру плавления 170—172oC. Хорошо растворяется в спирте, ацетоне 1,2,3-Бензотриазол (азимидобензол) - C6H5N3. Белые кристаллы игольчатой формы. Хорошо растворяется в спирте, бензоле, толуоле, метаноле, в воде практически нерастворим. M=119,13 г/моль. Имеет температуру плавления 96—98,5oC.

Акриловая кислота (пропеновая кислота, этенкарбоновая кислота) - CH2=CH−COOH марки «х.ч» сушили над прокаленным сульфатом магния и очищали перегонкой в вакууме.:Ткип=141oC; ρ=1,0511 г/см3.

N,N -диметилформамид (ДМФА) – марки «ч» сушили оксидом бария и очищали перегонкой (ТУ 2636-056-05761637-2005). Ткип=153°C; Тпл=−61°C; d420 =0,9445 г/см3; nD20=1,43.

Методика получения мономера. Реакцию синтеза проводили в среде органических растворителей при температуре 80-90oC в течение 3-5 час. Синтез мономера осуществляли в стеклянном реакторе, представляющий собой коническую колбу, снабженную обратным холодильником и магнитной мешалкой. Мономеры (1 моль) растворяли в диметилформамиде (100 мл). Затем реакционную смесь перемешивали в течение 5 минут при комнатной температуре. 1 моль акриловой кислоты (АК) с 0,1 г гидрохиноном (качестве ингибитора полимеризации) добавляли по каплям и

ISSN 3030-3907

содержимое в колбе перемешивали 5 часов при 80 °С. Охлаждали до комнатной температуры. После охлаждения выпадали светло желтые кристаллы. Выпавшие кристаллы из реакционной смеси были выделены фильтрацией. Кристаллический продукт промывали водой. Синтезированный продукт представляет собой белое кристаллическое вещество. Выход 80%.

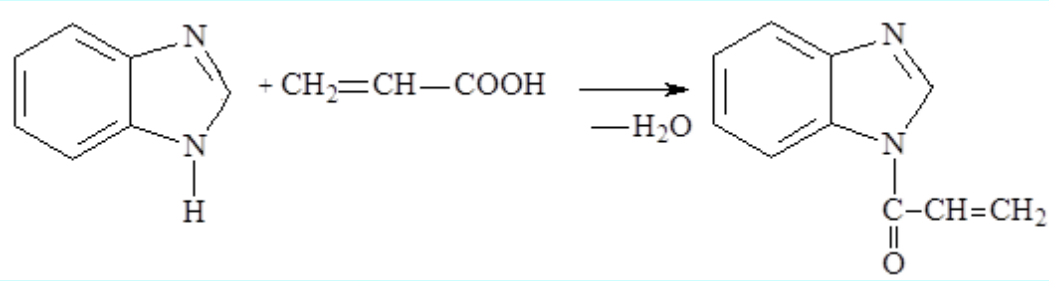
ИК-спектры снимали на спектрометре “Spectrum two FT-IR Spectrometr” (PerkinElmer Spectrum IR Version 10.6.1, США, 2019) в комплекте с приставкой нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) MIRacle-10 с призмой diamond/ZnSe (спектральный диапазон по шкале волновых чисел - 4000÷400 см-1; разрешение 4 см-1, соотношение сигнал шум - 60.000:1; скорость сканирования - 20 спектров в секунду).

Термоаналитические исследования синтезированного продукта проводились на приборе Netzsch Simultaneous Analyzer STA 409 PG (Германия), с термопарой К-типа (LowRGSilver) и алюминиевыми тиглями. Все измерения были проведены в инертной азотной атмосфере со скоростью потока азота 50 мл/мин. Температурный диапазон измерений составлял 25-370о С. Количество образца на одно измерение 5-10 мг. Измерительная система калибровалась стандартным набором веществ KNO3, In, Bi, Sn, Zn.

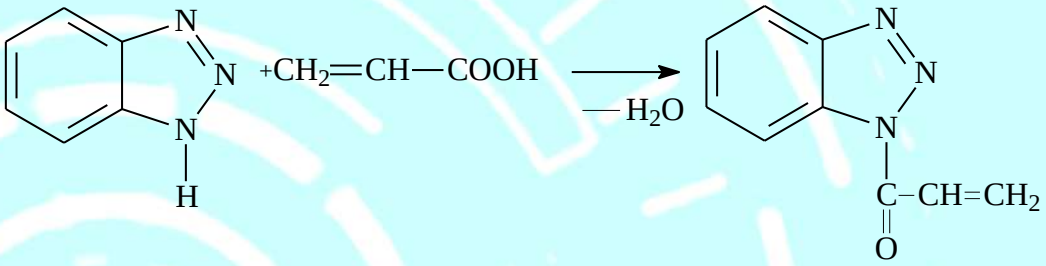
Температуру плавления синтезированных соединений определяли на нагревательном столике «Boetius» (Германия). Чистоту продуктов контролировали методам тонкослойной хроматографии SilufolUV-254 в системе бензол, метанол 3:1

Результаты и обсуждение

В данной работе представлены результаты процесса получения и исследования азотсодержащих гетероциклических соединений бензимидазол, бензотриазола с акриловой кислотой. Реакции взаимодействия бензимидазола и бензотриазола с акриловой кислотой можно описать представить следующими схемами:



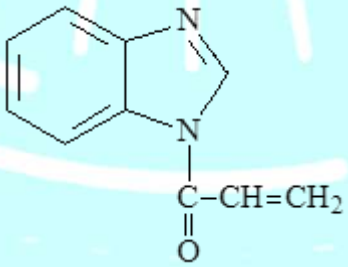
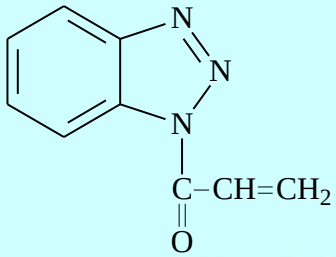
ISSN 3030-3907



Синтезированный мономер хорошо растворяется в органических растворителях. Для выявления оптимальных условий синтеза, исследовано влияние температуры, продолжительности реакции и соотношения взаимодействующих реагентов. Исследованием влияния указанных факторов на реакцию взаимодействия бензотриазола с акриловой кислотой установлено оптимальное условие процесса: соотношение исходных реагентов 1:1, температура 80 °С, продолжительность реакции 5 час.

Физико-химические характеристики синтезированной мономеры приведены в таблице 1

Таблица -1

Формула синтезированного соединения	**Брутто формула**	**Агрегат-ное состо-яние**	**Мол. масса**	**$T_{пл}$, °C**	**Растворяется в**
	$C_{10}H_8N_2O$	Белые кристаллы	172	274	воде, ДМФ, ацетоне
	$C_9H_7N_3O$	Белые кристаллы	173	279	этаноле, ДМФ, ацетоне

Структура синтезированного мономера идентифицирована ИК-спектральным анализом (рис.1).

ISSN 3030-3907

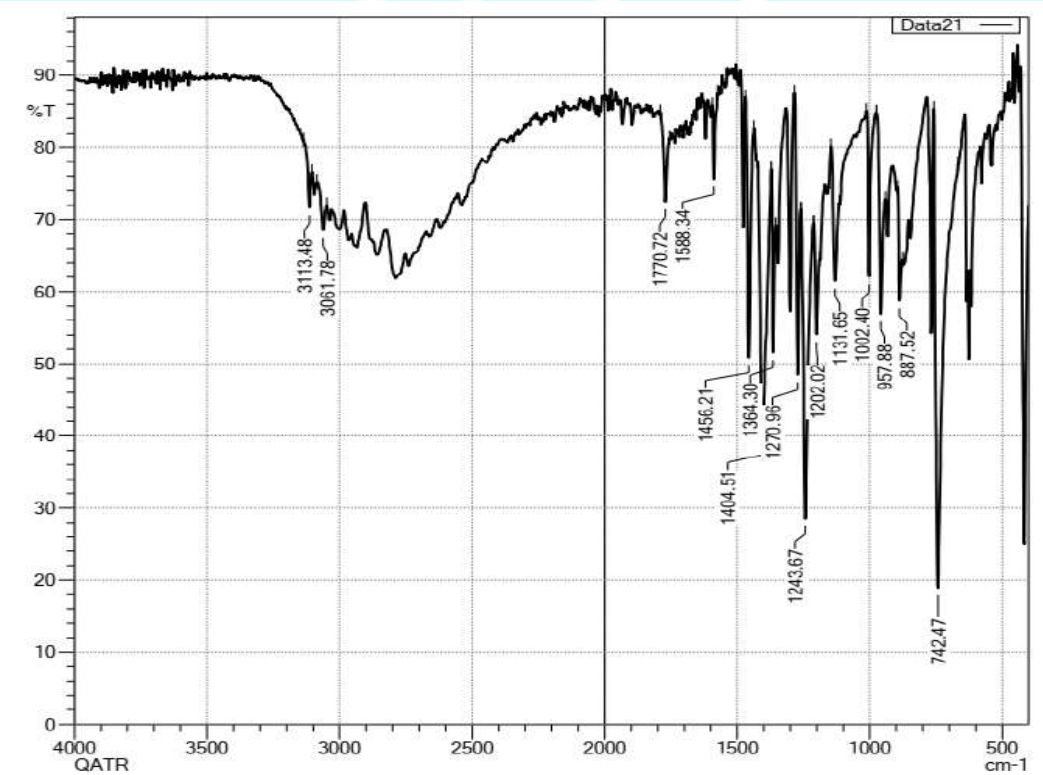


Рисунок 1. ИК-спектр мономера на основе бензимидазол с акриловой кислотой

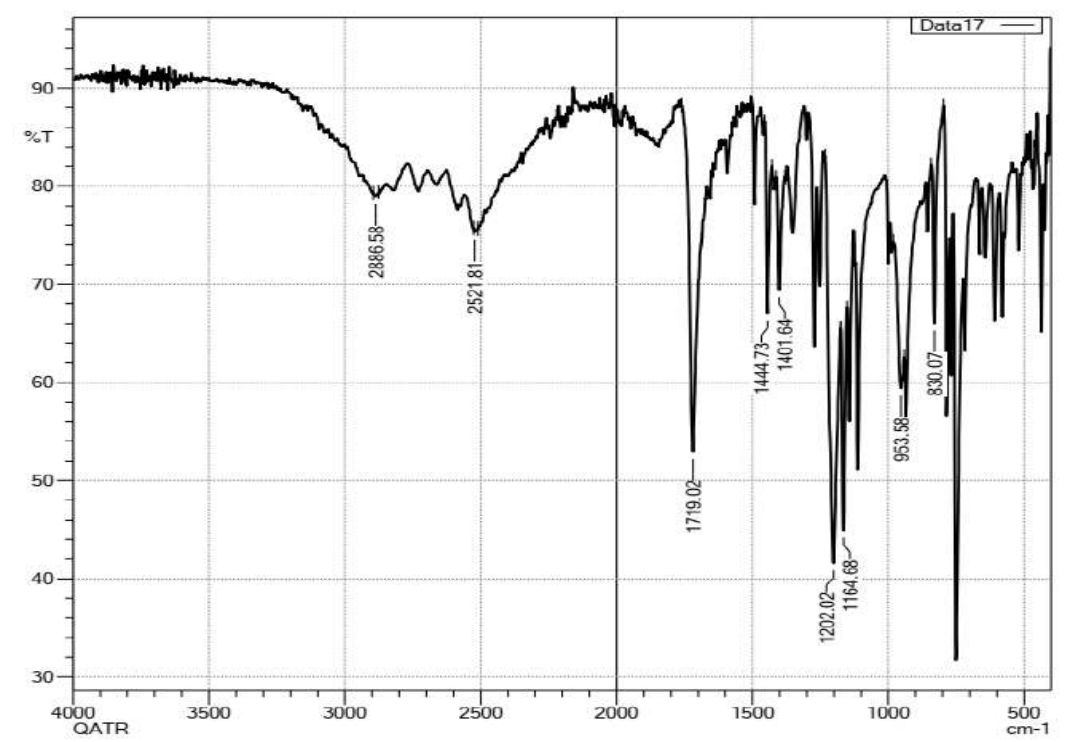


Рисунок 2. ИК-спектр мономера на основе бензотриазола с акриловой кислотой

Как видно из рисунка, в ИК-спектре синтезированного мономера БТАК наблюдаются полосы поглощения валентных колебаний (-C=O-) групп в области 1720 $см^{-1}$. Характеристические полосы поглощения -N=N- групп находятся в области 1457 $см^{-1}$, валентные колебания двойных связей -C=C-

ISSN 3030-3907

групп при 1622 $см^{-1}$, валентные колебания C-N и -N-C=O- групп соответственно при 1146 $см^{-1}$, 620 $см^{-1}$.

Также, термические свойства изучены с использованием термогравиметрического анализа.

Заключение

Таким образом, исследован процесс синтеза новых **азотсодержащих акриловых мономеров** на основе бензимидазол и бензотриазола с акриловой кислотой. Структура синтезированного мономера подтверждена методом ИК-спектроскопии. Изучено влияние температуры на процесс получения синтезированной мономер бензимидазол, бензотриазол с акриловой кислоты природы, температуры на выход реакционных продуктов. Выход мономера составляет 80%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Р. Д. Давлетов (н.с.), Г. Е. Чикишева (к.х.н.), Р. Н. Галиахметов (д.т.н., нач. отдела). //Поиск экологически менее вредных фунгицидов в ряду производных бензимидазола. Башкирский химический журнал. 2010. Том 17. № 2. –С.28-32.

2. Nyi Nyi Aung, Htu Miat KoKo, Veselova E.V., Yudin N.V.D. Mendeleev University of Chemical Technology of Russia. Nitrationofn-picryl-benzimidasole. Том: 32 № 10 (206), Год: 2018. –С. 71-73.

2. Е.С. Селезнева, Э.А.Валиева, Е.И. Теньгаев, З.П.Белоусова. Роль структуры ксенобиотика в развитии биологического ответа на примере производных бензотриазола. Вестник СамГУ- Естественнонаучная серия. 2012. № 3/1(94) 219.

3. Aniket D., Shubhangi M., Gajanan S. Benzotriazole Derivatives and Its Pharmacological Activity. //International journal in pharmaceutical sciences. Vol 1, Issue 12, 948-957. 2023. DOI: 10.5281/zenodo.10443937

4. Хоанг Д.К., Гайдар С.М., Коноплев В.Е., Ле Д.М., Буй Н.Ф., Фам Ч.Т.. Синтез и свойства 4-((бензотриазол-1-ил) (фенил)метил)морфолина/ Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2022. Т. 65. Вып. 2. С. 39-49, 17.12.2021 DOI: 10.6060/ivkkt.20226502.6474

5. Reshetnikov S.M., Lubnin A.N., Kanunnikova O.M., Aksenova V.V., Muhgalin V.V., Solovyev A.A., Altsybeeva A.I., Ladyanov V.I. Effect of mechanoactivation on the corrosion inhibitor efficiency of 1-phenyl-1-cyclohexylmethyl-benzotriazole. //IJRDO-Journal of Applied Science, 3(11), 32-51. 2017 y. https://doi.org/10.53555/as.v3i11.1391

6. Altsybeeva A.I., Burlov V.V., Fedorova N.S., Reshetnikov S.M. Volatile inhibitors of atmospheric corrosion of ferrous and nonferrous metals. Int. J. Corros.

ISSN 3030-3907

Scale Inhib. V. 2. N 4. P. 277-286. 2013 y. DOI:10.17675/2305-6894-2013-2-4-277-286

7. Алцыбеева А.И., Бурлов В.В., Кузинова Т.М., Палатик Г.Ф., Федорова Н.С. Летучие ингибиторы атмосферной коррозии черных ir цветных металлов. /Ч.2. О прогнозировании эффективности летучих ингибиторов атмосферной коррозии стали (на примере оснований Шиффа и Манниха). Коррозия: материалы, защита. №10. 2009. С. 25-29

8. Куксёнок В.Ю., Штрыкова В.В. Лабораторный практикум по органической химии. Томского политехнического университета, 2023. –131 с.

9. Таджиева Ш.А., Максумова О.С., Таджиева Г.А., Маткаримова Н.С. СИНТЕЗ БЕНЗОТРИАЗОЛ 1N-АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ Universum: химия и биология**:** научный журнал. – № 11(137). Часть 3., М., Изд. «МЦНО», 2025. – 72 с. – Электрон. версия печ. публ. – http://7universum.com/ru/nature/archive/category/11137

ISSN 3030-3907

CHORVOQ ERKIN TURISTIK ZONASIDA INVESTITSIYALARNI JALB ETISH STRATEGIYALARI

Abdulloyeva Rushana Kurbonali qizi
Chirchiq davlat pedagogika universiteti Turizm kafedrasi 1-bosqich magistranti
Shomurodova Sh.G‘
Chirchiq davlat pedagogika universiteti g.f.f.d (PhD), dotsent

Annotatsiya: Maqolada Chorvoq erkin turistik zonasining infratuzilmasi, dam olish hududlarining investitsion jihatlari yoritib berilgan. Shuningdek, tadqiqotda mazkur hududning rekreatsion resurslari, mavjud infratuzilmasi, investitsion muhitdagi muammolari hamda global tajribaga asoslangan rivojlanish strategiyalari o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: Tog‘ hududlari, turizm infratuzilmasi, investitsiya, davlat-xususiy sheriklik, turizm klasteri, rekreatsion resurslar, turizm marketingi, xalqaro investitsiyalar.

Аннотация: В статье рассматриваются инфраструктура, инвестиционные аспекты рекреационных зон свободной туристической зоны Чарвак. Также рассматриваются рекреационные ресурсы данной зоны, существующая инфраструктура, проблемы инвестиционной среды и стратегии развития, основанные на мировом опыте.

Ключевые слова: Горные регионы, туристическая инфраструктура, инвестиции, государственно-частное партнерство, туристический кластер, рекреационные ресурсы, маркетинг в сфере туризма, международные инвестиции.

Annotation: The article covers the infrastructure of the Charvak free tourist zone, investment aspects of recreation areas. The study also examines the recreational resources of this area, existing infrastructure, problems in the investment environment, and development strategies based on global experience.

Keywords: Mountainous regions, tourism infrastructure, investment, public-private partnership, tourism cluster, recreational resources, tourism marketing, international investments.

Kirish.

So‘nggi yillar mobaynida butun dunyo bo‘ylab turizm tobora ommalashib bormoqda. Bu haqida Butunjahon turistik tashkiloti (UNWTO) o‘zining har yillik statistika va hisobotlaridan bilib olishimiz mumkin. Mazkur statistikalar qatorida tog‘ turizmi alohida o‘rin egallagan. Xususan, Butunjahon turistik tashkiloti so‘nggi ma’lumotiga ko‘ra, “tog‘ turizmi barcha xalqaro sayyohlarning 9% dan-16% gacha qismini tashkil qiladi. Bu raqamlar xalqaro sayyohlarning kelishiga

ISSN 3030-3907

asoslangan. Chunki ichki tog‘ turizmi bo‘yicha ishonchli statistika hali mavjud emas”.[9]

Tog‘ turizmining xalqaro miqyosida yaxshi suratlarda o‘sib borayotgani O‘zbekiston hududida ham ushbu turizm turini tashkil etish va uni yanada rivojlantirish kerak ekanligidan dalolat beradi. Bu borada mamlakatimizda ishlar amalga oshirilmoqda. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 5-dekabrdagi PF-5273-son farmoni bilan Toshkent viloyatida “Chorvoq erkin turistik zonasi” tashkil etilgan bo‘lib, tog‘ turizmining bir necha turlari zona hududida o‘z faoliyatini olib bormoqda.

Asosiy qism. Tog‘ hududlari – yuqori rekreatsion salohiyat, noyob landshaftlar, ekologik toza muhit va yilning turli fasllarida turistik faoliyatni rivojlantirish imkoniyatiga ega bo‘lgan makonlar hisoblanadi. Jahon tajribasi shuni ko‘rsatadiki, Shveysariya Alp tog‘lari, Kanada Kolumbiya platosi, Gruziya Gudauri majmuasi, Turkiya Uludog‘ kurorti kabi manzillarni jadal rivojlantirishda infratuzilmani modernizatsiya qilish hamda investitsiyalar oqimini jalb etish asosiy omillardan biri bo‘lgan.

O‘zbekistonning tog‘ hududlari, xususan, **Chorvoq erkin turistik zonasi** so‘nggi yillarda milliy turizm industriyasini modernizatsiya qilish jarayonida strategik ahamiyat kasb etmoqda.

Erkin turistik zonalar tog‘ turizmini rivojlantirishning eng samarali mexanizmlaridan biridir. Ular infratuzilmani yaratish, investitsiya oqimini kuchaytirish, barqaror ekologik boshqaruvni joriy etish, hududning raqobatbardoshligini oshirish hamda mahalliy iqtisodiyotning jonlanishida hal qiluvchi o‘rin tutadi.

Mamlakat Prezidenti tomonidan tasdiqlangan turizm infratuzilmasini rivojlantirish dasturlari doirasida mazkur hududni xalqaro standartlarga mos rekreatsiya markaziga aylantirish bo‘yicha keng ko‘lamli ishlar olib borilmoqda. Biroq to‘g‘ridan-to‘g‘ri xorijiy investitsiyalarni jalb qilish, davlat-xususiy sheriklik mexanizmlarini joriy etish hamda infratuzilmaviy loyihalarni tizimli boshqarish jarayonida bir qator muammolar ham mavjud.

Chorvoq ETZ Toshkent viloyati Bo‘stonliq tumanida joylashgan bo‘lib, tog‘-ko‘l landshaftlari, Chorvoq suv ombori, Chimyon va Beldersoy dam olish zonasi hududining asosiy qismini o‘z ichiga oladi.

Hududning turistik salohiyati quyidagi yo‘nalishlarda yuqori baholanadi. Chorvoq erkin turistik zonasida turistlarga:

- ✓ yozgi dam olish uchun qulay suv havzasi;
- ✓ Yevropa standartlariga yaqin bo‘lgan chang‘i trassalari;

[9] https://www.untourism.int/news/tourism-s-potential-for-mountain-ecosystems-and-communities-outlined-in-new-report

ISSN 3030-3907

- ✓ tog‘ etagidagi yengil trekking va ekstremal sport imkoniyatlari;
- ✓ ekoturizm va gastronomik turizm uchun sharoitlar mavjud.

Turistlar uchun infratuzilmani yaxshilash borasida quyidagi ishlar amalga oshirildi:

1. yangi yo‘llar rekonstruksiya qilindi;
2. suv va elektr ta’minoti modernizatsiya qilindi;
3. mehmonxonalar va oromgohlar soni oshdi;
4. ko‘ngilochar komplekslar barpo etila boshlandi.

Ammo ko‘p yillik strategik rejalarga ko‘ra, hudud hali to‘liq turizm klasteri sifatida shakllanmagan. Jumladan:

- ➢ 4–5 yulduzli mehmonxonalar yetishmaydi;
- ➢ qishki sport infratuzilmasi cheklangan;
- ➢ suv sporti uchun xalqaro standartdagi xizmatlar kam;
- ➢ ekologik monitoring, servis sifati va kadrlar yetishmasligi kuzatiladi.

Yuqorida aytib o‘tilganidek zona hududiga investitsiya kiritishda bir qancha muammolar mavjud. Ular quyidagilar:

- ❖ Loyiha hujjatlarida qat’iy tartibning yo‘qligi;
- ❖ Kompensatsiya va soliq imtiyozlarining investorlarga yetarli targ‘ib qilinmasligi;
- ❖ Raqobatga asoslangan tender tizimlarining yetarlicha shaffof bo‘lmasligi;
- ❖ Xususiy sektor uchun kredit foizlarining yuqoriligi;
- ❖ Yer ajratish jarayonining murakkabligi.

Mazkur muammolar Chorvoq erkin turistik zonasining to‘liq investitsion salohiyatdan foydalanishiga to‘siq bo‘lmoqda. **Tog‘ hududlarida xorij tajribalarini o‘rgangan holda investitsiyalarni jalb etish bo‘yicha strategik yo‘nalishlar mavjud. Ular quyidagilar:**

Davlat-xususiy sheriklik mexanizmlarini kengaytirish Chorvoq ETZda quyidagi loyihalar amalga oshirilishiga sabab bo‘ladi:

- ko‘p funksiyali mehmonxonalar va “resort” majmualari;
- qishki sport markazlari (chang‘i trassalari, kanat yo‘llari);
- yirik akva-parklar;
- ekologik kempinglar;
- suv sporti uchun xalqaro standartdagi inshootlarni amalga oshirish.

Hudud uchun quyidagi imtiyozlar samarali bo‘lishi mumkin:

1. 5–10 yilgacha bo‘lgan soliq ta’tili;
2. Import asosida keltiriladigan turistik uskunalar uchun bojxona bojidan ozod qilish;
3. Yer ajratishda uzoq muddatli imtiyozli ijaraga berish;
4. Kreditlar uchun subsidiya ajratish.

ISSN 3030-3907

Mazkur imtiyozlar investorlar xavfini kamaytiradi va kapital oqmini jadallashtiradi. Investorlar uchun xavflarni minimallashtirish ularning sonini ko‘payishiga sabab bo‘ladi.

Hozirgi iqtisodiy sharoitda iqtisodiyotning ixtiyoriy sohasida klaster tizimida ish olib borish ancha samaraliroq hisoblanadi. Shu asnoda Chorvoq erkin turistik zonasini klaster tamoyili asosida rivojlantirish quyidagi afzalliklarni beradi:

- xizmatlar o‘rtasida sinergiya effekti shakllanadi;
- logistika xarajatlari kamayadi;
- birgalikdagi marketing strategiyasi yaratiladi;
- hududning yagona “brand identity”i shakllanadi.

Klaster nechta asosiy yo‘nalishni qamrab olishi kerak:

- sport turizmi (chang‘i uchish, snoubord, paraplan);
- suv turizmi (kaytserfing, dayving, yelkanli sport);
- ekstremal turizm;
- oilaviy rekreatsion turizm;
- ekologik turizm.

Xulosa. Chorvoq erkin turistik zonasida investitsiyalarni jalb etish bo‘yicha olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, hududning tabiiy-geografik imkoniyatlari, transport-infratuzilma salohiyati hamda turizmning turli yo‘nalishlarini rivojlantirish uchun qulay sharoitlar mavjud. Ushbu imkoniyatlardan samarali foydalanish esa tizimli, uzoq muddatli va innovatsion yondashuvga asoslangan investitsiya strategiyalarini amalga oshirishni talab qiladi.

Xorijiy va mahalliy sarmoyadorlar uchun qulay investitsion muhitni yaratish, infratuzilma loyihalarini diversifikatsiya qilish, davlat-xususiy sheriklik mexanizmlarini kengaytirish hamda marketing va brending siyosatini kuchaytirish hududning raqobatbardoshligini oshiradi. Shuningdek, ekologik barqarorlik tamoyillariga asoslangan loyiha tashabbuslari Chorvoqni nafaqat dam olish maskani, balki xalqaro standartlardagi zamonaviy turistik makonga aylantirishga xizmat qiladi. Ma’lumotlar Chorvoq erkin turistik zonasini Markaziy Osiyodagi yirik rekreatsion markazlardan biriga aylantirish imkoniyatini asoslaydi.

Umuman olganda, taklif etilgan strategiyalarni izchil amalga oshirish Chorvoq erkin turistik zonasida turizm industriyasining jadal rivojlanishini ta’minlab, yangi ish o‘rinlari yaratish, hududiy iqtisodiy faollikni oshirish va O‘zbekistonning jahon turizm bozoridagi o‘rnini mustahkamlashga katta hissa qo‘shadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil5-dekabrdagi PF-5273-son ““Chorvoq” erkin turistik zonasini tashkil etish to‘g‘risida”gi Farmoni

ISSN 3030-3907

2. O‘zbekiston Respublikasi Turizm qo‘mitasi. **Chorvoq iqtisodiy-turistik zonasini rivojlantirish konsepsiyasi.** — Toshkent, 2022.
3. Shomurodova Sh.G‘., Sharipov Sh.M . “Chorvoq erkin turistik zonasida turizmni rivojlantirishning tabiiy geografik asoslari” monografiya. Toshkent: “Universitet”- 2022.
4. www.unwto- Butunjahon turistik tashkiloti rasmiy sayti.
5. www.lexuz – O‘zbekiston Respublikasi Qonunchilik ma’lumotlari milliy bazasi.
6. www.untourism - Birlashgan Millatlar Tashkilotining ixtisoslashgan agentligi rasmiy sayti.
7. www.chorvoqtrz.uz - Chorvoq erkin turistik zonasi direksiyasi rasmiy sayti.

ISSN 3030-3907

ALLOKSAN BILAN INDUKSIYA QILINGAN DIABETDA BUYRAKDAGI O‘ZGARISHLAR

Sherov Sherzod Abdurasulovich
Buxoro davlat tibbiyot instituti, Tibbiy va biologik kimyo kafedrasi assistenti
E-mail: sherzod_sherov@bsmi.uz

Annotatsiya. Alloksan yordamida hosil qilingan qandli diabet modeli pankreatik β-hujayralarning selektiv destruksiyasi va og‘ir metabolik buzilishlar bilan kechadi. Ushbu model hayvonlarda buyraklar eng sezgir nishon organlardan biri bo‘lib, ular diabetik nefropatiyaga xos morfologik va funksional o‘zgarishlarni namoyon qiladi. Mazkur maqolada alloksan diabetida buyrakdagi asosiy morfologik, biokimyoviy va patofiziologik jarayonlar tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar. Alloksan, kreatinin, siydik kislotasi, bazal membrana, fibroz.

Аннотация. Модель аллоксанового диабета характеризуется селективным разрушением β-клеток поджелудочной железы и тяжёлыми метаболическими нарушениями. В этой модели почки являются одним из наиболее чувствительных органов-мишеней, в которых наблюдаются морфологические и функциональные изменения, характерные для диабетической нефропатии. В данной статье рассматриваются основные морфологические, биохимические и патофизиологические процессы в почках при аллоксановом диабете.

Ключевые слова. Аллоксан, креатинин, мочевая кислота, базальная мембрана, фиброз.

Abstract. The alloxan-induced diabetes model is characterized by selective destruction of pancreatic β-cells and severe metabolic disorders. In this model, the kidneys are one of the most sensitive target organs, which exhibit morphological and functional changes characteristic of diabetic nephropathy. This article reviews the main morphological, biochemical, and pathophysiological processes in the kidney in alloxan-induced diabetes.

Keywords. Alloxan, creatinine, uric acid, basement membrane, fibrosis.

Kirish

Diabetik nefropatiya — diabetning eng keng tarqalgan va xavfli asoratlaridan biri bo‘lib, glomerulyar filtratsiya buzilishi, oqsil yo‘qotilishi, oksidlovchi stress, yallig‘lanish va fibroz jarayonlarining kuchayishi bilan xarakterlanadi. Alloksan modeli eksperimental diabetni o‘rganishda keng qo‘llaniladi, chunki u β-hujayralarni selektiv tarzda shikastlab, gipoinsulinemiya va giperglikemiyani chaqiradi. Natijada, metabolik izdan chiqishlar buyrakda murakkab patologik o‘zgarishlarni yuzaga keltiradi.

Materiallar va usullar

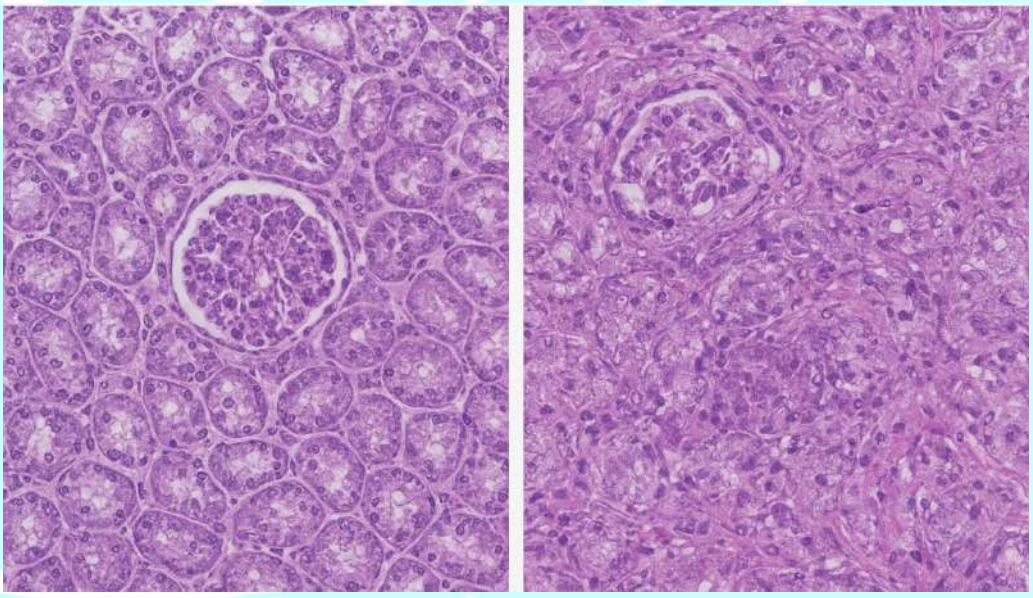
ISSN 3030-3907

Tajriba hayvonlari sifatida vazni 180–210 g bo‘lgan 30 ta erkak kalamush ishlatilgan. Alloksan monogidrat 0,9% NaCl eritmasida tayyorlangan va hayvonlarga subkutan tarzda yuborilgan. Tajribadan oldin hayvonlar ma’lum muddat oziq-ovqatdan mahrum qilinib, suv erkin berilgan. Alloksan dozasi tana vazniga nisbatan hisoblangan. Ushbu usul Toshkent tibbiyot akademiyasi ilmiy laboratoriyasida standart laboratoriya sharoitida amalga oshirilgan.

Buyraklarni morfologik va gistologik tahlil qilish uchun tajribadan so‘ng hayvonlar to‘qimalari formalin bilan fiksatsiya qilingan. Biokimyoviy ko‘rsatkichlar (kreatinin, siydik kislotasi) standart laboratoriya usullari bilan o‘lchangan.

Natijalar

Morfologik o‘zgarishlar



1-rasm. Buyrakdagi o‘zgarishlarning morfologik tahlili. Chapda normal, o‘ngda alloksan ta’siri.

- Bazal membrananing qalinlashishi
- Mezangial matritsaning kengayishi
- Filtrlovchi apparatning o‘tkazuvchanligi oshishi
- Podosit oyoqchalarining qisqarishi yoki yo‘qolishi

Natijada mikroalbunuriya va proteinuriya kuzatilgan.

Biokimyoviy o‘zgarishlar

- Kreatinin darajasi oshishi
- Glomerulyar filtratsiya tezligi (GFR) pasayishi

1-jadval.

Alloksan ta’sirida buyrakdagi biokimyoviy o‘zgarishlar.

	Glomerulyar filtratsiya tezligi ml/kun	Kreatinin mkmol/l

ISSN 3030-3907

Sog‘lom	90	93
Alloksan berilganda	5,1	121

Muhokama

Alloksan diabeti buyraklarda diabetik nefropatiyaga o‘xshash murakkab patologik jarayonlarni yuzaga keltiradi. Giperglikemiya, oksidlovchi stress, dislipidemiya va yallig‘lanish mediatorlari buyrakning glomerulyar va tubulo-interstisial tuzilmalarini shikastlaydi. Glomerulyar filtratsiya buzilishi va proteinuriyaning oshishi diabetik nefropatiyaning ilk belgisi sifatida namoyon bo‘ladi. Tubulo-interstisial shikastlanish esa surunkali buyrak yetishmovchiligi rivojlanishining asosiy determinantidir.

Model buyrakdagi diabetik zararlanish mexanizmlarini o‘rganishda yuqori ilmiy ahamiyatga ega bo‘lib, yangi terapevtik yondashuvlarni baholash uchun eksperimental platforma sifatida ishlatilishi mumkin.

2-jadval.

Buyrakdagi o‘zgarishlarni tavsifi.

Jarayon	Tushuntirish
Glomeruloskleroz	Mezangial kengayish, kapillyar bo‘shliqlar torayishi
Tubulyar degeneratsiya	Epiteliy shishi, piknoz, vakuollanish
Tubulointerstitsial yallig‘lanish	Limfositlar infiltratsiyasi
Fibroz boshlanishi	Kollagen to‘planishi
Oksidlovchi stress belgisi	Hujayra membrana shikastlanishi, MDA ko‘tarilishi bilan mos
NO/nitrit/nitrat oshishi bilan bog‘liq vazodilatatsiya va yallig‘lanish	Interstitsiyada o‘zgarishlar kuchayishi

Alloksan bilan induktsiya qilingan diabet buyraklarda glomerulyar filtratsiya buzilishi, podosit degeneratsiyasi, tubulo-interstisial shikastlanish, yallig‘lanish va oksidlovchi stress bilan xarakterlanadi. Ushbu o‘zgarishlar diabetik nefropatiyaning rivojlanishini aks ettiradi va eksperimental diabetni o‘rganishda muhim ilmiy model hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Протасова С.В., Бутолин Е.Г., Оксузян А.В. Обмен углеводсодержащих биополимеров в печени и слизистой желудка при экспериментальном диабете у крыс с различной устойчивостью к стрессу //Сахарный диабет. – 2010. – №. 1. – С. 10-12.

2. Asgary S, Rafieian-Kopaei M, Shamsi F, Najafi S, Sahebkar A. Biochemical and histopathological study of the anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effects

ISSN 3030-3907

of cornelian cherry (Cornus mas L.) in alloxan-induced diabetic rats. //J Complement Integr Med. 2014 Jun;11(2):63-9.

3. Gargouri M, Magné C, El Feki A. Hyperglycemia, oxidative stress, liver damage and dysfunction in alloxan-induced diabetic rat are prevented by Spirulina supplementation. //Nutr Res. 2016 Nov;36(11):1255-1268.

4. Rahimi-Madiseh M, Heidarian E, Kheiri S, Rafieian-Kopaei M. Effect of hydroalcoholic Allium ampeloprasum extract on oxidative stress, diabetes mellitus and dyslipidemia in alloxan-induced diabetic rats. //Biomed Pharmacother. 2017 Feb;86:363-367.

5. Эльбекьян К. С. и др. Особенности протекания аллоксан-индуцированного сахарного диабета у экспериментальных крыс //Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2019. – Т. 14. – №. 1-2. – С. 264-268.

6. Дуру К. Ц. и др. Влияние изофлавоноидов на биохимические и морфометрические показатели крыс с аллоксановым сахарным диабетом //Вестник уральской медицинской академической науки. – 2021. – Т. 18. – №. 4. – С. 270.

7. Гайдарова А. П., Корощенко Г. А., Айзман Р. И. Влияние куркумы и куркумина на углеводный обмен при аллоксан-индуцированном сахарном диабете у крыс //Современные проблемы науки и образования. – 2014. – №. 5. – С. 597-597.

8. Вольхина И. В., Бутолин Е. Г. Оксидативный стресс и изменения показателей обмена сиалогликоконъюгатов печени крыс с аллоксановым сахарным диабетом //Сахарный диабет. – 2022. – Т. 25. – №. 3. – С. 249-255.

9. Быков И.М. Особенности метаболических нарушений у крыс с аллоксановым диабетом, развившимся на фоне хронической алкогольной интоксикации/ И.М. Быков, К.А. Попов, Х.П. Бербериди, И.Ю. Цымбалюк, Г.А. Ермакова и [и др.]//Медицинский вестник Северного Кавказа.- 2018.- Т.13.- № 3.- С.511-514.

10. Биджиева Ф.А. Биохимические особенности аллоксан-индуцированного сахарного диабета. //Медицинский алфавит. – 2018. - № 2(31). – С.12-14.

ISSN 3030-3907

QUYOSH PANELLARI UCHUN OPTIMAL NISHAB BURCHAGINI MAVSUMIY INSOLYATSIYANI ANIQLASH.

Axmadaliyev Utkirbek Akramjonovich
Andijon davlat texnika instituti Muqobil energiya manbalari kafedrasi katta o'qituvchisi
To'raqulov Dostonjon Rustamjon o'g'li
Andijon davlat texnika instituti Muqobil energiya manbalari kafedrasi 4-kurs talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqola O'zbekiston sharoitida fotovoltaik elektr stansiyalarining (FES) samaradorligini oshirish maqsadida quyosh panellari (QP) uchun optimal nishab (qiyalik) burchagini tanlash metodologiyasiga bag'ishlangan. Qayta tiklanadigan energiya manbalari, xususan, quyosh energiyasi O'zbekistonda resurs hajmi va ekologik tozaligi sababli eng istiqbolli hisoblanadi. An'anaviy manbalar narxining oshishi fonida FESni keng joriy etish dolzarbdir. Maqolada Kuper formulasi orqali Quyoshning og'ish burchagi δ aniqlanib, minimal insolyatsiya davri uchun optimal egilish burchagini topish ifodasi taqdim etilgan. Ushbu yondashuv O'zbekistonning ayrim shaharlari uchun aniqroq va foydali quvvatning minimal darajasini qondira oladigan burchaklarni belgilash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: quyosh Panellari (QP), optimal Burchak, insolyatsiya, fotovoltaik elektr stansiyalari (FES), nishab burchagi (qiyalik), quyosh nurlanishi, geografik kenglik, energiya Samaradorligi, og'ish burchagi δ.

Аннотация: Статья посвящена методике выбора оптимального угла наклона солнечных панелей (СП) для повышения эффективности фотоэлектрических установок (ФЭУ) в условиях Узбекистана. Возобновляемые источники энергии, в частности солнечная энергия, считаются наиболее перспективными в Узбекистане благодаря их ресурсоёмкости и экологичности. На фоне роста стоимости традиционных источников, широкое внедрение ФЭУ является актуальным. В статье приведено выражение для нахождения оптимального угла наклона для периода минимальной инсоляции, определяющее угол отклонения Солнца δ по формуле Купера. Данный подход позволяет более точно определить углы, способные удовлетворить минимальному уровню полезной мощности для некоторых городов Узбекистана.

Ключевые слова: солнечные панели (СП), оптимальный угол, инсоляция, фотоэлектрические установки (ФЭУ), угол наклона (уклон), солнечная радиация, географическая широта, энергоэффективность, угол наклона δ.

Annotation: The article is based on the method of choosing optimal angle solar panels (SP) for increasing the efficiency of photoelectric installations (FEU) in the

ISSN 3030-3907

conditions of Uzbekistan. Renewable energy sources, especially solar energy, are the most promising in Uzbekistan, and they are resourceful and environmentally friendly. Na fone rosta stoimosti traditsionnyx istochnikov, shirokoe vnedrenie FEU yavlyaetsya aktualnym. V state privedeno expression for the creation of an optimal angle of inclination for the period of minimal insulation, defining the angle of deflection Solntsa d po formula Kupera. The data approach allows to determine the exact level of the minimum level of useful traffic for some cities in Uzbekistan.

Key words: solar panels (SP), optimal angle, insolation, photoelectric installations (FEU), solar radiation, geographical latitude, energy efficiency, tilt angle δ.

Kirish.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari orasida quyosh nurlanishi resurs hajmi, ekologik tozaligi va hamma joyda mavjudligi jihatidan eng istiqbolli hisoblanadi. Quyosh elektr stansiyalari narxining pasayishi va O‘zbekistonning ko‘plab mintaqalarida energiya tanqisligi fonida an'anaviy energiya manbalari (uglevodorod yoqilg‘isi) tomonidan ishlab chiqariladigan energiya narxining doimiy ravishda oshib borishi ularni keng ko‘lamda joriy etishni jozibador qiladi. Fotovoltaik elektr stansiyalaridagi energiya manbai quyosh nurlanishi energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr tokiga aylantiradigan quyosh batareyalaridan iborat quyosh panellari (QP) hisoblanadi. QPning afzalligi shundaki, harakatlanuvchi qismlarning yo‘qligi, ularning yuqori ishonchliligi va barqarorligi. Ular yengil, texnik xizmat ko‘rsatish oson va to‘g‘ridan-to‘g‘ri va tarqoq nurlanishdan samarali foydalanadi. Ularning modulli dizayni deyarli har qanday quvvatdagi stansiyalarni yaratishga imkon beradi, bu esa ularni juda istiqbolli qiladi.

Metologiya.

Quyosh energiyasi tizimlarini o‘rnatishda, energiya ishlab chiqarishni maksimal darajada oshirish uchun quyosh energiyasining ortishini nazariy jihatdan hisoblash va quyosh panellarining optimal qiyalik burchagini tanlash kerak. Optimal panel burchagini aniqlash quyosh panellari sonining ko‘payishidan saqlaydi, aks holda bu quyosh massivining maydonining oshishi tufayli shamol yuklarining ko‘payishiga olib keladi.

Quyosh nurlanishining kuchi geografik kenglik, yil vaqti va kun vaqtiga bog‘liq. Bundan tashqari, quyosh nurlanishining Yer yuzasiga yetib borish kuchi (ya'ni, atmosfera yo‘qotishlarini chiqarib tashlagan holda) atmosfera sharoitlariga (bulutlar, tuman, chang va boshqalar mavjudligi) ham bog‘liq. Atmosfera sharoitlari ko‘plab tasodifiy omillarga bog‘liq bo‘lgani uchun, quyosh energiyasini kiritishning kunlik va yillik jadvallari murakkabdir[1-2].

Shunga qaramay, fotoelektrik panellarning hosil qiladigan quvvati ko‘p jihatdan yorug‘lik qabul qiluvchi sirtning quyosh nurlari oqimiga nisbatan

ISSN 3030-3907

orientatsiyasiga bog‘liq. Fotoqabul qiluvchi sirtning orientatsiyasi panelning gorizontalga nisbatan og‘ish burchagi (α) va janubiy yo‘nalishga nisbatan burilish burchagi (γ) bilan belgilanadi.

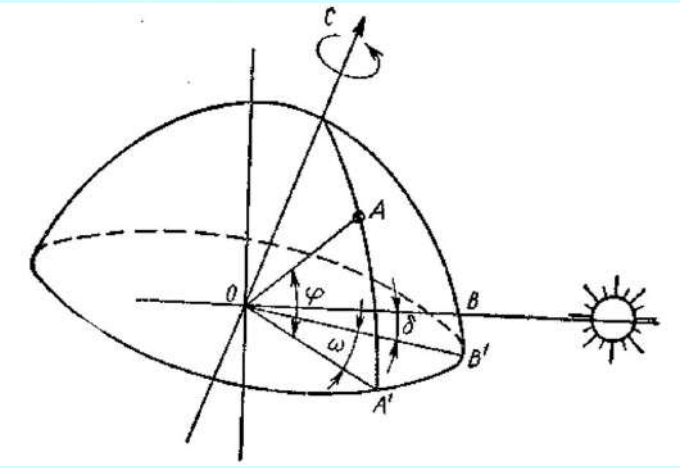
Quyosh panelining qiyalik burchagi quyosh batareyalari tomonidan ishlab chiqariladigan energiya miqdoriga sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Qiyalikni tanlash asosan quyosh paneliga tushadigan energiya oqimi zichligi bilan belgilanadi, bu Yerning Quyoshga nisbatan holatiga qarab o‘zgaradi. Kunduzgi vaqtda Yerning o‘z o‘qi atrofida aylanishi natijasida Quyoshning osmondagi holati kuzatuvchiga nisbatan o‘zgaradi. Bu harakat quyosh nurlanishining to‘g‘ridan-to‘g‘ri komponenti yerga tushadigan burchakni o‘zgartiradi, bu esa quyosh paneli tomonidan qabul qilinadigan energiya miqdoriga sezilarli ta'sir qiladi. Agar nurlanish to‘g‘ri burchak ostida tushsa, yutilgan quyosh nurlanishi energiyasi miqdori maksimal bo‘ladi. Quyosh va yutuvchi sirt orasidagi burchak o‘zgarganda, sirtning nurlanishi kamayadi. Quyosh nurlari panelga parallel tushganda, to‘g‘ridan-to‘g‘ri oqimdan nurlanish nolga tushadi[3].

TAHLIL VA NATIJALAR.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlanishining tushish burchagi ham Yerning Quyosh atrofida elliptik orbitasi, shuningdek, o‘z aylanish o‘qining qiyaligi tufayli mavsumiy o‘zgarishlarga uchraydi. Shuning uchun, statsionar quyosh panellaridan foydalanilganda, quyosh nurlanishining fotosensitiv yuzaga nisbatan oqimi nafaqat kun davomida, balki yil davomida ham doimiy ravishda o‘zgarib turadi, bu esa energiya chiqishining notekis bo‘lishiga olib keladi.

Kerakli burchaklarni (s va γ) hisoblash uchun Quyosh tizimining Yer yuzasidagi quyosh nurlariga nisbatan o‘rnini aniqlash kerak.

Quyosh tizimining o‘rnini ma'lum bir A nuqtasi sifatida belgilaylik (1-rasm).



1-rasm. Quyoshning osmon bo‘ylab ko‘rinadigan harakatining diagrammasi.

Uning holati uchta asosiy burchak bilan aniqlanadi — joylashuv nuqtasining kengligi (φ), soat burchagi (ω) va Quyoshning og‘ishi (δ). Kenglik φ — bu A nuqtasini Yer markazi O bilan bog‘lovchi chiziq va uning ekvator tekisligidagi proyeksiyasi orasidagi burchakdir. Soat burchagi ω — ekvator tekisligida OA

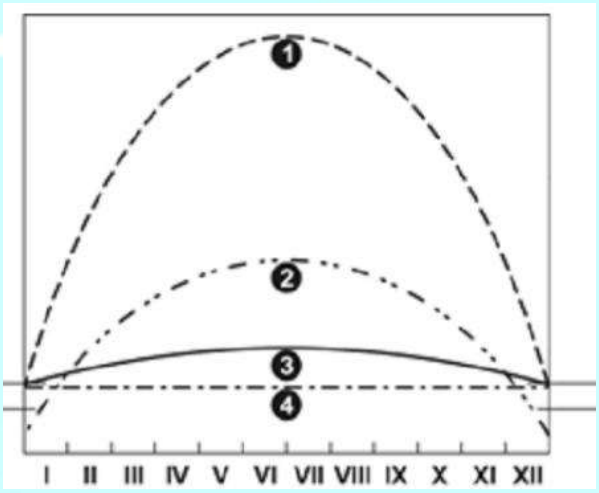
ISSN 3030-3907

chizig‘ining proyeksiyasi bilan Yer va Quyosh markazlarini bog‘lovchi chiziqning proyeksiyasi orasidagi burchakdir. Quyoshning mahalliy peshin vaqtida ω = 0 bo‘ladi, 1 soat esa 15° ga teng.

Quyoshning og‘ishi δ — bu Yer va Quyosh markazlarini bog‘lovchi chiziq bilan uning ekvator tekisligidagi proyeksiyasi orasidagi burchakdir. Aynan mana shu og‘ish, ya’ni Yer o‘qi qiyaligining o‘zgarishi, stasionar quyosh panellarining orientatsiya burchagini belgilashda muhim rol o‘ynaydi. Agar Yerning aylanish o‘qi qiyshaymagan bo‘lganida, og‘ish burchagi doimo 0° ga teng bo‘lardi. Ammo Yer o‘qi 23,45° ga qiyshaygan va og‘ish burchagi 22-dekabr — qishki quyosh turishida −23,45° dan 22-iyun — yozgi quyosh turishida +23,45° gacha o‘zgaradi. Og‘ish burchagi yiliga ikki marta — 21-mart bahorgi tengkunlikda va 23-sentabr kuzgi tengkunlikda — 0° ga teng bo‘ladi.

Shu bois, agar quyosh panellari og‘ish burchagi o‘zgarmas bo‘lsa, yillik maksimal ishlab chiqarish panelning og‘ish burchagi joyning geografik kengligiga teng bo‘lganda ta’minlanadi, deb hisoblanadi. Burchakning kichikroq qiymatlari yozda tushadigan nurlanishni oshiradi, kattaroq burchaklar esa qishda mos ravishda ko‘proq nurlanish qabul qiladi[4-5].

Biroq amalda, stasionar quyosh panellarining og‘ish burchagi bo‘yicha umumiy tavsiyalarga amal qilinganda ham ko‘pincha iste’molchini ta’minlash uchun zarur bo‘lgan foydali quvvatning minimal darajasi ta’minlanmaydi. Bu ayniqsa yil davomida insolyatsiya past bo‘ladigan davrlarda yaqqol seziladi. Bunday yondashuvning salbiy ta’sirini sifat jihatdan ko‘rsatib beruvchi misol 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Quyosh nurlanishi oqimi intensivligining o‘zgarishi:

Gorizontal sirtga tushadigan nurlanish (musaffo osmon sharoitida) (1), hududning geografik kengligiga teng burchak ostida o‘rnatilgan quyosh paneli tomonidan hosil qilinadigan quvvat (2), mazkur hududning insolyatsiyasini hisobga olgan holda tanlangan burchak ostida ishlaydigan panel quvvati (3) va yillik umumiy yuklama profili (4).

ISSN 3030-3907

Har qanday geografik hudud uchun ma’lum insolyatsiya qiymatlari xarakterlidir. Shu sababli, musaffo osmon sharoitida gorizontal sirtga tushadigan to‘g‘ridan-to‘g‘ri radiatsiya yig‘indilarini bilgan holda (1-jadval), odatda minimal energiya miqdori uch oylik davrda tushishini aniqlaymiz. Shu uch oy davomida Quyoshning og‘ishi taxminan δ1 > δmin < δ2 orasida o‘zgaradi, bu yerda δmin — to‘g‘ridan-to‘g‘ri radiatsiya yig‘indisi eng kam bo‘lgan oy uchun og‘ish burchagi, δ1 va δ2 — to‘g‘ridan-to‘g‘ri radiatsiya yig‘indisi δmin ga yaqin bo‘lgan oylarning og‘ish burchaklari. O‘rta og‘ish burchagi δ o‘sha burchaklarning kosinuslari arifmetik o‘rtachasi orqali aniqlanadi:

$$\cos \delta_{\text{o‘rta}} = \frac{\cos \delta_1 + \cos \delta_{\min} + \cos \delta_2}{3} \quad (1)$$

Ma’lum bir kunda Quyoshning og‘ish burchagini Kuper formulasiga ko‘ra aniqlash mumkin:

$$\delta_n = 23{,}45 \sin \; 360 \frac{284 + n}{365} \quad (2)$$

Bu yerda n - yil kunining tartib raqami. 1-12 oylar uchun o‘rtacha kun n uchun yaxlitlangan mayl qiymatlari δ sparvochniklarda keltirilgan.

Ushbu oylarning har biri uchun og‘ishni aniqlashda ushbu davrning boshi va oxiriga mos keladigan δ1 va δ2 og‘ish qiymatlaridan va oraliq oyning o‘rta nuqtasiga mos keladigan δmin qiymatidan foydalanish taklif etiladi. Optimal og‘ish burchagi quyidagi ifodadan topiladi:

$$\alpha = \varphi + \delta_{cp} \quad (3)$$

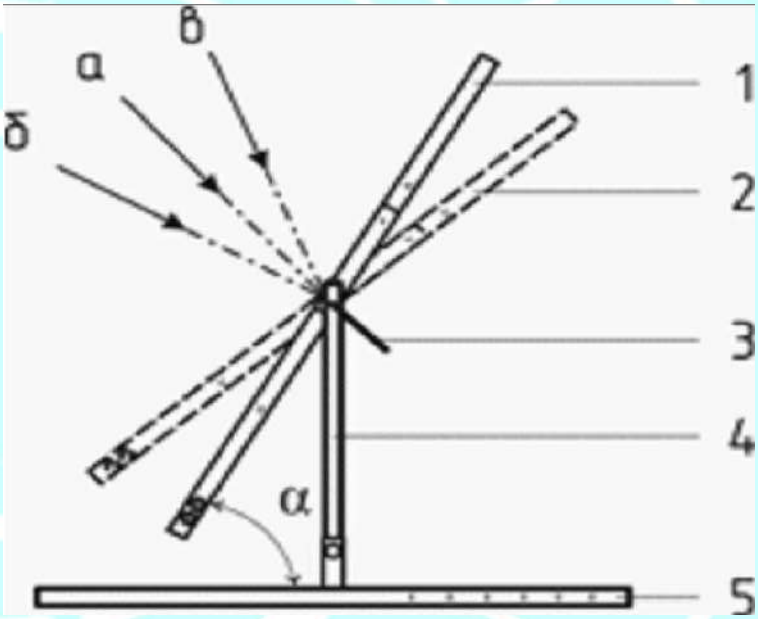
Bu yerda φ fotovoltaik tizim ishlaydigan joyning geografik kengligi bo‘lib, qiyalik burchagi 3-rasmda ko‘rsatilgandek aniqlanadi. O‘zbekistonning ayrim shaharlari uchun fotovoltaik tizim uchun optimal qiyalik burchagi qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan[6-7].

№	**Shahar (Geografik Kenglik, φ)**	**Geografik Kenglik (φ)**	**Optimal Qiyalik Burchagi (αopt)**
1.	Toshkent	41.3^0	45^0 - 50^0
2.	Samarqand	39.6^0	43^0 - 48^0
3.	Buxoro	39.8^0	44^0 - 49^0
4.	Termiz	37.2^0	40^0 - 45^0
5.	Nukus	42.5^0	47^0 - 52^0
6.	Andijon	41.3^0	45^0 - 50^0

Shunday qilib, quyosh nurlanish manbasining chinakam optimal egilish burchagini aniqlash uchun avvalo, ma’lum bir hududda joylashgan gorizontal yuzaga quyosh nurlanishining minimal bo‘lgan davrda uning kattaligini bilish

ISSN 3030-3907

kerak, chunki bu qiymat hal qiluvchi ahamiyatga ega, shuningdek, ushbu hududning geografik koordinatalari ham.



3-rasm. Qishki davr uchun fotoelektr panelining optimal qiyalik burchagi α (1) va bahorgi (kuzgi) tengkunlik (2) uchun gorizontal asosga (5) perpendikulyar o‘rnatilgan vertikal stendga (4) qisqich (3) bilan mahkamlangan. Strelkalar quyosh nurlanishining tushish yo‘nalishini ko‘rsatadi: a - tengkunlikda, b - qishda, v - yozda

XULOSA.

Tadqiqot quyosh panellarining optimal nishab burchagi α ni an'anaviy yondashuvlardan farqli o‘laroq, geografik kenglik φ va minimal insolyatsiya davrini (odatda qishki 3 oy) hisobga olgan holda aniqlash zarurligini ko‘rsatadi. Umumiy qoidalar bo‘yicha o‘rnatish yil davomida, ayniqsa, qishda insolyatsiya past bo‘lgan paytda energiya taqchilligiga olib keladi. Taklif etilgan metodologiya Kuper formulasi va minimal radiatsiya yig‘indilari asosida eng kam energiya ishlab chiqarish davrida ham FES (Fotovoltaik Elektr Stansiyalari)ning foydali quvvatini maksimal darajada oshirish imkonini beradi. Bu O‘zbekiston sharoitlari uchun yuqori samaradorlikni va energiya ta'minotining barqarorligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Mavlonov, B. A., & Urazova, N. X. (2020). Quyosh energiyasidan foydalanishda fotoelektr panellarning optimal nishab burchagini aniqlash. Qayta tiklanuvchi energiya manbalari va barqaror rivojlanish ilmiy-texnik jurnali, 2(3), 115–120. (ISSN mavjud bo‘lsa, qo‘shish tavsiya etiladi).

2. Abdurahmonov, S. M., & Qodirov, A. J. (2018). Quyosh elektr stansiyalarining samaradorligini oshirishda nurlanishning mavsumiy taqsimotini hisobga olish. Energetika muammolari: ilmiy-amaliy jurnal, 1, 45–51.

ISSN 3030-3907

3. Hossain, M. A., & Badr, H. M. (2011). Optimization of solar PV panel tilt angle for maximum energy generation in different weather conditions. Energy Conversion and Management, 52(9), 2919–2924.
4. Jafarkazemi, M. A., & Saadabadi, S. A. (2013). Optimal tilt angle for maximizing the incident solar radiation on photovoltaic panels. International Journal of Renewable Energy Research (IJRER), 3(1), 18–22.
5. Darwish, Z. A., Ibrahim, O. M., & Hizam, H. (2017). A review of recent techniques for optimal determination of solar photovoltaic panel tilt angle. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 74, 145–157.
6. Тверетнев, М. М., & Закиров, И. И. (2022). Определение оптимального угла наклона солнечных батарей с учетом годовой динамики инсоляции. Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики, 24(3-4), 108–117.
7. Саидов, Ф. Ш., & Рустамов, Д. Ш. (2016). Методика расчета оптимального угла наклона фотоэлектрических модулей для условий Узбекистана. Вестник Ташкентского государственного технического университета, 3, 78–83.

ISSN 3030-3907

”HISOBLASH USULLARI” FANINI O‘QITISHNING MAQSADI, VAZIFALARI VA PEDAGOGIK MUAMMOLARI HAQIDA

N. A. Otaxanov
Namangan davlat universiteti, professor, DSc.
E-mail: nurillo_otaxanov@list.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada “Hisoblash usullari” fanini o‘qitishning maqsadi va vazifalari, shuningdek, mazkur fan bo‘yicha o‘quv jarayonida uchraydigan asosiy pedagogik muammolar yoritiladi. Maqolada hisoblash usullarining zamonaviy o‘quv dasturlaridagi o‘rni, talabalarning analitik va algoritmik fikrlashini rivojlantirishdagi roli, amaliy mashg‘ulotlar samaradorligini oshirish taktikalari hamda innovatsion pedagogik yondashuvlar tahlil qilinadi. Shuningdek, fanni o‘qitishda yuzaga keladigan qiyinchiliklar — abstrakt matematik tushunchalarni o‘zlashtirish, dasturlash ko‘nikmalarining yetishmasligi, o‘quv motivatsiyasining pastligi kabi muammolarni bartaraf etish bo‘yicha takliflar ishlab chiqiladi.

Kalit so‘zlar: hisoblash usullari, o‘qitish maqsadi, pedagogik muammolar, algoritmik fikrlash, hisoblash kompetensiyalari, zamonaviy ta’lim texnologiyalari.

Аннотация. В данной статье рассматриваются цель и задачи преподавания дисциплины «Вычислительные методы», а также основные педагогические проблемы, возникающие в процессе её изучения. Анализируется роль вычислительных методов в современных учебных программах, их влияние на развитие аналитического и алгоритмического мышления студентов, повышение эффективности практических занятий и использование инновационных педагогических подходов. Кроме того, предлагаются решения трудностей, связанных с освоением абстрактных математических понятий, недостатком навыков программирования и низкой учебной мотивацией.

Ключевые слова: вычислительные методы, цель обучения, педагогические проблемы, алгоритмическое мышление, вычислительные компетенции, современные образовательные технологи.

Abstract. This article discusses the goals and objectives of teaching the subject “Computational Methods,” along with the key pedagogical challenges encountered in the learning process. The study highlights the importance of computational methods in modern curricula, their role in developing analytical and algorithmic thinking, strategies for increasing the effectiveness of practical sessions, and the application of innovative teaching approaches. It also provides recommendations for addressing difficulties such as understanding abstract mathematical concepts, insufficient programming skills, and low student motivation.

Key words: computational methods, learning objectives, pedagogical challenges, algorithmic thinking, computing competencies, modern educational technologies.

ISSN 3030-3907

Kirish

Raqamlashgan jamiyat va iqtisodiyot sharoitida katta hajmdagi ma’lumotlarni saqlash, qayta ishlash, saralash kabi sohalarda turli yo‘nalishlardagi mutaxassislarning tayyorgarlik darajasiga qo‘yiladigan talablar jadal ravishda oshmoqda. Bo‘lajak mutaxassislarni kasbiy faoliyatga tayyorlashda eng muhim fanlardan biri sifatida hisoblash matematikasi ajralib turadi. Ushbu fan turli predmet sohalarda real hodisalarni kompyuter yordamida matematik modellashtirish jarayonida yuzaga keladigan masalalarni sonli yechish g‘oyalarini rivojlantiradi”. Bu fanning ahamiyati haqida M.M. Klunnikova shunday yozadi: “Bugungi kunda “Hisoblash usullari” fani turli yo‘nalishlarda mutaxassislar tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Matematik modellarining sonli tahlili esa har qanday amaliy ishlanmalarda samarali tadqiqot vositasi sifatida xizmat qiladi”. [1, 19-b]

“Ayrim hollarda hisoblash usullarini alohida fan sifatida emas, balki oliy matematika, matematik modellashtirish va optimallashtirish usullarini o‘rganishning alohida elementlaridan biri sifatida o‘rganiladi. O‘zbekiston, Rossiya va boshqa bir qator davlatlarda bu hisobalash usullari alohida fan sifatida o‘qitiladi.

Bu fan amaliy matematikaning mustaqil bo‘lini sifatida matematik modellar darajasida turli masalalarni yechishning sonli usullarini ishlab chiqilishi, asoslanishi va amaliy tatbiqi shaklida amalga oshiriladi. Matematik modellarning sonli tahlili, algoritmlar, dasturlar va hisoblash tajribalari hozirgi vaqtda amaliy muammolarni o‘rganishning eng ustuvor yo‘nalishi hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. “Hisoblash usullari” fanining mtaxasssilar tayyorlashdagi ahamiyati va samarali o‘qitish uslubiyotlarini ishlab chiqish sohasida A.A. Abduqodirov, M.M. Aripov kabi ko‘plab olimlarning ilmiy ishlarida muayyan darajada o‘rganilgan. Xususan, N. Ravshanov hisoblash usullari fanini o‘qitishda algoritmik amaliyotni ta'lim jarayoniga singdirsh muammolarini o‘rgangan. Klunnikova M. M. “Hisoblash usullari” fanini o‘qitish jarayonida talabalarning hisoblash usullari bo‘yicha tegishli kompetensiyalarni rivojlantirish muammolarini tadqiqi etgan. I. V. Belenkova oliy ta’lim muassasalari talabalarining kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirishda matematik dasturlar dastasidan foydalanish muammolarini o‘rgangan [2]. F. Gabriel, A.A. Florina [3] va boshqa bir qator olimlar hisoblash usullari fanini o‘qitish jarayonida foydalanishning turli jihatlarini o‘rganish yuzasidan ilmiy tadqiqot ishlarini olib borganlar.

Yuqoridagi olimlarning ilmiy ishlari bo‘yicha tahlillar “Hisoblash usullari” fanini o‘qitish bilan bog‘liq zamonaviy muammolarning yetarli darajada

ISSN 3030-3907

o‘rganilmaganligini hamda bu borada qo‘shimcha ilmiy tadqiqot ishlarni taqozo etishini ko‘rsatdi.

METODOLGIYA VA MATERIALLAR

“Hisoblash usullari” fani sonli hisoblash amaliyotining muhim yo‘nalishlaridan biri sifatida informatika va axborot texnologiyalari fanining “dasturlash tillari va usullari”, “algoritmlashtirish” bo‘limlarida olingan bilimlarni integratsiya qilish imkonini beradi. Mazkur bilimlar hisoblash matematikasining turli masalalarini yechish uchun mustahkam zamin bo‘lib xizmat qiladi.

“Hisoblash usullari” matematika, fizika va informatika hamda qator injenerlik sohalarida muyaxassislarni tayyorlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Uning tarkibi talabalarning yuqori darajadagi matematik hisoblash madaniyatini va ilmiy dunyoqarashini rivojlantirish asosida talabalarni hisoblash texnologiyalaridan foydalanish, matematik modellar tahlili va amaliy masalalarni yechish jarayoniga tayyorlash uchun xizmat qiladi. Xususan, bu fanning mazmuni kadrlarni innovatsion yondashuvlar asosida turli jarayonlarni loyihalashtirish, sohadagi ilg‘or tajribalarni amaliyotga joriy etishga qodir bo‘lishini ta'minlashga qaratiladi.

Hisoblash usullarifani matematika, informatika va muhandislik kabi sohalarda muhim ahamiyat jkasb etadi. Bu fan matematikaga oid turli jarayonlarni sonli hisoblash usullarini o‘z ichiga oladi. Masalan, differensial tenglamalar, integrallar va chiziqli tenglamalar tizimlarini yechishda hisoblash usullari yordamida yaqinlashuvchi yechimlarni toppish asosida hisoblash xatoliklarini baholash imkonini beradi.

Raqamli jamiyat mutaxassislarini tayyorlashda hisoblash usullarining o‘rni juda katta, chunki u amaliy matematika va informatika fanlari bo‘yicha bakalavriat dasturlarining asosiy komponenti hisoblanadi. Bu fan orqali talabalar matematik xarakterdagi algebraik, transendent va differensial tenglamalar, integrallar kabi turli masalalarni sonli hisoblashni o‘rganadilar. Shuningdek, fizika va muhandislik jarayonlarini modellashtirishda (masalan, tebranishlar yoki termik kengayishni hisoblashda) qo‘llaniladi, bu esa talabalarning nazariy bilimlarini real muammolarga tatbiq etish qobiliyatini oshiradi. Oliy ta'lim tizimida hisoblash usullari informatika, matematika va kompyuter grafikasi kabi fanlar bilan chambarchas bog‘lanib, talabalarda muammo hal qilish malakalarini shakllantiradi.

“:Hisoblash usullari” fani bir qator mutaxassislarni tayyorlashda quyidagi jihatlari bilan muhim ahamiyat kasb etadi:

– Murakkab matematik masalalarni hal qilish ko‘nikmalarini shakllantirishi;
– Aniqlik va samaradorlikni bahoalsh;
– Amaliyotda qo‘llanuvchanlik;

ISSN 3030-3907

– Moslashuvchanlik.

“Hisoblash usullari” fani mutaxassis tayyorlash jarayonida talabalarda matematik madaniyatni shakllantiradi, nazariy va amaliy matematik ko‘nikmalarni birlashtiradi. U nafaqat matematik harakterdagi masalalarni hal qilishda, balki kasbiy xizmatlarni bajarishda sun’iy intellekt va boshqa innovatsion texnologiyalardan foydalanish ko‘nikmalarini shakllantirishga ham yordam beradi.

Hisoblash usullari matematik-mutaxassislardan tashqari, kasbiy faoliyati katta hajmdagi ilmiy hisoblash ishlari bilan bog‘liq qator yo‘nalishlarda, muhim ilmiy-tadqiqot va bashoratlash masalalarida keng qo‘llaniladi:

1. Meteorologiya va iqlimshunoslik. Hisoblash usullaridan meteorologiya va iqlimshunoslikda atmosferadagi murakkab fizik jarayonlarni modellashtirishda keng qo‘llanilmoqda. Jumladan, Sonli iqlim modellari yordamida global iqlim o‘zgarishlari va ob-havo prognozlari aniqlanadi. Bu usullarda Eylar-Navye-Stokes tenglamalarining diskretlashtirilgan ko‘rinishlari asosida hisoblashlar olib boriladi. G.I. Marchuk bu sohada yetuk mutaxassis sifatida o‘zining “Numerical Methods in Weather Prediction” asarida atmosfera dinamikasini modellashtirish uchun yechim sxemalarini ko‘rsatib o‘tgan. [4]

2. Injenerlik (hisoblari va konstruktsiyalarda) sohasida hisoblash usullari strukturaviy barqarorlikni aniqlash, deformatsiya va kuchlanish bo‘yicha tahlillarda keng foydalaniladi. Masalan, chekli ayirmalar usuli qurilish inshootlari, mashina qismlari va aerokosmik tizimlarning ishonchliligini baholashda qo‘llaniladi.

3. Biomeditsina va bioinformatika. Biologik tizimlar va inson tanasidagi fiziologik jarayonlarni matematik modellashtirishda ham hisoblash usullaridan keng foydalaniladi. Masalan, yurak urishi va tempi, hujayraning o‘sishi kabi holatlarni modellashtirish masalalari hisoblash usullari orqali yechiladi.

4. Moliya va iqtisodiyot. Hisoblash usullari iqtisodiy modellarni yaxshilash, statistikani baholash va narxlash modellarini qurishda muhim o‘rin tutadi. Monte-Carlo metodlari va differensial tenglamalar asosida narx bashoratlari amalga oshiriladi.

5. Fizika va kvant mexanikasi. Hisoblash usullar apparati yordamida kvant holatlar, zarracha harakatlari, energiya darajalari hisoblab chiqiladi. Shryodinger tenglamasi kabi tenglamalar sonli usullar orqali o‘rganiladi.

6. Sun’iy intellekt va mashinali o‘rganish. Sonli optimallashtirish usullari sun’iy intellekt algoritmlarini yaratishda asosiy vosita hisoblanadi. Gradient descent, Newton-Raphson va boshqa iteratsion algoritmlar neyron tarmoqlarni o‘qitishda qo‘llaniladi. Shuningdek, katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilishda sonli interpolatsiya va regressiyon modellarga tayaniladi. [5]

ISSN 3030-3907

6. Himiya (kompyuter himiyasi va himioyaviy kinetika). Molekulalar dinamikasini modellashtirish, reaksiya tezligini tahlil qilish kabu masalalarda sonli metodlardan foydalaniladi. Masalan, differensial tenglamalar va iteratsion algoritmlar orqali molekulalar energiyasi va traektoritasi aniqlanadi. [6]

Ma’lumki, hisoblash usullari amaliy harakterdagi va katta sonli hisoblash ishlari bilan bog‘iq masalalarda keng qo‘llaniladi. Masalan, muhandislikning asosiy real masalalarini aniq yechishning imkoni yo‘q bo‘lgani uchun, ularni sonli usul mexanizmlaridan foydalangan holda hal qilishga to‘g‘ri keladi. 1-jadvalda muhandislik sohasida hisoblash usullaridan foydalanadigan ayrim muammolar ko‘rsatilgan.

1-jadval.

Muhandislikning hisoblash usullaridan foydalanadigan ayrim soha va masalalari

Soha va masalalar	Qo‘llanadigan sonli usul
Statik va strukturaviy analiz (ko‘prik, bino konstruksiyasidagi kuchlanish, deformatsiya, cho‘zilishlarni hisoblash.)	elementlarni diskretlashtirish, matritsakli usullar, transendent va differensial tenglamalar va h.k.
Issiqlik uzatish va termodinamika. Issiqlik tarqalishi va taqsimotini aniqlash (metall blokda ichki harorat o‘zgarishini hisoblash).	Eyler usuli, Runge-Kutta usuli, Trapeziya yoki Simpson usuli, Haydash usuli va h.k
Suyuqliklar mexanikasi (Aerodinamika bilan bog‘liq sohalarda oqimlarni hisoblash).	Sonli differensial tenglamalar, Navye-Stoks tenglamalari va h.k.
Elektr va elektronika muhandisligi. (Elektr tarmoqlari va signalni uzatish jarayonlarini modellashtirish: signal kuchaytirgichdagi kuchlanish va tokni hisoblash.	Diferensial tenglamalar, chiziqli tenglamalar sistematsi.
Mashina qurilishi va dinamik harakatla-nuvchi mexanizmlar pozitsiyasi, tezligi va tezlanishini hisoblash (Robot qo‘li harakati yoki avtomobilning amortizatsiya tizimi)	Runge-Kutta, Eylerning kengaytirilgan usullari.

Xuddi shu tahlilni biologiya faniga nisbatan amalga oshirish quyidagi ma’lumotlarni ko‘rsatdi. Biologiyada hisoblash usullari murakkab biologik jarayonlarni modellashtirish, tahlil qilish va bashorat qilish uchun keng qo‘llaniladi. 2- jadvalda biologiya masalalarini yechishda eng ko‘p ishlatiladigan hisoblash usullari va ularning qo‘llanilish sohalari keltiriladi.

ISSN 3030-3907

2-jadval.

Biologiyaning hisoblash usullaridan foydalanuvchi ayrim soha va masalalari

Soha va masala	Qo‘llanadigan sonli usul
Populyatsiya o‘sishini modellashtirish; infeksion kasalliklar tarqalishini bashorat qilish; dori moddasining organizmda tarqalishi.	Eyler usuli, Runge-Kutta usullari, Adams-Bashforth yoki multistep usullar.
Hujayra ichidagi biokimyoviy jarayonlar konsentratsiyasini aniqlash; ekologik modellar uchun resurslar tarqalishining tahlili	Trapetsiya formulasi, Simpson qoidasi, Gauss kvadratik formulasi.
Oqsillar tuzilishini bashorat qilish; gen ekspressiyasi ma’lumotlarini optimallashtirish. Misol: Oqsillar energiyasini minimallashtirish.	Gradient tushish, genetik algoritmlar, simulyatsiyalangan tavlanish
Populyatsiya dinamikasidagi tasodifiy hodisa-larni modellashtirish; genetik mutatsiyalar yoki evolyutsion jarayonlarni tahlil qilish; ekotizimlarning barqarorligini bashorat qilish.	– asodifiy sonlar generatsiyasi orqali biologik jarayonlardagi noaniqliklarni tahlil qilish.
Gen ketma-ketliklarini taqqoslash; ekologik tizimlarning barqarorligini tahlil qilish. Misol: Filogenetik daraxtlarni qurish.	Singulyar qiymatlar dekompozitsiyasi, Eigenvektor tahlili, Leslie matritsasi.
Genomika va proteomika ma’lumotlarini tahlil qilish; biologik signallarning tahlili	Markov zanjiri, ierarxik klisterlash, prinsipial komponentalar tahlili .

1 va 2-jadvallardan ko‘rinib turibdiki, muhandislik va biologiya fanlarining hisoblash usullariga aloqasi yo‘qqa o‘xshasada, bu sohalarning zamonaviy muammolarini hal qilishda hisoblash usullaridan keng foydalaniladi. Sodda qilib aytganda, bu sohalar bo‘yicha bo‘lajak mutaxassislarning kasbiy faoliyatga tayyorlashda hisoblash usullari bo‘yicha bilimlar muhim ahamiyat kasb etadi. Aynan shu mulohazalarni meteorologiya, iqlimshunoslik, biomeditsina, bioinformatika, moliya, iqtisodiyot, fizika, kvant mexanikasi, geologiya, geofizika, sun’iy intellekt va mashinali o‘rganish kabi ko‘plab bakalvriat ta’lim yo‘nalishlariga nisbatan ham aytish mumkin.

“Hisoblash usullari” fanini o‘qitishning maqsadi qator manbalarda quyidagicha belgilangan.

1. “Hisoblash usullari fanini o‘qitish talabalarda turli amaliy masalalarni taqribiy yechishda algoritmlarning sifatini va imkoniyatlarini tahlil qilish hamda algoritmlar yaratish ko‘nikmalarini hosil qilish, berilgan masalaning turini aniqlay olish, yechish usullarini to‘g‘ri qo‘llay bilish va ushbu usullar turg‘unligini aniqlash, dasturiy tizimlarni qo‘llangan holda hisoblashga doir amaliy masalalarni yechish kompetensiyalarini shakllantirishdan iborat”. [7]

ISSN 3030-3907

2. “"Hisoblash usullari" fanini o‘qitishning maqsadi matematik xarakterdagi masalalarni yechish uchun modellar qurish va matematik usullar yordamida masalalarni yechish ko‘nikmalarini shakllantirish hamda tajriba natijalarini statistik usullar asosida qayta ishlashdan iboratdir”. [8] (E.I. Xolmogorova)

3. “"Hisoblash usullari" fanini o‘qitishning asosiy maqsadi talabalarga murakkab matematik masalalarni sonli algoritmlar yordamida taqribiy yechish usullarini o‘rgatish, ularda hisoblash matematikasi sohasida zarur bo‘lgan nazariy bilim va amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishdir”. [9]

4. “"Hisoblash usullari" fanini o‘qitishdan maqsad - talabalarga muhandislik, fizika, iqtisodiyot va boshqa fanlarda uchraydigan matematik modellarni kompyuter yordamida yechish usullarini o‘rgatishdir”. (S.C. Chapra) [10]

Ko‘rish qiyin emaski, “Hisoblash usullari” fanining maqsadi olimlar tomonidan turlicha talqin qilinmoqda. Bizning fikrimizcha, bu talqinlarni bir-biriga quyidagicha integratsiya qilish mumkin.

"Hisoblash usullari" fanini o‘qitishning asosiy maqsadi - talabalarda amaliy matematikaning murakkab masalalarini kompyuterlar yordamida sonli yechish uchun zarur bo‘lgan nazariy bilim va amaliy ko‘nikmalarni shakllantirish, matematik modellar qurish, algoritmlar yaratish, ularning sifatini va imkoniyatlarini baholash, masala turlarini aniqlash, yechish usul va vositalarini maqsadli qo‘llash, yechimlar turg‘unligini tahlil qilish hamda tajriba natijalarini statistik usullar asosida qayta ishlash kompetensiyalarini rivojlantirishdan iborat.

Zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan o‘rinli va maqsadli foydalanish zamonaviy mutaxassis uchun majburiy kompetensiyalardan biriga aylanib ulgurdi. "Hisoblash usullari" fanini o‘rganish talabalarning O‘zbekiston Respublikasi Milliy malakalar ramkasi [11] 6-bandida ko‘rsatilgan kompetensiyalarni egallashi uchun mustahkam zamin bo‘lib xizmat qiladi. Shuningdek, “Hisoblash usullari” fanini o‘qitish orqali talabalarda matematika, injenerlik, bioinformatika, ma'lumotlarni tahlil qilish kabi ko‘plab sohalarning kasbiy faoliyati katta hajmli ilmiy-hisoblash ishlari bilan bog‘liq bir qator kasbiy va umummadaniy kompetensiyalarni shakllantirish mumkin (3-jadval):

3-jadval.

“Hisoblash usullari” fani yordamida shakllantirish mumkin bo‘lgan umummadaniy kompetensiyalar

№	Kompetensiya mazmuni
Umummadaniy kompetensiyalar	
UMK-1	Fikrlash qobiliyatini shakllantirish, og‘zaki va yozma nutqni asosli holda bayon qilish;

ISSN 3030-3907

UMK-5	Raqamlashgan jamiyatning rivojlanishida axborotning mohiyati va ahamiyatini angalsh, bu jarayonda yuzaga keladigan xavf va tahdidlarni anglash, davlat sirini himoya qilishga rioya qilish;
UMK-9	Bo‘lajak kasbining ijtimoiy ahamiyatini anglash, hasbiy faoliyatni bajarishga yuqori motivatsiyaga ega bo‘lish;
UMK-11	Axborotni boshqarish vositasi sifatida kompyuter bilan ishlash ko‘nikmalariga ega bo‘lish;
UMK-12	Global kompyuter tarmoqlarida axborot bilan ishlash;
UMK-14	Ilmiy, kognitiv va ijtimoiy faoliyatda axborot va kompyuter texnologi-yalari bilan ishlash bo‘yicha kasbiy ko‘nikmalardan foydalanish;
UMK-15	Kasbiy va ijtimoiy vazifalarni hal qilish uchun Internet tarmog‘i va boshqa manbalardan olingan ma'lumotlar bilan ishlash.
Kasbiy kompetensiyalar	
KK-1	Tabiiy fanlar, matematika va informatika bo‘yicha asosiy ilmiy bilimlarni namoyish qilish, amaliy matematika va informatikaning asosiy faktlar, tushunchalar, nazariyalarning prinsiplarini tushunish;
KK-2	Zamonaviy ta'lim va axborot texnologiyalaridan foydalanib, yangi ilmiy va kasbiy bilimlarni egallash;
KK-3	Tadqiqot va amaliy faoliyatda zamonaviy matematik apparatlarni tushunish va qo‘llash;
KK-4	Ilmiy-tadqiqot va ishlab chiqarish jamoasi tarkibida kasbiy faoliyat vazifalarini hal etish.

“Hisoblash usullari” fanini o‘qitish jarayoniga zamonaviy talablar, raqamlashtirilgan jamiyat mutaxassislarining tayyorgarlik darajasiga qo‘yiladigan malaka talablari hamda ([11], [12]] va boshqa manbalarning tahlili asosida talabalarning quyidagi ta’limiy kompetensiyalarni shakllantirish mumkin:

1. Amaliy matematika masalalarini yechishning optimal algoritmik zanjirini ishlab chiqish.

2. Hisoblash usullari taqribiy yechim berishini anglash asosida xatoliklarni bashoratlash, baholash va kamaytirish ko‘nikmalarini shakllantirish.

3. Amaliy masalalarni yechish jarayionida hisoblash usullari, matematik tahlil, analitik geometriya va chiziqli algebra, matematik statistika apparatlaridan keng foydalanish.

4. Amaliy matematikaga oid tipik masalalarni yechish, tahlil qilish va sinovdan o‘tkazishning zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan foydalanish.

5. Kasbiy faoliyat bilan bog‘liq tipik masalalar uchun matematik modellarini tuzish, aniq yoki sonli yechishning optimal usullarini amalda qo‘llash uchun zamonaviy kompyuter texnologiyalarini maqsadli va o‘rinli foydalanish, olingan natijalarning matematik ma'nosini izohlash ko‘nikmalarini shakllantirish.

ISSN 3030-3907

Ko‘rsatilgan kompetensiyalarni shakllantirish jarayonida bir qator muammolar yuzaga kelishi mumkin. Bu muammolar ta’lim samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi va talabalarning o‘zlashtirish darajasining pasayishiga olib kelishi mumkin. 4-jadvalda bunday muammolarning namoyon bo‘lishi sabablari bayon qilingan

4-jadval.

“Hisoblash usullari” fanini o‘zlashtirish ko‘rsatkichlariga ta’sir qilishi mumkin bo‘lishi mumkin bo‘lgan ayrim muammolar.

№	Muammo	Namoyon bo‘lishi	Sababi
1.	Matematik savodxonliknini yetishmasligi.	Konkret masala uchun sonli usulni maqsadli va o‘rinli tanlash. Usul algoritmi murakkabligini baholash.	Ko‘plab amaliy masalalarning matematik tahlil, algebra, geometriya, ehtimollar nazariyasi va matematik statistika kabi fanlar bilan bog‘liqligi.
2.	Motivatsiya va qiziqishning sustligi	Talabalardagi passivlik, o‘quv materialini o‘zlashtirishga qiziqmaslik va sustkashlik	Hisoblash usullari fani ko‘pincha abstrakt va murakkab hisoblash ishlarini talab qiladigan texnik fan ekanligi
3.	Xatolik va turg‘unlikni baholash	Usulning yurg‘unligi va hatoligini baholash va bashoratlash, manbalarini anglash.	Har bir sonli usulning ma’lum darajada xatolikka yo‘l qo‘yishi.
4.	Hisoblash resurslariga bo‘lgan	Hisoblash usullarini amalda qo‘llash jarayonida tegishli dasturiy va texnik vositalar bilan ishlash.	Hisoblash usullaridan foydalanish katta hajmdagi hisoblash ishlarini talab qilishi.
5.	Amaliy ko‘nik-malarning yetishmasligi	Sonli usulni to‘g‘ri va o‘rinli qo‘llash, parametr-larini sozlash va natijalarni joriy masala kontekstida talqin qilish.	Nazariy bilimlar va ularni amalda qo‘llash o‘rtasida uzilishning mavjudligi.
6.	Mos metodni tanlash	Joriy masala uchun eng optimal usulni tanlash.	Bitta masalani hal qila oladigan hisoblash usullarining ko‘pligi.
7.	Baholash va fikrlashning yetarli emasligi	Talabalar tomonidan o‘z xatolarini tushunmaslik, ularga yetarli darajada	Ko‘pincha baholashning faqat yakuniy nazoratlar bilan chegaralanganligi o‘quv jarayonining takomillashtirish

ISSN 3030-3907

		fikr-mulohaza yuritishga imkon bermaslik.	imkoniyatining mavjud emasligi.
8.	O‘qituvchi pedagogik mahoratining pastligi	O‘quv jarayonida an’anaviy, bir xil yoki ma’naviy jihatdan eskirgan metodlardan asoslanishi	O‘qituvchilar zamonaviy o‘qitish usullari (masalan, teskari sinf, loyiha) va texnologiyalaridan yetarli darajada foydalana olmasligi.
9.	Didaktik mate-larning mavjudligi.	Nazariyani amaliyot bilan uyg‘unlashtirgan o‘quv materiallari bilan ishlash.	Mavjud didaktik material va kurslarga kirish imkoniyatining cheklanganligi.

Mavzu bo‘yicha tahlillar asosida "Hisoblash usullari" fanini o‘qitish maqsadlariga erishish uchun 5-jadvalda bayon qilingan vazifalarni ustuvor deb hisoblash tavsiya etiladi.

5-jadval.

"Hisoblash usullari" fanini o‘qitish maqsadlari uchun tavsiya etiladigan ustuvor vazifalar.

	Vazifalar	**Mazmuni va tavsiya etiladigan manba**
1	Nazariyani amaliyot bilan bog‘lash	Har bir nazariy mavzuni real hayotiy muammolar yechimi bilan bog‘lash. Talabalarga hisoblash usullari orqali muhandislik, fizika, iqtisodiyot va boshqa sohalardagi amaliy masalalarni yechish imkoniyatini berish.
2	Algoritm qurish va dasturlash ko‘nikmalarini rivojlantirish	Talabalarni matematik yechuvchi (masalan, MATHCAD), dasturlash tillari (masalan, Python) tillari yoki SI texnologiyalari yordamida hisoblash usullari masalalarini hal qilishga o‘rgatish. Bu ko‘nikmalar talabalarga algoritmlarni tushunish va ularni amalda qo‘llash imkoniyatini beradi.
3	Asosiy hisoblash usullari bilan tanishtirish	O‘quv meyoriy hujjatlarda belgilangan mavzular asosida o‘qitish. Manba: Bakalavriyat ta’lim yo‘nalishlari uchun ishlab chiqilgan “Hisoblash usullari” fanining Fan dasturi.
4	Interaktiv o‘qitish usullaridan foydalanish.	Talabalarni faollikka undaydigan interaktiv usullarni (masalan, jamoaviy loyiha, munozara, amaliy mashg‘u-lot va virtual laboratoriyalar) qo‘llash.
5	Zamonaviy texnologiyalardan foydalanish	Onlayn resurslar, video darslar, simulyatsiyalar va virtual laboratoriyalardan foydalanish. Bu talabalarga materialni mustaqil o‘rganish va tushunishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

6	Baholash tizimini takomillashtirish	Faqatgina nazariy bilimlarni emas, balki amaliy ko‘nikmalarni ham baholash. Talabalarning muammo-larni yechish, dastur kodini yozish va natijalarni tahlil qilish qobiliyatini baholash.
7	Xatoliklarni tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish	Hisoblash usullari taqribiy yechim berganligi sababli, xatoliklarni baholash va kamaytirish omillarini o‘rgatish.
8	O‘qituvchining malakasini oshirish	O‘qituvchilarning hisoblash usullari bo‘yicha bilimlarini yangilab turish, zamonaviy o‘qitish usullarini o‘rganish va amaliyotda qo‘llash.

Ushbu vazifalar "Hisoblash usullari" fanini o‘qitish samarasini oshirishga yordam beradi va talabalarga fanni chuqurroq tushunish hamda amaliyotda qo‘llash imkoniyatini beradi.

6-jadvalda "Hisoblash usullari" fani bo‘yicha ta’lim jarayoni samarasini oshirish uchun ta’lim jarayoni ishtirokchilari tomonidan amalga oshirishga mo‘ljallangan chora-tadbirlar majmuasi bayon qilingan. Bu tadbirlar “Hisoblash usullari” fanini o‘qitish uslubiyoti sohasidagi yetakchi olimlarning ilmiy tadqiqotlar ishlari hamda shu sohadagi ilg‘or pedagogik tajribalarga asoslangan bo‘lib, talabalar faolligini oshirish, o‘quv jarayonida zamonaviy texnologiyalardan foydalanish hamda ta’lim jarayoni natijalarni ishonchli ravishda baholash va bashoratlash uchun xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

1.1.6-jadval.

“Sonli usullar” fanini o’qitish maqsadiga hamda belgilangan kompetensiyalarni ta’minlashga ko’mak beruvchi vazifalar.

Chora-tadbirlar	Tavsifi	Maqsadi	Usullar	Izoh
Talabaga shaxsiga yo’naltirilgani faol bilim olish muhitini yaratish	O'qituvchi tomonidan an'anaviy dars larni talaba shaxsiga yo’naltirilgan usullariga o'zgartirish, inter faol, jamoaviy, masovafiy, muammoli, tadqiqotchilik va boshqa paradigmalarni joriy etish.	Talabalar faolligini oshirish va sonli usullar orqali ilmiy masalalarni yechishga o’rgatish asosida ta’lim samarasini ta'minlash.	Guruh ishlarini tashkil etish, SI texnologiyalaridan foydalanish, talabalar o'rtasida muhokamalarni rag'batlantirish. Bu usul sonli usullarni o’qitish samara-sini baholashda qo'llanishi mumkin.	Bu amal matematika va informatika fanlarini o'qitishning samarali usullarga asoslanadi va faol o'rganish yordamida talabalar motivatsiyasini oshirish orqali bilimini yaxshilashga erishiladi.
Uslubiyot bo’yicha eng ilg’or ilmiy tadqiqot ishlari natijalarini o'quv jarayoniga singdirish	O'quv materiallariga tadqiqot elementlarini kiritish, talabalar uy vazifalari va loyihalarida matematik va kompyuter modellashtirish va ularni hal qilishga zamonaviy kompyuter texnologiyalaridan foydalanish.	Talabalarning tanqidiy, tizimli va algoritmik fikrlash ko'nikmalarini rivojlantirish, sonli usullarni real ilmiy masalalarga nisbatan qo'llash va hal qilish.	Talaba jamoalarida loyihalar tuzish, masalan, sonli algoritmlarni takomil-lashtirish bo'yicha zamonaviy texnologiyalar yordamida tadqiqotlar o'tkazish. O'qituvchilar SI ga asoslangan shaxsiy tadqiqot va tajribalaridan foydalanishi kerak.	Ta’limga tadqiqotchilikni singdirish talabalardagi sonli usullarni o’rganisga qaratilgfan motivatsiyani oshirishi va samarali o'qitish usuli ekanligi innovatsion paradigmalar orqali tasdiqlangan.
Veb-ga asoslangan va gibrid o'quv modellarini joriy etish	An'anaviy mashg’ulotlarni zamonaviy veb-texnologiyalarga asoslangan mashg’ulotlar bilan uyg’unlashtitish, onlayn modullarni (video darslar, imitatsiyalar) qo'llash.	talabalar shaxsiy bilim olish tezligida o'rganishi-ni ta'minlash va sonli usullarni vizualizatsiya-lashgan holda bayon qilish.	Veb-modullarda sonli usullar bo'yi-cha imitatsion modullarni joylash-tirish, veb-ga asoslangan o'z-o'zini baholashni qo'shish. Gibrid model talabaning qoniqish hissini oshiradi.	Veb-ga asoslangan gibrid mashg’ulotlarning sonli usullar kursida talabalar natijalarini yaxshilashini ko'rsatgan va statistik tahlillar orqali ilmiy isbotlangan.
Loyihaviy fikrlash va muammoli yondashuvlarni qo'llash.	Loyihaviy fikrlash metodologiyasini joriy etish: muammoni belgilash, uni hal qilsh bosqichlarini qurish, Sun’iy intellekt yordamida hal qilish va testlash.	sonli usullarni real muammolarni hal qilishda qo'llash, talabalar SI ga asoslangan ijodkorligini rivojlantirish.	Sonli usullarni qo'llab jamoaviy loyihalar qurish va ularni hal qilishga qaratilgan amallar zanjirini ishlab chiqish. Bu usul talabalar faolligi va hamkorligini oshiradi.	Tadqiqotlar LT ning matematik masalalarni o'qitishda samarali ekanligini ko'rsatadi, Bu strategiya sonli usullarda muammo hal qilishni yaxshilaydi.
Ta’lim jarayoniga raqamli vositalar va innovatsion strategiyalarni integratsiya qilish.	AKT (masalan, MATHCAD, Python), SI texnologiyalari va teskari ta’lim (flipped classroom) usullarini qo'llash.	sonli usullarni interaktiv va shaxsiy trayektoriya orqali o'rganish.	Zamonaviy AKT (masalan, SI, mobil ta’limni) joriy etish, teskari ta’lim asosida uyda mavzularning nazariy asoslarini o’rganish va auditoriyada muhokama qilishni tashkil etish.	Innovatsion strategiyalar matematika o'qituvchilari tayyorlashda samarali deb topilgan, ilmiy tadqiqotlar natijalari orqali tasdiqlangan.
Ta’lim jarayoni natijala-rini muntazam baholash va takomillashtirish.	Talabalar natijalarini baholash uchun ko'p tanlovli testlar, so'rovnoma va statistik tahlillarni qo'llash.	o'qitish usullarini samara-dorligini baholash va tegishli tuzatmalar kiritish.	Har bir modul oxirida baholash o'tkazish, talabalar fikr-mulohazala-rini yig'ish va natijalarni tahlil qilish.	Baholash usullari fanlarni o’qitish samaradorligini ko'rsatadi. Ular asosida ta’lim strategiyalari takomillashtiriladi.

XULOSA

Yuqorida bayon qilingan mulohazalar chora-tadbirlar majmuaviy ahamiyat kasb etadi hamda kompleks amalga oshirilganda "Hisoblash usullari" fanini o‘qitish samaradorligini oshirish uchun mustahkam poydevor bo‘lib xizmat qiladi. Chunki ular talabalar faolligi, zamonaviy texnologiyalar (shu jumladan, sun’iy intellekt) integratsiyasi vasoha bo‘yicha jahonning yetakchi olimlarning ilmiy-tadqiqiotlari va dalillariga asoslangan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Клунникова М.М. Развитие вычислительного мышления студентов в процессе обучения дисциплине «численные методы. Дисс.канд.наук. 13.00.03. Красноярск, 2019. С.196.
2. Беленкова И.В. Методика использования математических пакетов в профессиональной подготовке студентов вуза. Автореф. канд. дисс. 13.00.08. Екатеринбург, 2003. С. 24.
3. Флорина А. А. Возможности искусственного интеллекта в изучении высшей математики**.** // Физико-математические науки. 2023, 2(23). С.65-70.
4. Marchuk, G.I. (2020). Numerical Methods in Weather Prediction. Academic Press. https://archive.org/details/numericalmethods0000marc
5. Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. Deep Learning. MIT Press. 2016. P. 710. https://www.deeplearningbook.org.
6. Jensen, F. *Introduction to Computational Chemistry*. Wiley. 2017. P. 672. https://www.wiley. com/ en-us/Introduction+to+Computational+ Chemistry%2C+3rd+Edition-p-9781118825990
7. “Hisoblash usullari” Fan dasturi. Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti Kengashining 2024-yil “26” avgustdagi 1-sonli bayonnomasi bilan tasdiqlangan.
8. Холмогорова Е.И. Изучение курса «численные методы» в вузе. // Учёные записки ЗабГГПУ. Физика, математика, техника, технология. №3(11), 2020. С. 140-145.
9. “Hisoblash usullari” moduli bo‘yicha ishchi o‘quv dasturi. Toshkent – 2022. B. 192.
10. Chapra, S. C., & Canale, R. P. Numerical Methods for Engineers. New York, McGraw-Hill Education, 2014. P. 987.
11. Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2024 йил 30 сентябрдаги “Ўзбекистон Республикасининг миллий малакалар рамкаси” хакидаги ПҚ-345-сон **қарори.**
12. Перечень компетенций. ispu.ru/files/u2/ RPD_Perechen_kompetenciy. pdf
13. ФГОС 01.04.02 Прикладная математика и информатика. Приказ Минобрнауки России от 28.08.2015 N 911.

ISSN 3030-3907

14. 60540200-Amaliy matematika bakalavriat ta’lim jo‘nalishining Malaka talablari. Toshkent, 2024. O‘ROTFvIV ning 25.06.2024 dagi 218-sonli qarori bilan tasdiqlangan.

ISSN 3030-3907

ASALARI OILASINI RIVOJLANISHNI ULTRABINAFSHA NUR (UBN) BILAN STIMULYATSIYA QILISH

Ibrohimov Valiyorbek Ilyosbek o‘g‘li
Qo‘qon davlat universiteti tayanch doktoranti
E-mail: valiyorbek.ibrohimov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda asalari oilasini rivojlanishiga ultrabinafsha nurlarining 253,7 nm va 300 nm to‘lqin uzunlikdagi (UBN) ta’siri o‘rganildi. Tajribalar natijasida UBN bilan stimulyatsiya qilingan asalari oilalarida ari sonini ko‘payishi, gulchang yeg‘ish, kasallikka chalinish va asal ishlab chiqarish ko‘rsatkichlarining oshishi aniqlandi. Bu metod asalarichilikda samaradorlikni oshirish uchun yangi usul sifatida tavsiya etilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: asalari, ultrabinafsha nurlar, stimulyatsiya, bahorgi rivojlanish, asal ishlab chiqarish, asalari ramkasi,asalari lichinkasi.

Аннотация. В данном исследовании изучалось влияние ультрафиолетовых лучей (УФЛ) на весеннее развитие пчелиных семей. Результаты экспериментов показали, что в пчелиных колониях, стимулированных УФЛ, увеличились такие показатели, как вывод расплода, сбор пыльцы, устойчивость к заболеваниям и производство мёда. Этот метод может быть рекомендован как новый способ повышения эффективности пчеловодства.

Ключевые слова: пчелы, ультрафиолетовые лучи, стимуляция, весеннее развитие, производство мёда, пчелиная рамка, личинка пчелы.

Abstract. This study investigated the effect of ultraviolet (UV) rays on the spring development of honeybee colonies. The experimental results revealed that UV-stimulated bee colonies showed increased indicators such as brood rearing, pollen collection, disease resistance, and honey production. This method can be recommended as a new approach to enhance beekeeping efficiency.

Keywords: honeybees, ultraviolet rays, stimulation, spring development, honey production, bee frame, bee larva.

Kirish

O‘zbekistonida qishloq xo‘jaligi tarmog‘ini rivojlantirishda istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida asalarichilik taraqqiyotiga katta e’tibor qaratilmoqda. Ma’lumki, asalarilar bilan changlatilgan qishloq xo‘jaligi ekinlarining hosildorligi odatdagiga nisbatan 1,5–2,0, hatto 2,5 marotaba yuqori bo‘lishi ilmiy jihatdan isbotlangan. Shundan kelib chiqib, sohani texnologik jihatdan modernizatsiyalash, asal va asalarichilik mahsulotlari yetishtirish texnologiyasini takomillashtirish, tarmoqni ilmiy ta’minlash va ilmiy-tadqiqot ishlarini davlat dasturlari doirasida tashkil etish muhim vazifalardan biridir. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son «2022–2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni, 2019-yil 18-

ISSN 3030-3907

martdagi PQ-4243-son «Chorvachilik tarmog‘ini yanada rivojlantirish va qo‘llab-quvvatlash chora-tadbirlari to‘g‘risida», 2017-yil 16-oktabrdagi PQ-3327-son «Respublikamizda asalarichilik tarmog‘ini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi qarorlari, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2023-yil 12-iyundagi VMQ-239-son «Asalarichilik tarmog‘ini qo‘llab-quvvatlash va qishloq xo‘jaligi ekinlarini asalarilar bilan changlatishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida»gi qarorlari qabul qilingan.

Shu sababdan asalarichilik sohasida inavatsion texnologiyalarni qo‘llash bugungi kunda muhim vazifalardan hisoblanadi.Asalarichilik sohasida elektrotexnologik usullar yordamida ishlov berish orqali asalarichilik sohasida kimyoviy preparatlar ulishi kamaytirishga erishiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Asalarilar mahsuldorligi ko‘p jihatdan ularning hayot faoliyatini yaxshilashga qaratilgan chora-tadbirlar majmuasiga bog‘liq. So‘nggi vaqtlarda bunday chora-tadbirlar tarkibiga asalarilar oilalarining rivojlanishini davrini tezlashtirish asalari oilasidagi ari sonini ko‘paytirish va kasallikka chidamliligini oshirish maqsadida turli xil stimulyatsiya qilish usullari olib borilmoqda, ular quyidagilarga bo‘linadi: biotexnik, biokimyoviy va elektro-fizik usullar. Stimulyatsiyaning asosiy vazifasi — rivojlanishni tezlashtirish va asalarilar oilasining kuchayishini ta’minlashdir.

Biotexnik usullar shundan iboratki, bahorgi rivojlanishni stimulyatsiya qilish uchun turli oziqlantirish usullari qo‘llaniladi. Masalan, bir qator mualliflar rag‘batlantiruvchi uglevodli oziqlantirishni — turli dozalarda va konsentratsiyadagi shakar eritmalarini, oziqlantirish chastotasi yoki oqsil-uglevodli tarkibli oziqni, gul changi, oqsil o‘rnini bosuvchi moddalar bilan boyitilgan aralashmalarni taklif etadi. [8, 11]

Biokimyoviy usullar asalarilar oilalarining bahorgi rivojlanishini stimulyatsiya qilish uchun gormonlar, mikroelementlar va ekstraktlardan foydalanishga asoslanadi o‘simliklar va fermentlardan foydalaniladi, ular tuxum qo‘yish qobiliyatini oshirish, mandibulyar va gipofarengial bezlar faoliyatini faollashtirishga, shunga mos ravishda oilalarning parvarishlash qobiliyatini kuchaytirishga qaratilgan.Masalan, asalarilar uchun VESP (vitamin-ekdisteroid stimulyatori) preparatidan foydalanish bahorgi rivojlanishni 17–25% ga yaxshilashi ma’lum. Ushbu usulning kamchiliklari: faqat biotexnik usullar bilan qo‘llanilishi va yuqori narxidir. [5]

Fizik usullar esa quyidagi yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi: faollashtirilgan suv bilan ishlov berish, elektr maydonlari, elektromagnit maydonlar, mikroto‘lqinli maydonlar (SVCh), mikroiqlimni tartibga solish, aeroionizatsiya, ozon bilan ishlov berish. B.G. Sevastyanov tomonidan o‘tkazilgan tajribalar elektrkimyoviy usulda

ISSN 3030-3907

— faollashtirilgan ishqoriy suvdan foydalanishning ijobiy ta’sirini ko‘rsatgan, bu esa tiklovchi va immunostimulyatsion xususiyatlarga ega bo‘lib, qishdan zaif chiqqan oilalarni rivojlantirish uchun ishlatilishi mumkin. Kuchli oilalarda esa bu ta’sir sezilarli emas. Asalarlarda nasl berish funksiyasini stimulyatsiya qilish uchun elektr maydonlari bilan ishlov berish usullari mavjud, ammo ularning samaradorligi atigi 5% gacha bo‘lib, energiya iste’moli kam, texnologik jihatdan murakkab va umuman olganda kam samarali hisoblanadi. [6, 7, 9, 10]

Ultrabinafsha nurlanishning fizik xususiyatlari va qo‘llanilishi: Ultrabinafsha (UB) nurlanish — bu elektromagnit spektrning ko‘rinadigan yorug‘lik va rentgen nurlari orasida joylashgan qisqa to‘lqinli nurlanish turidir. UB nurlarning to‘lqin uzunligi taxminan 10–400 nanometr oralig‘ida bo‘lib, bu ularni ko‘rinadigan yorug‘likdan qisqaroq va energiyasi yuqoriroq bo‘lishini ta’minlaydi. UB nurlanish uchta asosiy turga bo‘linadi:

UF-C (λ = 100…280 nm) – bakteritsid nurlanish. Bu diapazonda suv, havo, idishlar va boshqa materiallarni dezinfeksiya qilish qurilmalari ishlaydi.

UF-B (λ = 280…315 nm) – kuchli biologik ta’sir sohasi. Bu diapazonda nurlanishi, organizmlarni stimulyatsiya qilish va davolash qurilmalari qo‘llaniladi.

UF-A (λ = 315…380 nm) – samarali lyuminessensiya. Bu diapazonda lyuminessent analiz qurilmalari ishlaydi. [2]

Biz taklif etayotgan usul ultrabinafsha nurning yuqoridagi sanab o‘tilgan diapazonlaridan 253,7 nm va 300 nm to‘lqin uzunlikdagi ultrabinafsha lampalarni dezinfeksiya va avjlantiruvchi xususiyatlaridan foydalanilgan xolda asalari oilasini rivojlantirishdan iborat. Buning natijasida asalari oilalasini kimyoviy pereparatlarsiz ekologik sof usulda parvarishlanadi hamda sifat ko‘rsatkichlari yuqori bo‘lgan asal mahsulotlari yetishtirishga erishiladi.

TADQIQOT METADALOGIYASI

Asalarichilik sohasida olib borilgan tadqiqot ishlari 2024-2025 yillarda Farg‘ona viloyati O‘zbekiston tumanida joylashgan “Hotamtoy shifobaxsh asal” fermer xo‘jaligida olib borildi.Ushbu tadqiqot ishlarini olib borish davomida 12 ta asal ari yashiklari tanlab olindi,mavsum boshidan boshlab esa nazorat, tajriba o‘tkazish maqsadida ushbu yashiklardagi asalari uyalarida tajribalar o‘tkazildi. Asalari ramkalarini ultrabinafsha nur orqali nurlandi.Ushbu elektrotexnologiyani qo‘lashda biz quydagi parametrlarni o‘zgartirish asosida tajribalar olib borildi lampa quvvati, nurlanish vaqti,lampa o‘rnatilgan balandlik.Nurlanadigan ramkalarda ona aslari lichinkalari bo‘ladi shu bilan birgalikda asalarilarda uchraydigan varroa va tropiya kanalari hamda turli xil infeksion kasalliklar ham joylashgan bo‘ladi. Shu inobatga olgan holda ultrabinafsha nurni 253.7 nm bakterisid va 300 nm avjlantiruvchi xususiyatlaridan foydalanildi.Nurlash asalari lichinkalari yo‘q ramkalarda hamda ona aslari lichinkalari bor ramkalarda

ISSN 3030-3907

o‘tkazildi.Lichinkasi bor ramkalarda lichinkalarni rivojlanishi tekshirib borildi.Hamda nurlangan oilalardagi kasallanish ko‘rsatkichlari ham o‘rganib borili.

Asalari oilalarining rivojlanish intensivligini baholash uchun asalarilar oilalarining rivojlanish darajasi ko‘rsatkichi [131] qabul qilinadi. U quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$C_p = \frac{П_2 + P_2}{П_1 + P_1}$$

bu yerda:

C_p — asalarilar oilalarining rivojlanish darajasi;

$П_1$ — birinchi hisobda aniqlangan asalarilar soni;

$П_2$ — yakuniy hisobda aniqlangan asalarilar soni;

P_1— birinchi hisobda bosilgan lichinkali hujayralardagi asalarilar soni;

P_2— yakuniy hisobda bosilgan lichinkali hujayralardagi asalarilar soni.

Asalarilar oilalarining rivojlanish darajasi quyidagi omillarni hisobga oladi: oilaning kuchi, ona asalaning tuxum qo‘yish qobiliyati, oilaning parvarishlash salohiyati.Bu ko‘rsatkichlar asosida rivojlanishni alohida belgilar orqali emas, balki barcha bog‘liq omillar orqali kompleks baholash mumkin. Ko‘rsatkichlar har uch kunda olinib borilgan.

Asalarilar soni uyalarda asalarilar zich o‘tirgan ramkalar soni bo‘yicha aniqlangan, bunda 1 ta ramka = 2500 dona asalari yoki 0,25 kg tirik vazn deb qabul qilingan [8,12].

Yopilgan lichinkali hujayralar soni Pukhta usuli bo‘yicha aniqlangan. Rivojlanish maydoni o‘lchanayotganda, uzunligi ishlatilayotgan ramka kattaligining uzun tomoniga teng bo‘lgan santimetrli chiziqdan foydalaniladi. Hisoblash quyidagicha amalga oshiriladi: faqat asalari inasining bir tomonidagi lichinkali hujayralar hisobga olinadi.

1. Agar lichinkali zonaning shakli doira yoki ellips ko‘rinishida bo‘lsa, unda hisoblash formulasi quyidagicha bo‘ladi:

$$Z = A \cdot a \cdot \pi$$

bu yerda:

Z — lichinkali hujayralar soni, dona;

A — uzun o‘q, sm;

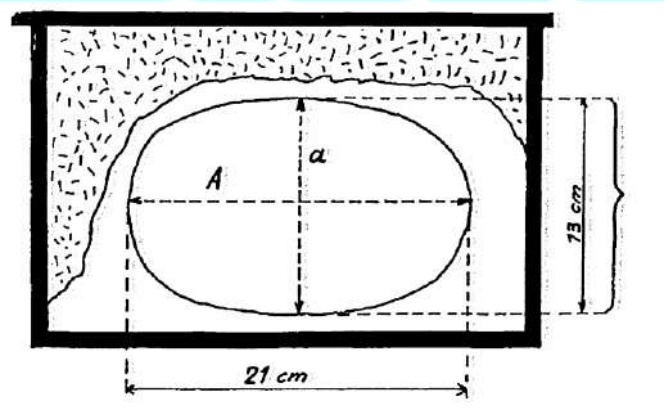
a — qisqa o‘q, sm;

π = 3.14

Misol:

21·13·3.14=857ta lichinkali hujayra

ISSN 3030-3907



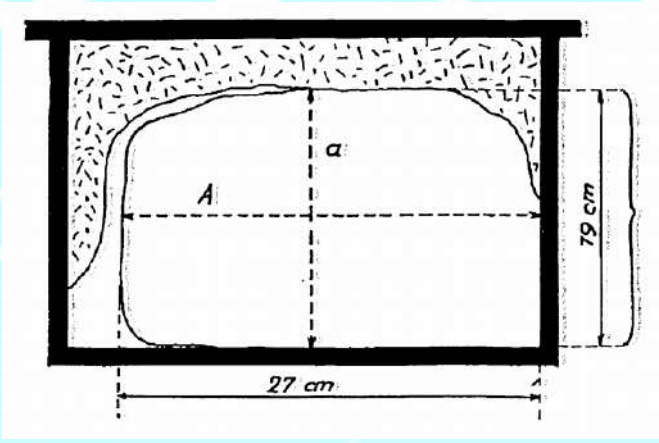
1-rasm – Ellips shaklidagi yopilgan lichinkalar joylashuvi

2. Agar lichinkali zonaning shakli to‘g‘ri to‘rtburchak yoki kvadratga yaqin bo‘lsa, hisoblash formulasi quyidagicha bo‘ladi:

$$Z = A \cdot a \cdot 4$$

Misol:

27 · 19 · 4 = 2052 ta lichinkali hujayra



2-rasm –Yopilgan lichinkalarning to‘g‘ri to‘rtburchak shakldagi joylashuvi

3. Agar ochiq va yopiq (bosilgan) lichinkali hujayralar sonini alohida hisoblash kerak bo‘lsa, u holda umumiy lichinkali hujayralar sonidan (I yoki II formulasi orqali aniqlangan) ochiq yoki yopiq lichinkali hujayralar soni ayiriladi — ular ham xuddi shu usul bilan aniqlanadi.

4. Agar lichinkali yuzaning faqat maydonini (sm² da) hisoblash kerak bo‘lsa, u holda qiymatni na π ga, na 4 ga ko‘paytirilmaydi.

Ultrabinafsha nurni avjlantiruvchi va dizenfeksiya qilish xususiyatidan foydalangan holda

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Tajribalarning o‘tkazilishi yakunida olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan. Jadvalda asalari oilalarining rivojlanish darajasi foizlarda ifodalangan bo‘lib, yopiq urug‘lar soni Pukhta usuli orqali aniqlangan. Shuningdek, oilalarda uchraydigan kasalliklarning kamayishi ham hisobga olingan. Kasalliklar dinamikasi foizlarda emas, balki kasallik holatlari soniga ko‘ra baholandi. Bunda doimiy uchraydigan patologiyalar — varroa kanasi, tropiya kanasi, chirish kasalliklari va mum kuya

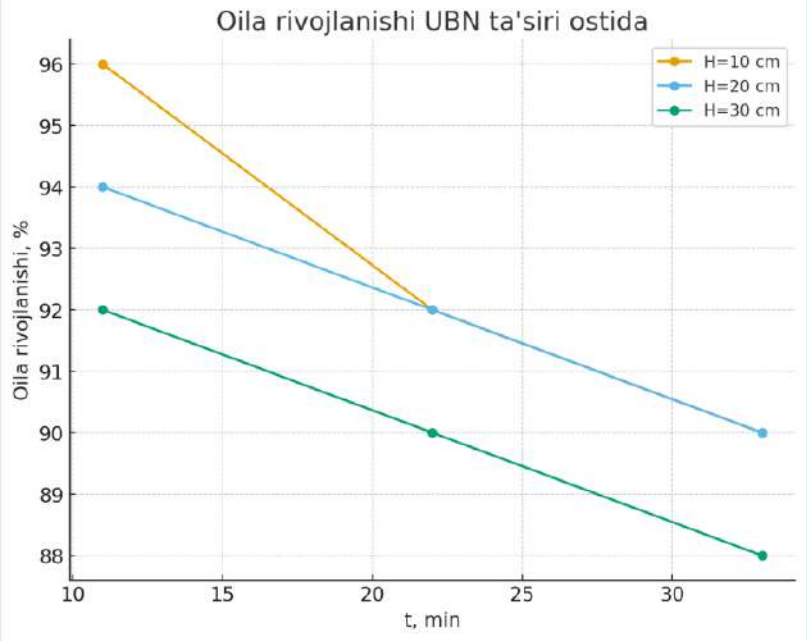
ISSN 3030-3907

qurti kabi omillar inobatga olindi.Ultrabinafsha nur bilan stimulyatsiya jarayonida quyidagi asosiy parametrlar nazorat qilingan: lampa quvvati (P), nurlantirish balandligi (h) va ta’sir etish vaqti (t). Aynan shu parametrlar qiymatlari o‘zgartirilgan holda tajribalar ketma-ket o‘tkazildi va ular bo‘yicha natijalar tahlil qilinib quydagi 1-jadvalga to‘ldirildi.

1-jadval

P, W; λ, nm	$H_{убн}$, cm	$t_{убн}$, min	Oilani rivojlanishi, %	Kasallanish korsatkichi sonda
P=30, λ=253,7 P=30, λ=300	10	11	96	2
		22	92	2
		33	90	1
	20	11	94	3
		22	92	2
		33	90	2
	30	11	92	3
		22	90	2
		33	88	3

3-rasmda asalari oilasi rivojlanishini ultrabinafsha nurda nurlantirilishda balandlik va vaqtga bog‘liqlik grafigi.



3-rasm.UBN bilan nurlashni balandlik va vaqtga bog‘liqlik grafigi

Tajriba o‘tkaish jarayonidan foto lavhalar 4-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



4-rasm.Asalari ramkasini nurlash jarayoni.

Xulosa va takliflar

Tadqiqotlar natijasida aniqlanishicha, **ultrabinafsha nurlanishning 253,7 nm va 300 nm diapazonidagi ultrabinafsha nurlarni** asalarichilik sohasida qo‘llash, asalari oilasining fiziologik rivojlanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi va kasalliklarga qarshi kurashishi mumkin. UBNning qisqa muddatli va nazorat ostidagi qo‘llanilishi asalarilarda **stress-induksiyalangan adaptatsiya** mexanizmlarini faollashtirib, ularning immun faolligi, oziqa o‘zlashtirish qobiliyati hamda lichinka va yosh ishchi asalarilarning rivojlanish tezligini oshiradi.Hamda aslarichilikda dizenfeksiya qilish jarayonida turli xil kimyoviy pereparatlarni ulushuni kamayishiga va ekologik jihatdan toza maxsulot olishga olib keladi.

Ushbu xulosadan kelib chiqib asalarichilik sohasiga ultrabinafsha nur orqali ta’sir etish elektrotexnologiyalarni joriy etish va uni keng miqqiyosda asalarichilikda qo‘llashdan iborat

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR.

1. Asalarichilik [Matn]:ilmiy nashr / “Agrobank”ATB.-Toshkent: “Tasvir” nashriyot uyi,2021.-86b.
2. Ultrabinafsha nurlanish orqali oqova suvlarni mikroorganizmlardan tozalash texnologiyasi Izlanuvchi ilmiy-metodik jurnal VIII son 22-28 bet
3. Ibrohimov V. I. Применение ультрафиолетового излучения при уходе за пчелиными семьями https://7universum.com/ru/tech/archive/item/
4. Muxammadiev A., Usmonov I. I., Ibrohimov V. I. ASALARI OILASINI PARVARISHLASHDA ELEKTROTEXNOLOGIK USULLARNING ISTIQBOLLARI //Science Promotion. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 137-140.
5. Болезни и вредители медоносной пчелы: Справочник / О.Ф. Гробов, А.М. Смирнов, Е.Т. Попов. - М.: Агропромиздат, 1987.-335с.
6. Болотской Е.Н. Новые технологии дезинфекции и лечения болезней пчел// Пчеловодство.-2001.-№4.-С. 30-32.
7. Болотской Е.Н., Бахир В.М., Кожемякин А.М. Пчелы в окружении микробов. //Пчеловодство.-2002.-№3.-С. 25-28.

ISSN 3030-3907

8. Кривцов Н.И., Лебедев В.И., Туников Г.М. Пчеловодство. - М.: Колос, 1999.-399с.
9. Севасьтьянов В.Г. Применение электрохимически активированных водных растворов // Пчеловодство.-2001.-№5.-С. 29-30.
10. Сергеев Ю.Г., Соколова М.В. Распределение заряда по поверхности при разряде в газовом промежутке с диэлектриком на электроде// Электричество.-1980.-№2.- С. 61-63.
11. Словарь - справочник пчеловода/ Сост.: Таранов Г.Ф. -М.: Россельхозиздат, 1984.-288 с.: ил.
12. Черевко Ю.А. Приусадебное хозяйство. Пчеловодство. - М.: ЭКСМО-Пресс, Лик пресс, 2001- 368с.

ISSN 3030-3907

UDC 631.881.

OBTAINING LIQUID COMPLEX FERTILIZERS BASED ON FERGHANA DOLOMITE "SHORSU"

Saidullaeva Gulnoz Anorboevna

Senior teacher teacher of the Tashkent State Medical University

E-mail: gulnozmaxammatova 93@ gmail . com .

Tel: + 998(97) 706-60-98

Karajanova Shaxnoza Dariyabayevna

Assistant teacher of the Tashkent State Medical University

Annotation. Currently , much attention is paid to the production of complex liquid fertilizers containing N, Ca, P_2O_5 , K_2O , as well as plant protection products , physiologically active substances , insecticides , etc. etc. The production of such complex fertilizers ensures significant savings in costs associated with transportation , storage of fertilizers and the introduction of chemicals. Of great interest is the study of the combined use of liquid fertilizers with physiologically active substances that help accelerate the growth and development of plants and obtain effective yields an integral part of measures to increase the productivity of agricultural crops is the use of microelements, since the use of only mineral and organomineral fertilizers is not enough for the normal development of plants . Therefore, this article is devoted to scientific research on the production of liquid fertilizers containing, in addition to N , Ca , Mg , K_2O , also physiologically active substances and microelements

Key words: complex, physiologically active substance, microelements, composition-properties, diagram, solution, dolomite

Аннотация. В настоящее время большое внимание уделяется производству комплексных жидких удобрений, содержащих N, Ca, P_2O_5, K_2O, а также средств защиты растений, физиологически активных веществ, инсектицидов и т.д. Производство таких комплексных удобрений обеспечивает значительную экономию затрат. связанные с транспортировкой, хранением удобрений и внесением химикатов. Большой интерес представляет изучение совместного применения жидких удобрений с физиологически активными веществами, способствующими ускорению роста и развития растений и получению эффективных урожаев. Неотъемлемой частью мероприятий по повышению урожайности сельскохозяйственных культур является применение микроэлементов, поскольку для нормального развития растений недостаточно применения только минеральных и органо-минеральных удобрений. Поэтому данная статья посвящена научным исследованиям по производству жидких удобрений, содержащих помимо N, Ca, Mg, K_2O, также физиологически активные вещества и микроэлементы.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: комплекс, физиологически активное вещество, микроэлементы, состав-свойства, схема, раствор, доломит.

Annatotsiya Hozirgi vaqtda tarkibida N, Ca, P_2O_5, K_2O bo‘lgan murakkab suyuq o‘g‘itlar, shuningdek o‘simliklarni himoya qilish vositalari, fiziologik faol moddalar, insektitsidlar va boshqalarni ishlab chiqarishga katta e'tibor qaratilmoqda. Bunday murakkab o‘g‘itlarni ishlab chiqarish xarajatlarni sezilarli darajada tejashni ta'minlaydi. tashish, o‘g‘itlarni saqlash va kimyoviy moddalarni kiritish bilan bog‘liq. O‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishini tezlashtirishga va samarali hosil olishga yordam beradigan fiziologik faol moddalar bilan suyuq o‘g‘itlarni birgalikda qo‘llashni o‘rganish katta qiziqish uyg‘otadi. Qishloq xo‘jaligi ekinlari hosildorligini oshirish chora-tadbirlarining ajralmas qismi mikroelementlardan foydalanish hisoblanadi, chunki o‘simliklarning normal rivojlanishi uchun faqat mineral va organomineral o‘g‘itlardan foydalanish etarli emas. Shuning uchun ushbu maqola N, Ca, Mg, K_2O dan tashqari, shuningdek, fiziologik faol moddalar va mikroelementlarni o‘z ichiga olgan suyuq o‘g‘itlar ishlab chiqarish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlarga bag‘ishlangan.

Kalit so‘zlar: kompleks, fiziologik faol modda, mikroelementlar, tarkibi-xossalari, diagramma, eritma, dolomit

Introduction

To develop a technology for producing complex liquid fertilizer based on the products of nitric acid decomposition of dolomite at the Shorsu mine , it is necessary to study the decomposition process depending on the acid concentration and temperature.

For this purpose, solutions of nitric acid of 20, 30, 40, 57 % concentration were used. The experiments were carried out in a thermostated three-mountain glass reactor at temperatures of 20, 30, 40, 50 and 60°C. The calculated amount of crushed dolomite was immersed in the reactor, and then the calculated amount of nitric acid was gradually poured in at 100% stoichiometry. 30 minutes after the end of the decomposition process, the CaO content was determined and MgO in solution using the complexometric method of analysis [5] and the degree of extraction of CaO and MgO into the solution was calculated.

The results of the experimental data are shown in Table 2.

Table-2

Dependence of the degree of extraction of CaO and MgO into solution on temperature and concentration of nitric acid

Temperature, °C	Nitric acid concentration, %							
	20		thirty		40		57	
	Degree of extraction into solution, %							
	CaO	MgO	CaO	MgO	CaO	MgO	CaO	MgO

ISSN 3030-3907

20	68.53	70.14	81.30	82.42	89.3	90.42	89.29	91.33
thirty	70.74	71.23	88.32	89.61	97.3	89.42	97.41	98.50
40	71.38	72.08	89.34	90.48	98.54	99.0	98.62	99.23
50	72.04	72.56	90.28	91.39	98.82	99.35	98.90	99.47
60	72.58	73.17	91.34	91.97	99.24	99.46	99.31	99.56

Table 2 shows the results of experimental data on the influence of acid concentration and temperature on the degree of extraction of calcium and magnesium oxides into solution. The table shows that during the decomposition of dolomite with 20% nitric acid, as the process temperature increases from 20 to 60°C, the degree of extraction of CaO is 68.53÷72.58%, MgO 70.14÷73.17%. When decomposing dolomite with 30% HNO_3, the degree of extraction of CaO and MgO was 81.3÷91.34% and 82.44÷91.97%, respectively.

The decomposition of dolomite with 40% acid contributed to 89.3÷99.24% extraction of CaO into the solution and 90.42÷99.46% extraction into the MgO solution . Therefore, the optimal parameters for the process of nitric acid decomposition of dolomite are: nitric acid concentration - 40%, temperature 30÷40 ° C, time - 30 minutes. [1].

The role of microelements in plant nutrition is multifaceted. Microelements increase the activity of many enzymes and enzyme systems in the plant body and improve the use of macrofertilizers and other nutrients from the soil by plants [2]. Therefore, this article is devoted to scientific research on the production of liquid fertilizers containing, in addition to N , Ca , Mg , K_2O , also physiologically active substances and microelements.

Previously, we identified the optimal conditions for obtaining liquid fertilizer by nitric acid decomposition of dolomite to obtain, after separation of the insoluble residue, a solution of calcium and magnesium nitrates, followed by enrichment of the latter with ammonium and potassium nitrate [3].

To obtain a liquid fertilizer containing a physiologically active substance, monoethanolammonium nitrate , the dependence of changes in the physicochemical properties of solutions on the composition of the components in the system {68.0[41.53% $\sum Ca(NO_3)_2$ + $Mg(NO_3)_2$ + 58.47% H_2O]+ 20% NH_4NO_3 + 8.0 % KNO_3 +3.25% $NH_2C_2H_4OH$}- $HNO_3 \cdot NH_2C_2H_4OH$ by measuring the crystallization temperature, density, viscosity and pH of the medium [4,5,6]. Based on the data obtained, a “composition-properties” diagram of the system was constructed (Fig. 1).

ISSN 3030-3907

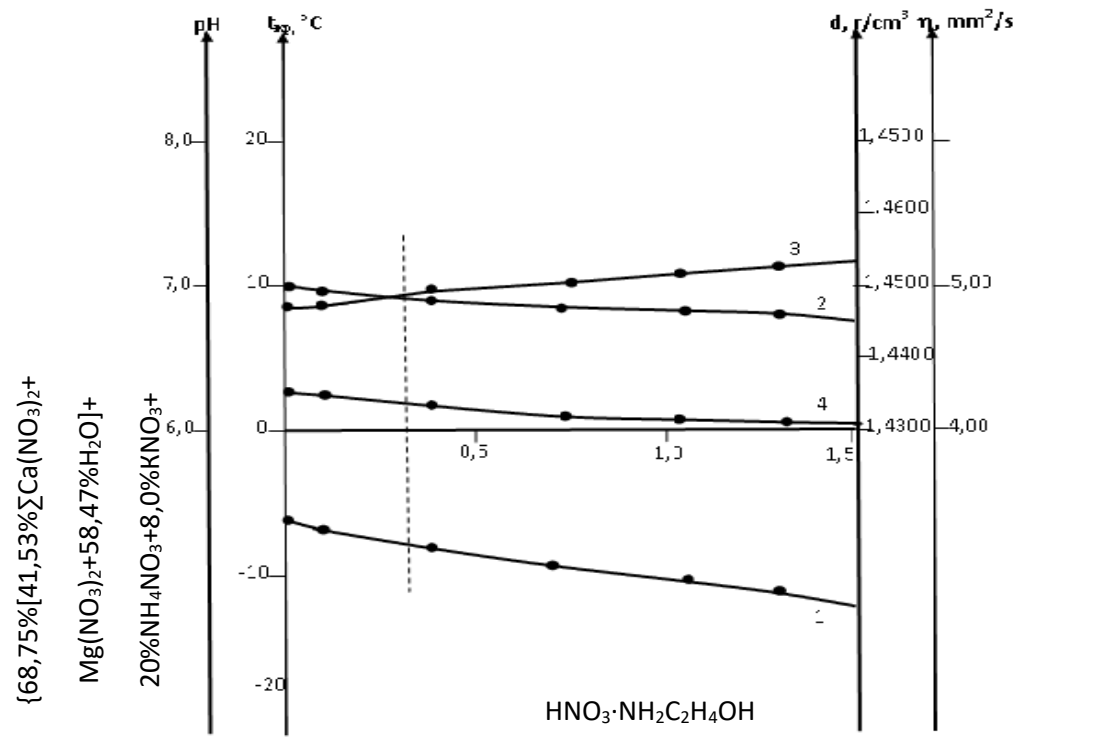


Fig.1. Dependence of changes in crystallization temperature (1), pH (2), density (3) and viscosity (4) of solutions on the composition in the system

$$\{68.75[41.53\ \%\ \sum Ca(NO_3)_2 + Mg(NO_3)_2 + 58.47\ \%\ H_2O] + 20\%\ NH_4NO_3 + 8.0\ \%\ KNO_3 + 3.25\%\ NH_2C_2H_4OH\} - HNO_3 \bullet NH_2C_2H_4OH$$

From the literature it is known that the optimal dose of monoethanolammonium nitrate , which helps accelerate the growth and development of plants and accelerates the ripening process of agricultural crops, is 0.25÷0.3% [7].

Based on the results obtained, shown in Figure 1, it follows that when 0.25÷0.3% monoethanolammonium nitrate is dissolved in a solution of composition $\{68.75[41.53\ \%\ \sum Ca(NO_3)_2 + Mg(NO_3)_2 + 58.47\ \%\ H_2O] + 20\%\ NH_4NO_3 + 8.0\ \%\ KNO_3 + 3.25\%\ NH_2C_2H_4OH\}$ a solution of liquid fertilizer is formed with a crystallization temperature of -7.0÷- 8.0°C, density 1.4479÷1.4490 g/cm ^{3}, viscosity 4.18÷4.24 mm ^{2}/s and pH 6.94÷6.98.

In order to introduce microelements such as Cu , Co and Ni into the resulting liquid fertilizer, the dependence of changes in the crystallization temperature, density, viscosity and pH of the solution environment on the composition of the components in the systems was studied :

I. $\{68.45\%[41.53\ \%\ \sum Ca(NO_3)_2 + Mg(NO_3)_2 + 58.47\ \%\ H_2O] + 20\%NH_4NO_3 + 8.0\%\ KNO_3 + 3.25\%\ NH_2C_2H_4OH + 0.3\%\ HNO_3 \bullet NH_2C_2H_4OH\} - Cu(NO_3)_2 \bullet 3H_2O$;

II. $\{68.45\%[41.53\%\ \sum Ca(NO_3)_2 + Mg(NO_3)_2 + 58.47\%\ H_2O] + 20\%NH_4NO_3 + 8.0\%\ KNO_3 + 3.25\%\ NH_2C_2H_4OH + 0.3\%\ HNO_3 \bullet MEA\} - Co(NO_3)_2 \bullet 6H_2O$;

III. $\{68.45\%[41.53\%\ \sum Ca(NO_3)_2 + Mg(NO_3)_2 + 58.47\%\ H_2O] + 20\%NH_4NO_3 +$

ISSN 3030-3907

8.0 % K NO $_3$ +3.25% $NH_2C_2H_4OH$ +0.3% HNO_3 • MEA }- $Ni(NO_3)_2$ •$6H_2O$ and their "composition-property" diagrams (Fig.2,3,4).

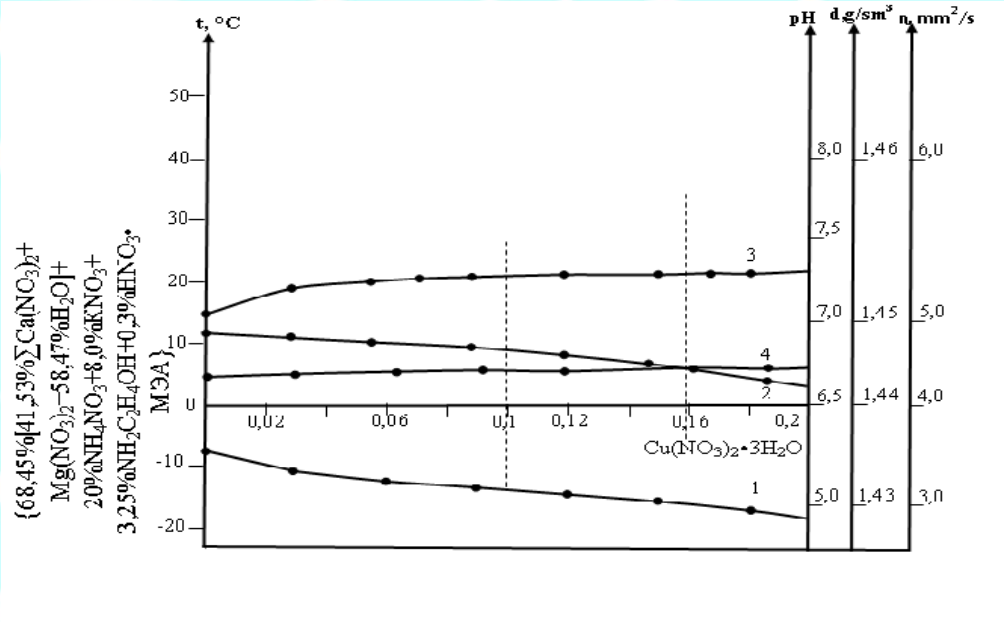


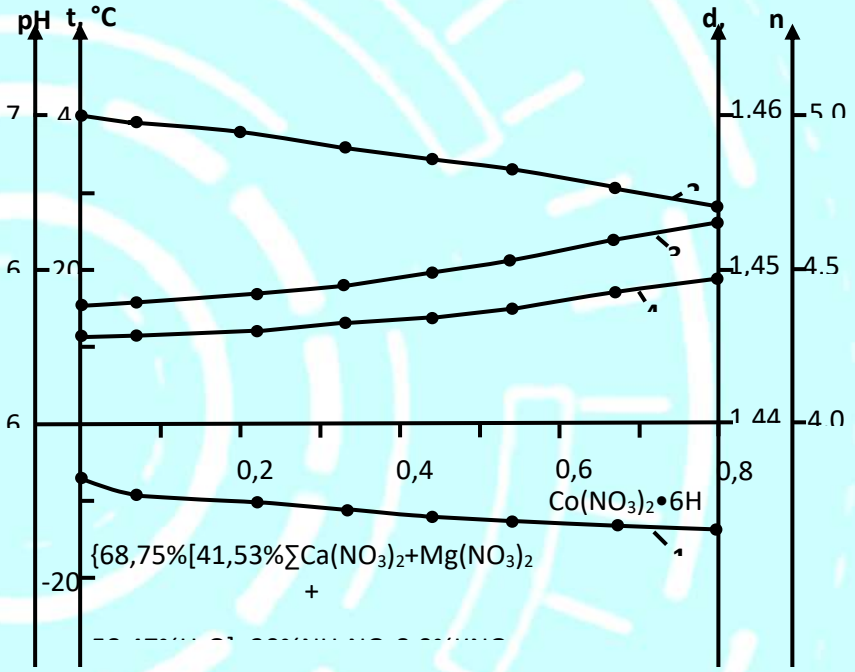
Fig.2. Dependence of changes in crystallization temperature (1), pH (2), density (3) and viscosity (4) of solutions on the composition in the system {68.45%[41.53 % ∑ Ca(NO_3)$_2$ + Mg(NO_3)$_2$ +58.47 % H_2O] +20% NH_4NO_3 + 8.0 % K NO $_3$ +3.25% $NH_2C_2H_4OH$ +0.3% HNO_3 • MEA }- Cu(NO_3)$_2$ •$3H_2O$

Analysis of the "composition-crystallization temperature" and "composition-pH" diagrams (Fig. 2, curves 1, 2) shows that as copper nitrate is added to the liquid fertilizer solution, the values of the crystallization temperature and pH of the newly formed solutions gradually decrease t_{cr} from -7.9°C to -18.0°C and pH from 6.94 to 6.68, respectively. The values of density and viscosity of newly formed solutions gradually increase as copper nitrate is added (Fig. 2, curves 3,4) d from 1.4484 to 1.4522 g/cm ^{3} and η 4.20 to 4.30 mm ^{2}/s accordingly.

No kinks are observed in these curves of the diagram (Fig. 2), i.e. within the studied concentration limits of this system, there is no change in the crystallizing solid phases and the components of the system retain their individuality, and therefore physiological activity.

Analysis of the "composition-properties" diagram of system II (Fig. 3, curves 1-4) also shows that as cobalt nitrate is added to the liquid fertilizer solution, the values of the crystallization temperature and pH of the newly formed solutions gradually decrease tcr $_{from}$ -7.0 °C to -14.0°C and pH from 7.0 to 6.7, respectively. And the values of density and viscosity of newly formed solutions gradually increase with increasing concentration of cobalt nitrate.

ISSN 3030-3907

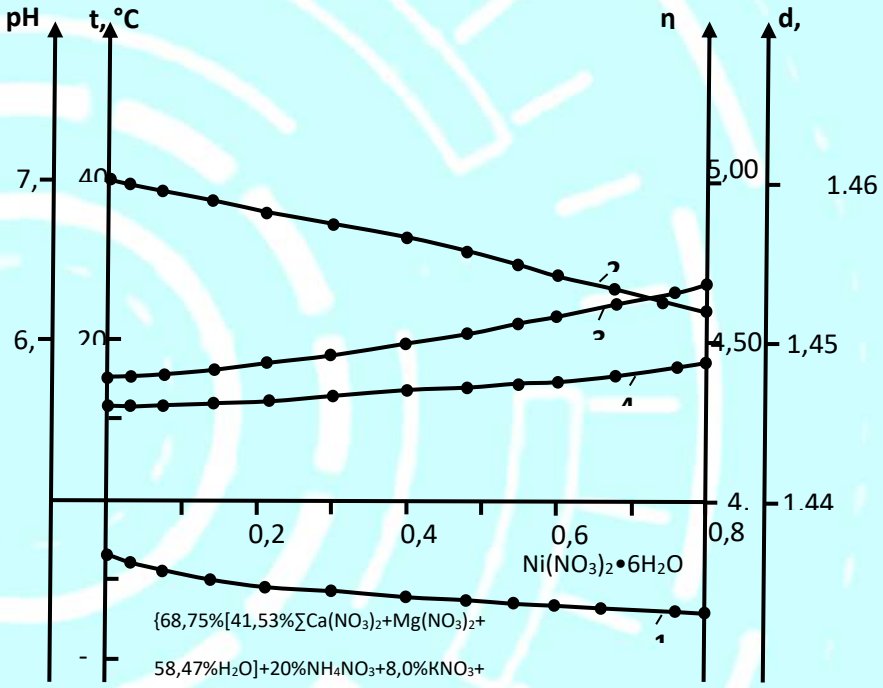


Rice. 3. Dependence of changes in crystallization temperature (1), pH (2), density (3) and viscosity (4) of solutions on the composition in the system {68.45%[41.53% ∑ $Ca(NO_3)_2$ + $Mg(NO_3)_2$ +58.47% H_2O]+ 20% NH_4NO_3 + 8.0 % KNO_3 +3.25% $NH_2C_2H_4OH$ +0.3% HNO_3 • MEA }- $Co(NO_3)_2$ •6H_2O

There are also no kinks observed in the curves of the diagram of this system, i.e. within the studied concentration limits of this system, there is no change in the crystallizing solid phases and the components of the system retain their individuality, and therefore physiological activity.

Analysis of the “composition-properties” diagram of system III (Fig. 4, curves 1-4) also shows that as nickel nitrate is added to the liquid fertilizer solution, the same pattern is observed as in previous systems I , II . That is, the values of the crystallization temperature and pH of the newly formed solutions gradually decrease, and the values of the density and viscosity of the newly formed solutions gradually increase with increasing concentration of nickel nitrate.

ISSN 3030-3907



Rice. Fig . 4. Dependence of changes in crystallization temperature (1), pH (2), density (3) and viscosity (4) of solutions on the composition in the system {68.45%[41.53% ∑ Ca(NO_3)$_2$ + Mg(NO_3)$_2$ +58.47% H_2O]+20%NH_4NO_3 + 8.0 % KNO_3 +3.25%$NH_2C_2H_4OH$+0.3%HNO_3 • MEA }-Ni(NO_3)$_2$ •6 H_2O

In the curves of the diagram of this system III , i.e. within the studied concentration limits of this system, there is no change in the crystallizing solid phases and the components of the system retain their individuality, and therefore physiological activity.

Based on the results of studying the “composition-properties” of the above systems and preliminary agrochemical tests of various compositions, it follows that in order to obtain a complex liquid fertilizer containing the microelement Cu (or Co), (or Ni), it is necessary to dissolve copper nitrate (or nitrate) in the initial solution cobalt), (or nickel nitrate) at a mass ratio of 1.0:0.001÷0.002. The resulting fertilizer solutions have the following physical and chemical properties:

1) Blue solution, crystallization temperature -14.0÷-18.0° C, density 1.4516÷1.4522 g/cm ^{3}, viscosity 4.25÷4.30 mm ^{2}/s, pH=6, 82÷6.62 and contains: wt. % Ntot = $_{13.4}$; MgO =3.38; CaO =5.7; K_2O -3.6; FAV-0.25÷0.3; Cu -0.0 2-0.026

2) Reddish solution, crystallization temperature -9.0÷-10.0°C, density 1.4480÷1.4484 g/cm ^{3}, viscosity 4.29 ÷ 4.30 mm ^{2}/s, pH=6, 97 ÷6.9 5 and contains: wt. % Ntot = $_{13.4}$; MgO =3.38; CaO =5.7; K_2O -3.6; FAV-0.25÷0.3; C o-0.01÷0.02.

ISSN 3030-3907

3) Green solution , crystallization temperature -10.0÷-11.0°C, density 1.4486÷1.4491 g/cm ^{3} , viscosity 4.33÷4.34 mm ^{2} /s, pH=6, 80÷6.72 and contains: wt. % Ntot = $_{13.4}$; MgO =3.38; CaO =5.7; K_2O -3.6; FAV-0.25÷0.3; Ni -0.01÷0.02.

These solutions can be recommended as complex liquid fertilizers containing simultaneously such nutrients as N, Ca, Mg, K_2O, PAS and Cu (or Co), (or Ni) .

Conclusions

Thus, by studying the dependence of changes in the physicochemical properties of solutions on the content of components in the above systems, optimal technological parameters for obtaining liquids have been established fertilizers of complex action, containing at the same time such nutritional elements as N ,Ca , Mg , K_2O, PAS and Cu, (or Co), (or Ni) .

Preliminary agrochemical tests of the resulting fertilizers showed their positive effect on the growth, development and acceleration of the ripening process of agricultural crops.

REFERENCES

1. Saydullayeva GA, Askarova MK, Eshpulatova MB Study of the process of decomposition kinetics dolomite mestobrith “' Shorsu ” A Conference for The Educators International Conference On Developments In Education.Bursa,Turkey - 2022.p.15-17

2. Bulygin S.Yu., Demishev L.F., Doronin V.A., Zarishnyak A.S., Pashchenko Y.V., Turovsky Yu.E., Fateev A.I., Yakovenko M.M.,Cordin A.I. Microelements in agriculture. Dnepropetrovsk, 2007. –P.100.

3. Askarova M.K., Isabaev Z., Eshpulatova M.B., Makhamatova G.B., Ergashev D.A., Isabaev D.Z. Research of systems that justify the process of obtaining liquid fertilizer of complex action // International scientific research journal “Eurasian Union of Scientists”. No. 5(62), 2019. -P.25-30.

4. Zdanovsky A.B. Gallurgy.- L.: Chemistry. 1972. -572 s.

5. Frolov Yu.G. Course of colloidal chemistry //Surface phenomena and disperse systems.- M.: 1982.-P.117-124.

6. Gorbochev S.V. Workshop on physical chemistry. - M.: Higher School. 1974.- 310p.

7. Togasharov A.S. Polytherm of solubility of the system magnesium chlorate - monoethanolammonium nitrate - water // Uzbek Chemical Journal. -Tashkent, 2010.- No. 3.-P.40-43.

ISSN 3030-3907

UDK *620.178.151.6.*

YUMSHATILGAN PO‘LATLARNING UGLEROD MIQDORI O‘ZGARISHI BO‘YICHA THBRV-187.5DX MARKALI QATTIQLIKNI O‘LCHASH ASBOBIDA QATTIQLIGINI ANIQLASHNI ZAMONAVIY USULLARI

Arabbayeva Firyuza Uchqunovna

Andijon davlat texnika instituti “Materialshunoslik” kafedrasi katta o‘qituvchisi.

Tel. (+99891) 482-23-40

Annotatsiya. Ushbu maqolada yumshatilgan po‘latlarning uglerod miqdori o‘zgarishi bo‘yicha THBRV-187.5DX markali universal qattiqlikni o‘lchash asbobida ularning qattiqligini aniqlashning zamonaviy yondashuvlari yoritiladi. Tadqiqot jarayonida po‘latlarning mikrostrukturasiga uglerod miqdorining ta’siri, ularning ferrit-perlit nisbatidagi o‘zgarishlar, sementit fraksiyasi, hamda issiqlik bilan ishlov berish natijasida shakllanadigan tuzilma evolyutsiyasi tahlil qilindi. STA 1700 yuqori haroratli pechida yumshatish jarayoni orqali perlitning qayta kristallanishi, sementit zarrachalarining morfologiyasi va ferrit donalari yiriklashishining qattiqlikka ta’siri o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: Uglerodli po‘lat, qattiqlik, Brinell usuli, THBRV-187.5DX, yumshatish, mikrostruktura, ferrit, perlit, sementit, rekristallanish, issiqlik bilan ishlov, simulyatsiya, uglerod miqdori, mexanik xossa, laboratoriya, metallshunoslik, qizdirish, pech, STA 1700, don tuzilishi, plastiklik, mustahkamlik.

Аннотация. В статье рассматриваются современные методы определения твёрдости отожжённых сталей в зависимости от изменения содержания углерода с использованием универсального прибора THBRV-187.5DX. В рамках исследования проанализировано влияние углерода на микроструктуру сталей, включая изменение соотношения феррита и перлита, распределение цементита, а также структурные превращения, происходящие после отжига в высокотемпературной печи STA 1700. Рассмотрены особенности рекристаллизации перлита, изменение формы и размера цементитных частиц и их связь с показателями твёрдости.

Ключевые слова углеродистая сталь, твёрдость, метод Бринелля, THBRV-187.5DX, отжиг, микроструктура, феррит, перлит, цементит, рекристаллизация, термообработка, структура, содержание углерода, механические свойства, лабораторные испытания, металлография, печь, STA 1700, зерно, пластичность, прочность.

Annotation. This article examines modern methods for determining the hardness of annealed carbon steels with varying carbon content using the universal hardness

testing machine THBRV-187.5DX. The study focuses on the influence of carbon on the microstructure of steels, including variations in the ferrite–pearlite ratio, the distribution of cementite phases, and structural transformations occurring during annealing in the high-temperature furnace STA 1700. The investigation analyzes the recrystallization behavior of pearlite, changes in cementite particle morphology, and ferrite grain growth, as well as their combined effect on hardness.
Keywords: carbon steel, hardness, Brinell method, THBRV-187.5DX, annealing, microstructure, ferrite, pearlite, cementite, recrystallization, heat treatment, STA 1700, grain structure, carbon content, mechanical properties, testing, laboratory analysis, strength, plasticity, furnace, indentation.

Kirish

Po‘latlarning mexanik xossalarini chuqur o‘rganish, ayniqsa ularning qattiqligini aniqlash metallshunoslik fanining eng muhim yo‘nalishlaridan biridir. Chunki po‘latning qattiqligi nafaqat uning mustahkamlik darajasini, balki ekspluatatsiya davomida yuklamalarga bardoshlilik, yeyilishga chidamlilik, deformatsiyaga qarshilik kabi asosiy ko‘rsatkichlarni belgilab beradi. Uglerodli po‘latlar sanoat ishlab chiqarishida eng keng qo‘llaniladigan konstruksion materiallardan biri bo‘lib, ularning xossalari tarkibidagi uglerod miqdoriga bevosita bog‘liq. Uglerod miqdori ortishi bilan po‘latning mustahkamligi oshadi, biroq plastikligi kamayadi; bu esa uning ishlatilish sohalarini aniqlaydi. Shuning uchun uglerod miqdorining qattiqlikka ta’sirini aniqlash amaliy va ilmiy jihatdan katta ahamiyatga ega.

Ma’lumki tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab po‘latlar evtektoidgacha, evtektoid va evtektoiddan keyingilarga bo‘linadi.

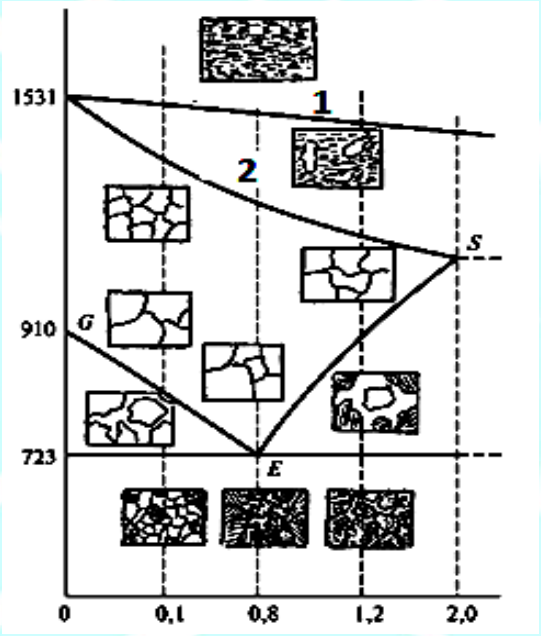
Evtektoidgacha po‘latlar tarkibida 0,02 dan ortiq, lekin 0,8% dan kam uglerod mavjud. Evtektoidgacha po‘latlarning tuzilishi ferrit va perlitdan iborat. Uglerod miqdori ortishi bilan evtektoidgacha po‘latlardagi ferrit miqdori kamayadi, perlit esa ortadi (1-rasm). Po‘lat tarkibida 0,8% uglerod bo‘lsa, perlit miqdori 100% ni tashkil qiladi. Evtektoid po‘latning tuzilishi (tarkibida 0,8% uglerod bo‘lgan) bitta perlitdan iborat (1-rasm), butun maydon perlit bilan to‘ldirilgan. Xona haroratida evtektoiddan keyingi po‘latlarning tuzilishi perlit va ikkilamchi sementitdan iborat bo‘lib, sementit to‘r, don yoki igna shaklida joylashishi mumkin.

Evtektoiddan keyingi po‘latlarning tuzilishida oddiy perlit o‘rniga maxsus issiqlik bilan ishlov berishdan so‘ng olinadigan donali perlit bo‘lishi mumkin.

Po‘latlarning mexanik xossalari, jumladan, qattiqligi ularning ichki tuzilishiga bog‘liq. Uglerodli po‘latning tuzilishi birinchi navbatda uning kimyoviy tarkibiga bog‘liq bo‘lib, u asosan uglerod tarkibi bilan tavsiflanadi, ular haqidagi

ISSN 3030-3907

ma’lumotlar 1-jadvalda keltirilgan. Doimiy po‘lat tarkibi bilan uning strukturaviy holatini issiqlik bilan ishlov berish orqali o‘zgartirish mumkin.



Uglerod miqdori, %

1-rasm. Muvozanat diagrammasi. 1-likvidus chizig‘i, 2-solidus chizig‘i

1-ladval

Ayrim po‘latlarning tarkibidagi uglerod miqdoriga qarab mexanik xossalarini ko‘rsatkichlari

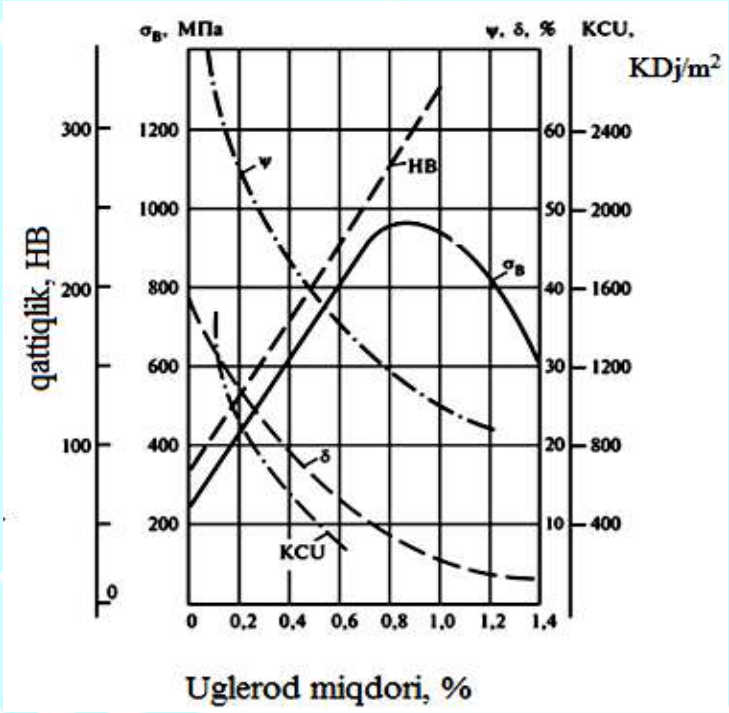
Po‘lat mar-kasi	Tarkibida-gi uglerodni ulushi, C %	Mexanik xossalari					
		Oquvchanlik chegarasi, $\sigma_{0,2}$ MPa	Vaqtinchalik qarshilik σ_0 MPa	Nisbiy uzayishi δ MPa	Nisbiy torayishi ψ, %	Zarbiy qovushqoqlik KSU, Dj/sm^2	Qattiqlik, HB, MPa (kgk/mm$^{2)}$
		Kam emas					Ko‘p emas
08	0,05-0,12	196	320	33	60	-	1284 (131)
10	0,07-0,14	206	330	31	55	-	1401(143)
15	0,12-0,19	225	370	27	55	-	1460 (149)
20	0,17-0,24	245	410	25	55	-	1597 (163)

ISSN 3030-3907

25	0,22-0,30	274	450	23	50	88	1666 (170)
30	0,27-0,35	294	490	21	50	70	1754 (179)
35	0,32-0,40	314	530	20	45	69	2029 (207)
40	0,37-0,45	333	570	19	45	59	2127 (217)
45	0,42-0,50	353	600	16	40	49	2244 (229)
50	0,47-0,55	373	630	14	40	-	2362 (241)
55	0,52-0,60	382	650	13	35	-	2499 (255)
60	0,57-0,65	402	680	12	35	-	2499 (255)

Uglerodning muvozanat holatidagi uglerodli po‘latlarning mexanik xossalariga ta’siri

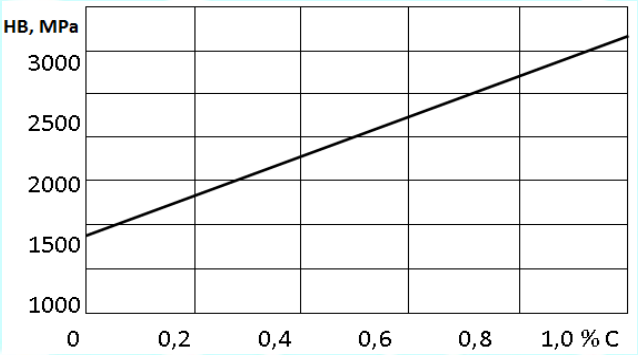
“Uglerod” po‘latda odatda sementit deb ataladigan Fe_3C kimyoviy birikmasi shaklida mavjud. Uglerod miqdori 1,2% gacha oshishi bilan po‘latning qattiqligi, mustahkamlik chegarasi va elastikligi oshadi, nisbiy uzayishi, nisbiy torayishi va zarbiy qovushqoqligi pasayadi (2- rasm), unga ishlov berilishishi hamda payvandlanishi yomonlashadi.



2- rasm Po‘latlarning mexanik xossalariga uglerod moddasini ta’siri

ISSN 3030-3907

Uglerodli toblanmagan po‘latlarning qattiqligi ulardagi uglerod tarkibiga to‘g‘ri proportsionaldir. 3-rasmda toblangan holatda uglerodli po‘latning qattiqligining uglerod tarkibiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Ushbu grafikdan foydalanib, o‘lchangan qattiqlik raqamidan sinov po‘lat namunasidagi taxminiy uglerod miqdorini aniqlash mumkin.



3-rasm Toblangan uglerodli po‘latning qattiqligining tarkibidagi uglerodga bog‘liqligi grafigi.

0,02%dan ortiq **C** ni o‘z ichiga olgan temir-uglerod qotishmalari tarkibida ikki fazali strukturaviy komponent - perlit paydo bo‘ladi. Perlitning mexanik xossalari, xususan, qattiqligi, unda mavjud bo‘lgan ferrit (88%) va sementit (12%) miqdoriy nisbati, shuningdek, sementit zarrachalarining shakli va tarqalishi bilan belgilanadi. Shuning uchun, perlitning mustahkamligi yirik plastinkali uchun 550 MPa dan yupqa plastinka uchun 820 MPa gacha, qattiqligi HB = 160 birlikdan HB = 250 birlikgacha bo‘ladi.

Tuzilishida qatlamli perlitga qo‘shimcha ravishda ikkilamchi sementit bo‘lgan evtektoiddan keying po‘latlar (uglerod 0,8% dan ortiq) uchun qattiqlikning yana-da oshishi kuzatiladi.

Shu bilan birga, yana bir mustahkamlikni belgisi-y’ani mustahkamlik chegarasi 0,8 - 0,9%gacha bo‘lgan eng yuqori qiymatga yetib borganidan so‘ng, uglerod ortgan sari pasayib boradi.

Bu ko‘p miqdorda mo‘rt sementit fazasining mavjudligi, shuningdek, uning bir qismi (ikkilamchi sementit) don chegaralari bo‘ylab doimiy qobiq shaklida joylashganligi bilan bog‘liq. Po‘latlarning plastik xossalari (nisbiy cho‘zilish va nisbiy torayishi, zarbiy qovushqoqligi) po‘latdagi uglerod miqdori ortishi bilan doimiy ravishda kamayadi.

TADQIQOT USULLARI

Tarkibida uglerod miqdori turlicha bo‘lgan po‘lat namunalarning STA 1700 markali yuqori haroratli pechda yumshatish hamda ularni THBRV-187.5DX markali uskunada qattiqligini aniqlash.

1. Tarkibida uglerod miqdori turlicha bo‘lgan uglerodli po‘latlardan namunalar tanlanadi.
2. Namunalar STA 1700 markali yuqori haroratli pechda yumshatiladi.

ISSN 3030-3907

3. Yumshatilgan uglerodli po‘latlardan namunalarni qattiqligini THBRV-187.5DX markali uskunada B*rinnell usulida* aniqlash.

3.1 Kerakli diametrli sharcha bilan uchini o‘rnatish.

3.2 Sinov namunasini uskuna yuza sirtiga joylashtirish.

3.3 Yuza sirti taqalguncha maxovikni aylantirish.

3.4 Elektr dvigatelini yoqish uchun tugmani bosish.

3.5 Yukni olib tashlash va elektr motorini to‘xtatgandan yuza sirtni pastga tushirish va namunani olib qo‘yish.

3.6 Namuna qattiqligini sonini displeydan ko‘rib, natijalarni jadvalga yozish.

3.7 Sinovni kamida uch marta o‘tkazib o‘rtacha qiymatni aniqlash.

3.8 Sinovdan olingan po‘latlar qattiqligining natijalarini 2-jadvalda aks ettirish.

2-jadval

Aniqlangan qattiqlik natijalari

Material markasi	Sharcha diametri D, mm	Kuch F, N	Qattiqlik HB, MPa

NATIJALAR

1. Tadqiqot davomida o‘lchangan Brinell qattiqligi qiymatlari uglerod miqdori ortishi bilan muntazam ravishda oshib borishi aniqланди ва bu bog‘liqlik chiziqli xarakterга ega ekani tasdiқlandi.

2. STA 1700 yuqori haroratli pechда yumшatilgan namunaларда ferrit–perlit nisbatining qayta shakllanishi qattiqlик natijalariga sezilarли ta'sir ko‘rsatdi.

3. THBRV-187.5DX uskunasidan olingan uch martalik takrorий o‘lчовлар yuqори takrorlanувчанликка эга bo‘lib, o‘rtacha qiymatlar orasidagi farq 3% dan oshmadi.

4. Qattiqlik qiymatlari asosida po‘lat namunalaridagi taxminiy uglerod ulushini aniqlash imkoniyati tasдиқlandi ва grafikli tahlil orqali ushbu usulning amaliy samaradorligi ko‘rsatildi.

5. Olingan natijalar metallshunoslik laboratoriya amaliyotlari uchun metodik ahamiyatga эга bo‘lib, po‘latlarning kimyoviy tarkibini tezkor баholaш imkonини beradi.

3-jadval.

Uglerod miqdori bo‘yicha o‘lchangan qattiqlik natijalar.

Material markasi	Sharcha diametri D, mm	Kuch F, N	O‘rtacha qattiqlik HB, MPa	Uglerod miqdori, % (taxminiy)
10	10	3000	1401	0,10
23	10	3000	1597	0,20
30	10	3000	1754	0,30

ISSN 3030-3907

40	10	3000	2127	0,40
50	10	3000	2362	0,50
55	10	3000	2499	0,55

XULOSA

Ushbu tadqiqot yumshatilgan po‘latlarning uglerod miqdoriga bog‘liq holda qattiqligining o‘zgarish mexanizmlarini chuqur o‘rganishga imkon berdi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, uglerod miqdori ortishi perlit fraksiyasining ko‘payishiga, sementitning qatlamli yoki donasimon shaklda mustahkam fazani hosil qilishiga va natijada Brinell qattiqligining muntazam oshishiga olib keladi. STA 1700 yuqori haroratli pechda bajarilgan yumshatish jarayoni po‘latning mikrostrukturasi barqarorlashuvi orqali qattiqlik natijalarining to‘g‘ri baholanishiga yordam berdi. THBRV-187.5DX universal uskunasidan foydalanilgan o‘lchovlar yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlik ko‘rsatdi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, qattiqlik qiymatlari asosida po‘lat tarkibidagi uglerod ulushini taxminan aniqlash imkoniyati mavjud bo‘lib, bu metallshunoslik laboratoriyalarida, ishlab chiqarish korxonalarida va sifat nazorati bo‘limlarida samarali qo‘llanilishi mumkin. Mazkur metodika po‘latlarning strukturaviy holatini baholashda ishonchли yondashuv bo‘lib, kelajakda keng turdagi konstruksion materiallarni tadqiq etishda qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. “O‘zbekiston Respublikasi Oliy Ta’lim Tizimini 2030-yilgacha Rivojlantirish Konsepsiyasini Tasdiqlash Tto‘g‘risida” O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 08.10.2019 yildagi PF-5847-son Farmoni.
2. E. Umarov Materialshunoslik T.: “Cholpon”, 2014.
3. F. R. Norxadjayev Materialshunoslik T.: 2014.
4. R. X. Saydahmedov Materialshunoslik va konstruksion materiallar texnologiyasi T.: “Fan va texnologiya”, 2017.
5. В. Арзамасов Материаловедение. М.: “Экзамен”, 2009.
6. В. Власов Металловедение. М.: “Альфа-М”, 2010.
7. А. Адаскин Материаловедение (металлообработка). М.: “Академия”, 2012.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON MUSTAQILLIGI SHAROITIDA TA’LIM TIZIMI VA XORIJIY TILLARGA E’TIBORNING KUCHAYISHI

Maxmudov Sulton Obit o‘g‘li
Buxoro davlat tibbiyot instituti tibbiy kimyo kafedrasi assistenti
E-mail: maxmudov.sulton@bsmi.uz

Anotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasining mustaqillig yillaridan keying davrlarda ta’lim tizimini rivojlanishi va ravnaq topishi xususan xorijiy tillarga va pedagoglarni kasbiy maxoratini oshirishga qatarilgan e’tibor va ishlar haqida so‘z boradi. Xususan O‘zbekiston Respublikasi ikkinchi prezidenti Sh.M. Mirziyoyevning pedagoglarni rag‘batlantirish ularning kasbiy maxoratini yanada oshirish ularga berilgan sharoitlar va yoshlarni chet davlatlarga yuborish hamda ularga davlat tomonidan ajratilgan rag‘batlantirishlar haqida so‘z boradi.

Kalit so‘zlar: Sh.M.Mirziyoyev, xorijiy til, adabiyotshunoslik, PQ-2909, PISA, renessans, Rahimov School.

Аннотация. В данной статье рассматривается развитие и прогресс системы образования в Республике Узбекистан в период после обретения независимости, в частности уделяемое внимание иностранным языкам и повышению профессионального мастерства педагогов. Освещаются меры по поддержке и стимулированию преподавателей, предпринятые вторым Президентом Республики Узбекистан Ш. М. Мирзиёевым, улучшение условий для их деятельности, а также отправка молодежи на обучение за рубеж и государственные программы по их поощрению.

Ключевые слова: Ш. М. Мирзиёев, иностранный язык, литературоведение, ПК-2909, PISA, Ренессанс, Rahimov School.

Annotation. This article examines the development and progress of the education system in the Republic of Uzbekistan during the years following independence, with particular attention to foreign languages and the enhancement of teachers’ professional skills. It highlights the measures taken by the second President of the Republic of Uzbekistan, Sh. M. Mirziyoyev, to support and motivate educators, improve their working conditions, send young people to study abroad, and provide them with various forms of state-sponsored encouragement.

Keywords: Sh. M. Mirziyoyev, foreign language, literary studies, PQ-2909, PISA, Renaissance, Rahimov School.

Kirish

Bugungi kunda xalqimiz ijtimoiy-siyosiy hayotining hamma jabhalarida erishilayotgan yutuqlar, jahonning eng rivojlangan davlatlari bilan siyosiy, iqtisodiy, manaviy-marifiy, ilmiy-texnik sohalardagi aloqalarda erishilayotgan muvaffaqiyatlar bevosita yurtimizning o‘z mustaqilligini qo‘lga kiritganligi bilan bog‘liqdir.

ISSN 3030-3907

Shu jumladan, O‘zbekiston chet davlatlar bilan xalqaro aloqalar qilmasdan turib o‘z kelajagini belgilab bera olmasligini tushungan holda, o‘z e'tiborini chet tilllari, o‘zga xalqlar madaniyati, san'ati, davlat tuzilishi va joylashuviga qaratdi. Shuning natijasi o‘laroq, O‘zbekistonda adabiyotshunoslik va tarjimashunoslik sohalarida ham juda ko‘p ilmiy izlanishlar olib borilmoqda.

Darhaqiqat, ma'naviyatimizning asosi bo‘lgan adabiy tilimizni yanada rivojlantirish, xalqimizning asrlar davomida shakllangan milliy-ma'naviy qadriyatlarini tiklash, ajdodlarimiz tomonidan yaratilgan ma'naviy merosni o‘rganish, mustaqillik mafkurasini badiiy ijod sohasida, ta'lim jarayonida yoshlarimiz ongiga singdirish bugungi kunning eng dolzarb vazifalaridan hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M.Mirziyoyev ta'kidlaganlaridek, "Tarbiya, odob-axloq sohasida amaliy namuna hal qiluvchi ahamiyatga ega boladi. Farzandlarimizga, avvalo, o‘zimiz hamma sohada — vatanga, xalqqa sadoqatli bo‘lishda, ilmga, kasb-u hunarga mehr qo‘yishda, ota-ona, jamiyat oldidagi burchimizni sidqi dildan ado etishda amaliy namuna ko‘rsatishimiz kerak"[10]

Hozirgi globallashuv davrida xorijiy tillarni organishga bolgan talab kundan-kunga ortib bormoqda. Shuning natijasi olaroq, Ozbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.Mirzyoyevning Oliy ta'lim tizimini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risidagi PQ 2909-sonli qarori bu borada muhim ahamiyat kasb etib, unda belgilangan chora tadbirlar zamonaviy fikrlovchi yosh avlodni shakllantirishga qaratilgan[11]. Biz o‘zaro ishonch va manfaatlarni hisobga olish asosida xorijiy davlatlar, eng avvalo, qo‘shni davlatlar, shu bilan birga, xalqaro institutlar bilan yaqindan hamkorlik qilishni bugungi kun talablari darajasida tashkil etamiz. Xorijiy til materiallarini ona tiliga, ona tili materiallarini esa xorijiy tilga tarjima qilish jarayonida tafakkur qobiliyati o‘sadi, bir vaqtning o‘zida aql, tafakkur, hayol, xotira va so‘z, bilish qobiliyati rivojlantiriladi, chunki aytilgan fikrni chuqur tushunishgina emas, balki o‘sha fikrni o‘z ona tilida mukammal va to‘g‘ri ifodalay bilih ko‘nikmalari ham talab etiladi. Bunga esa faqat ikkala o‘zbek va xorijiy til materiallarini chuqur tahlil qilish orqaligina erishish mumkin. Ingliz tili ming yillik tarixga ega. Bu vaqt ichida unda insonlar tomonidan chiroyli deb etirof etilgan katta miqdordagi iboralar yigilib kelinmoqda.

[10] Mirziyoyev Sh. M. Ozbek mumtoz va zamonaviy adabiyotini xalqaro miqyosda organish va targib qilishning dolzarb masalalari / / Xalq sozi ─ Toshkent, 2018-yil 7-avgust. https://xs.uz/uz/post/shavkat-mirziyoyev-ozbekmumtoz-va-zamonavij-adabiyotini-khalqaro-miqyosda-organish-va-targibqilishning-dolzarb-masalalari-mavzusidagi-khalqaro-konferentsiyaishrtirokchilariga-tabrik-jolladi

[11] https://lex.uz/docs/-3171590?ONDATE=04.07.2023%2000

ISSN 3030-3907

Zamonaviy pedagogik va axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalangan holda o‘qitishning ilg‘or uslublarini joriy etish yo‘li bilan, o‘sib kelayotgan yosh avlodni chet tillariga o‘qitish, shu tillarda erkin so‘zlasha oladigan mutaxassislarni tayyorlash tizimini tubdan takomillashtirish hamda buning negizida, ularning jahon sivilizatsiya yutuqlari hamda dunyo axborot resurslaridan keng ko‘lamda foydalanishlari, xalqaro hamkorlik va muloqotni rivojlantirish uchun shart-sharoitlar va imkoniyatlar yaratildi. Jumladan, ingliz adabiyoti durdona asarlarini asl ingliz tilida mutolaa qilish, ularning mazmun-mohiyatini tushunib yetish, asarlarda tasvirlangan jamiyat, davr haqida malumotga ega bo‘lish hamda ularni maxsus tadqiq qilish bugungi kunning dolzarb va muhim masalalariga aylandi. Shu nuqtai nazardan olib qaraganda, mazkur ishimizning mavzusi ham dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Uchinchi renessans poydevorini yaratish yo‘lidan dadil odimlayotgan Yangi O‘zbekistonda ta’lim sifatini oshirish borasidagi islohotlar davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishiga aylanib ulgurdi. Shunga ko‘ra, ba’zilar ilm olishda samaradorlikni oshirish uchun o‘quvchilarni o‘zlashtirish ko‘rsatkichlariga qarab guruhlarga ajratishni taklif etishsa, ayrimlar bilim darajasidan qat’i nazar barchani bir sinfda o‘qitish lozimligini ta’kidlashadi. Xo‘sh , ushbu bahsmunozarali vaziyatda tomonlardan qay birining fikri o‘quv jarayoniga ijobiy ta’sir ko‘rsata oladi?

Hech kimga sir emaski, so‘nggi yillarda mamlakatimizda ta’lim tizimini tubdan takomillashtirish , ilm-fanni rivojlantirish borasida izchil chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Bu islohotlar doirasida xorijiy tajribadan oqilona foydalanish yo‘lga qo‘yilgan bo‘lib, o‘quvchilarga ularning bilim darajasini inobatga olgan holda guruhlab ta’lim berish shular jumlasidandir. Ushbu tizim, avvalo, individual yondashuv asosida olib borilib, har bir ilm oluvchilarning har biri uchun qobiliyatiga mos mashg‘ulotlar tashkil etiladi. Masalan, jahonga mashhur Singapur ta’lim metodlari aynan shu qarash asosiga qurilgan bo‘lib, bu davlat yoshlari PISA reytinglarida yetakchi o‘rinlarni muntazam band etib kelishmoqda. Qolaversa, ba’zi bolalar uchun ma’lum bir fanlarni o‘zlashtirish murakkablik tug‘diradi. Guruhlarga ajratish esa ularga ortiqcha bosimsiz o‘qibo‘rganish imkoniyatini yaratadi. Xususan, poytaxtimizdagi “Rahimov School “ maktabi direktori Aziz Rahimov o‘z o‘quv dasturlarida yuqoridagi amaliyotni joriy etgach, ta’lim sifatida 30,5 foizga o‘sish kuzatilganligini intervyularida alohida qayd etgan .

Zamonaviy insonning har qanday masalada o‘z subyektiv fikriga ega ekanligini inobatga olsak, turli saviyadagi yoshlarning bir sinfda o‘qitilishi yaxshi samara berishi mumkinligini inkor eta olmaymiz, albatta. Birinchidan, “Birlashgan o‘zar, birlashmagan to‘zar” deganlaridek, aralash sinflar ijtimoiy ko‘nikmalar va jamoaviy muhitda ishlash qobiliyatini shakllantiradi. Jumladan, ta’lim giganti

ISSN 3030-3907

bo‘lmish Finlandiya o‘quv tizimi aynan shu amaliyotni qo‘llaydi va natijada o‘quvchilarning kelgusi hayotga moslashuv darajasi yuqori bo‘ladi. Ikkinchidan, o‘zlashtirish darajasiga ko‘ra guruhlarga bo‘lib o‘qitish ba’zilarga “zaif” tamg‘asini yopishtirib qo‘yishi va ularning o‘ziga bo‘lgan ishonchini sezilarli darajada pasaytirishi mumkin. Xalqaro Amerika Psixologlari Assotsiatsiyasi tomonidan o‘tkazilgan erkin tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, tabaqalashtirilgan sinflardagi bolalar ruhiy muammolar va depressayiga qolganlarga nisbatan 25,5 foizga ko‘proq moyil bo‘lishadi. “Beshikdan qabrgacha ilm izla “ , - deydi dono xalqimiz. Darhaqiqat, bilim olishning chek-chegarasi yo‘q. Shunday ekan, barchaning barobar , bir sifxonada ta’lim olishi insoniylik va demokratiya jihatidan eng odilona qaror bo‘lib, ijtimoiy tenglikni tola ta’minlay oladi, deb o‘ylayman. Xususan, UNICEF va O‘zbekiston Maktabgacha va maktab ta’limi vazirliklari hamkorligi asosida yurtimiz o‘quv dargohlarida ham inklyuziv ta’limga oid yo‘nalishlar ishlab chiqildi. “Quyosh hammmaga birdek nur sochadi” deganlaridek, o‘zlashtirish ko‘rsatkichi, sog‘ligi va boshqa jihatlari farqli ekanligga qaramay, teng o‘qitish tizimining joriy etilishi kelajak vorislarimizning samarali bilim olishlarini ta’minlab beradi.

Xulosa qilib aytganda, ta’lim jarayoni har qachongidan ham ko‘proq diqqat markazimizni egallagan onlarda yosh avlodning bilim olishiga bee’tibor bo‘lish mutlaqo noto‘g‘ri. Bunda saviyasidan qat’i nazar o‘quvchilarni tabaqalashtirmasdan o‘qitish ularni har jihatdan yetuk insonga aylantirib, ijtimoiy moslashuv, erkin bilim almashish va jamoada ishlash kabi qobiliyatlarini shakllantiradi. Zero, Prezedentimiz Sh. M. Mirziyoyev ta’kidlaganidek: “Yangi O‘zbekistonning asosiy ustuni – bilim, ta’lim va tarbiya bo‘ladi!”[12]

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Mirziyoyev, Sh. M., Erkin va farovon, demokratik O zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. Toshkent,"Ozbekiston". 2016. - B. 14
2. Mirziyoyev Sh.M., Ozbek mumtoz va zamonaviy adabiyotini xalqaro miqyosda organish va targib qilishning dolzarb masalalari // Xalq sozi — Toshkent, 2018-yil, 7-avgust.
3. Ozbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 13-sentabrdagi PQ-3271-s Ozbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining sonli qarori. Manba https://lex.uz/docs/-3338600
4. Ozbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Oliy talimning davlat standartlarini tasdiqlash togrisida” 476-son qarori. Toshkent, 2020-yil https://lex.uz/uz/docs/-4944759

[12] https://daryo.uz/2023/05/30/yangi-ozbekistonning-asosiy-ustuni-bilim-talim-va-tarbiya-boladi/

ISSN 3030-3907

5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Oliy talim tizimini yanada yanada rivojlantirish choratadbirlari togrisida”gi 2909-sonli qarori. - Toshkent, 2017-yil 20-aprel. https://lex.uz/uz/docs/-3171590
6. Ozbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining “Magistratura togrisidagi nizomni tasdiqlash haqida”gi VM-36-son qarori.—Toshkent, 2015-yil 2-mart. https://lex.uz/uz/docs/-2579469
7. https://xs.uz/uz/post/shavkat-mirziyoev-ozbekmumtoz-va-zamonavij-adabiyotini-khalqaro-miqyosda-organish-va-targibqilishning-dolzarb-masalalari-mavzusidagi-khalqaro-konferentsiyaishtirokchilariga-tabrik-jolladi
8. https://xs.uz/uz/post/yoshlar-talim-tarbiyasi-eng-ustuvor-vazifa

ISSN 3030-3907

UZLUKSIZ ISHLAB CHIQARISHDA MONITORING VA NAZORATNING ZAMONAVIY USULLARI

Xusainova Xusnidaxon Saloyidinovna.
Namangan davlat texnika universiteti Oliy matematika kafedrasi katta o‘qituvchisi
Abduraxmonov Toxirjon Musurmon og‘li
Namangan davlat texnika universiteti talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada uzluksiz ishlab chiqarish jarayonlarida monitoring va nazoratning zamonaviy usullari, ularning texnologik jarayon sifatiga ta’siri, raqamlashtirish, IoT, sun’iy intellekt va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining amaliy qo‘llanilishi tahlil etiladi. Shuningdek, real vaqt rejimidagi nazorat vositalari va ilg‘or ishlab chiqarish standartlariga asoslangan nazorat mexanizmlarining samaradorligi yoritilgan.

Kalit so‘zlar: uzluksiz ishlab chiqarish, monitoring, nazorat, SCADA, IoT, Industry 4.0, sensor tarmoqlari, sun’iy intellekt.

Аннотация. В статье анализируются современные методы мониторинга и управления в непрерывных производственных процессах, их влияние на качество технологического процесса, практическое применение цифровизации, Интернета вещей, искусственного интеллекта и автоматизированных систем управления. Также освещается эффективность инструментов управления в реальном времени и механизмов управления, основанных на передовых производственных стандартах.

Ключевые слова: непрерывное производство, мониторинг, управление, SCADA, Интернет вещей, Индустрия 4.0, сенсорные сети, искусственный интеллект.

Abstract. This article analyzes modern methods of monitoring and control in continuous production processes, their impact on the quality of the technological process, practical application of digitalization, IoT, artificial intelligence and automated control systems. It also highlights the effectiveness of real-time control tools and control mechanisms based on advanced manufacturing standards.

Keywords: continuous production, monitoring, control, SCADA, IoT, Industry 4.0, sensor networks, artificial intelligence.

Kirish

Uzluksiz ishlab chiqarish (continuous production) — mahsulotning to‘xtovsiz tayyorlanishi va resurslarning optimal boshqarilishini talab qiladigan zamonaviy ishlab chiqarish modelidir. Bunday jarayonning samaradorligi monitoring va nazoratga bevosita bog‘liq. Raqamlashtirish bosqichiga o‘tayotgan korxonalar uchun real vaqt rejimida ma’lumot yig‘ish, tahlil qilish va avtomatik qaror qabul qilish imkoniyati ishlab chiqarish barqarorligini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda **IoT sensorlari**, **bulutli platformalar**, **SCADA tizimlari**, **kengaytirilgan avtomatlashtirish**, **sun’iy intellekt** va **kiber-fizik tizimlar** monitoring va nazorat jarayonlarini yangi bosqichga olib chiqdi.

1. UZLUKSIZ ISHLAB CHIQARISHNING XUSUSIYATLARI

Uzluksiz ishlab chiqarish quyidagi belgilarga ega:

- jarayonning doimiyligi va to‘xtovsiz ishlashi;
- texnologik parametrlarning qat’iy me’yorlarga mosligi;
- real vaqt monitoringi talabi yuqori;
- nosozliklar kuchli iqtisodiy zarar yetkazishi mumkin;
- ma’lumot oqimining hajmi juda katta bo‘ladi.

Shu sababli bunday korxonalarda monitoring va nazorat tizimlari yuqori aniqlikka ega bo‘lishi kerak.

2. MONITORING VA NAZORATNING ZAMONAVIY USULLARI

2.1. IoT (Internet of Things) sensor tarmoqlari

IoT qurilmalari ishlab chiqarish jarayonidan uzluksiz ma’lumot to‘playdi:

- harorat, bosim, tebranish sensorlari;
- oqim tezligi va darajasini o‘lchovchi qurilmalar;
- energiya sarfini o‘lchash modullari;
- ishlab chiqarish liniyasi holati monitoringi.

Afzalliklari:

- real vaqt ma’lumotlari;
- uzoq masofadan monitoring qilish;
- avtomatik avariya ogohlantirishlari.

2.2. SCADA tizimlari (Supervisory Control And Data Acquisition)

SCADA – ishlab chiqarishni markazlashgan boshqarish tizimi bo‘lib, quyidagi imkoniyatlarga ega:

- jarayon parametrlarini vizuallashtirish;
- sensorlardan kelayotgan ma’lumotlarni yig‘ish;
- o‘zgarishlarni avtomatik qayta ishlash;
- avariya holatida tezkor choralar ko‘rish;
- hisobotlarni avtomatik generatsiya qilish.

Bugungi kunda SCADA PLC, IoT va sun’iy intellekt bilan integratsiya qilinib, yanada aqlli nazorat funksiyalarini bajara oladi.

2.3. Big Data va sun’iy intellekt asosida monitoring

Big Data analitikasi ishlab chiqarishda quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

- nosozliklarni oldindan bashorat qilish (predictive maintenance);
- energiya samaradorligini tahlil qilish;
- jarayonlarning optimallashtirilgan boshqaruvi;
- mahsulot sifatini monitoring qilish.

ISSN 3030-3907

AI algoritmlari:

- jarayon o‘zgarishlaridagi anomaliyalarni aniqlaydi
- avtomatisch tavsiyalar beradi
- optimal ish rejimlarini taklif qiladi

2.4. Raqamli egizaklar (Digital Twin)

Raqamli egizak real ishlab chiqarish liniyasining to‘liq virtual modelidir.

Foydasi:

- jarayonni real vaqt simulyatsiyasi;
- avvariya ehtimolini oldindan aniqlash;
- parametrlarni optimallashtirish;
- mahsulot sifatini oshirish.

U uzluksiz ishlab chiqarish uchun ayniqsa samarali hisoblanadi.

2.5. Kengaytirilgan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari (Advanced Process Control — APC)

APC tizimlari quyidagilarni avtomatik boshqaradi:

- harorat va bosim;
- kimyoviy tarkib;
- energiya sarfi;
- texnologik liniyaning barqarorligi.

APC an’anaviy PID regulyatorlariga qaraganda yuqori aniqlik bilan ishlaydi.

3. ZAMONAVIY MONITORING TIZIMLARINING TAHLILI

Quyidagi jadval asosiy monitoring texnologiyalarining solishtirma tahlilini ko‘rsatadi:

Texnologiya	Afzalliklari	Kamchiliklari	Qo‘llanish sohalari
IoT sensorlari	Arzon, ko‘p parametrli, masofaviy nazorat	Internetga bog‘liqlik	Energetika, kimyo, metallurgiya
SCADA	To‘liq vizual nazorat, avtomatlashtirish	Katta investitsiya	Neft-gaz, kimyo, tog‘-kon
AI monitoring	Bashorat qilish, anomaliya aniqlash	Yuqori hisoblash quvvati talab qiladi	Yirik korxonalar
Digital Twin	Real vaqt simulyatsiya	Murakkab joriy etish	Kimyo, avtomobilsozlik, farmatsevtika
APC	Ish jarayonini optimallashtiradi	Maxsus mutaxassislar kerak	Neftni qayta ishlash, kimyo

ISSN 3030-3907

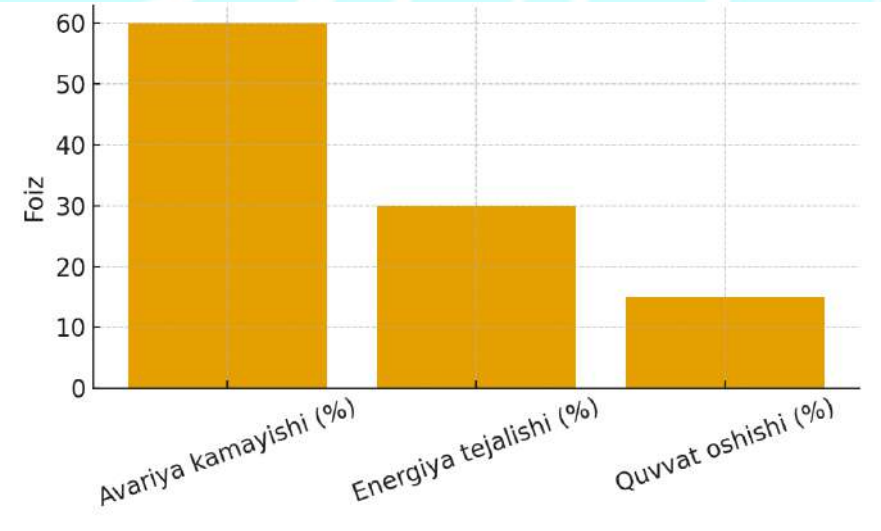
4. UZLUKSIZ ISHLAB CHIQARISHDA MONITORINGNI JORIY ETISH SAMARADORLIGI

Monitoring va nazorat tizimlarining joriy etilishi quyidagi natijalarni beradi:

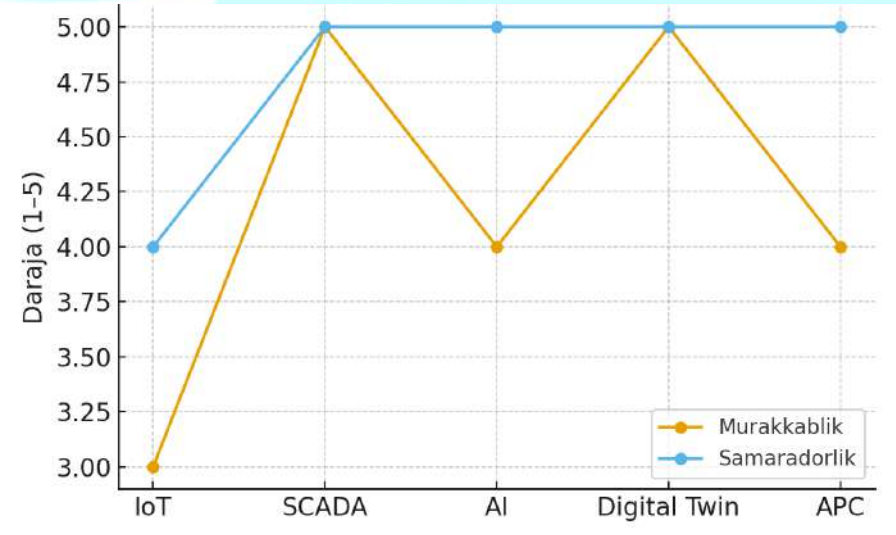
- avariya holatlarining 40–60% kamayishi;
- energiya sarfini 20–30% optimallashtirish;
- ishlab chiqarish quvvatini 10–15% oshirish;
- mahsulot sifati barqarorligi oshadi;
- texnologik jarayonlar aniq boshqariladi;
- texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari kamayadi.

Bu esa korxonaga raqobatbardoshlik va barqaror ishlab chiqarish imkonini yaratadi.

Monitoring va nazorat joriy etilishining samaradorlik ko’rsatkichlari



Texnologiyalarning murakkablik va samaradorlik taqqoslanishi



XULOSA

Uzluksiz ishlab chiqarishda monitoring va nazorat tizimlari zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan uyg‘unlashgan holda jadal rivojlanmoqda. IoT

ISSN 3030-3907

sensorlari, SCADA tizimlari, AI, Digital Twin va APC kabi texnologiyalar ishlab chiqarish jarayonlarining barqaror, xavfsiz va tejamkor bo‘lishini ta’minlaydi.

Korxonalar monitoring va nazorat tizimlarini joriy etish orqali katta iqtisodiy samaradorlikka erishadi, avariya risklarini kamaytiradi va mahsulot sifatini yuqori darajada ushlab turadi. Shu bois ushbu zamonaviy texnologiyalarni keng qo‘llash kelajakdagi raqobatbardosh sanoatning muhim omilidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H. A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters.
2. Qin, J., Liu, Y., & Grosvenor, R. (2016). A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond. Procedia CIRP.
3. Rajkumar, R., Lee, I., Sha, L., & Stankovic, J. (2010). Cyber-Physical Systems: The Next Computing Revolution.
4. ISO 50001: Energy management systems – Requirements with guidance for use.
5. Holler, J., Tsiatsis, V., Mulligan, C. (2014). From Machine-to-Machine to the Internet of Things. Elsevier.
6. SCADA Systems in Industry. International Society of Automation (ISA).
7. Digital Twin Technology in Industrial Applications. Siemens Technical Documentation.
8. AI-based Predictive Maintenance in Manufacturing. IEEE Transactions on Industrial Informatics.

ISSN 3030-3907